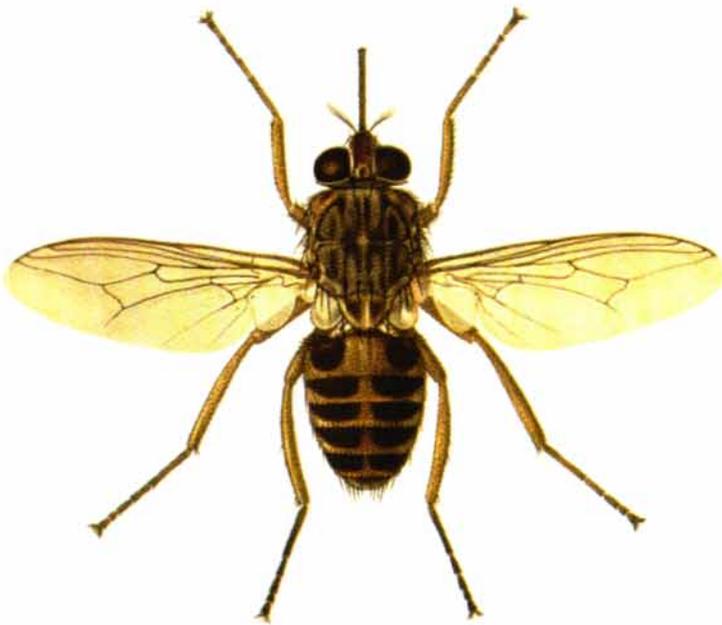


Les glossines vectrices de la Trypanosomiase humaine africaine



Les glossines vectrices de la Maladie du Sommeil

Laveissière Claude*
Grébaut Pascal*
Herder Stéphane**
Penchenier Laurent**

***Entomologiste médical, **Parasitologiste de l'IRD**

Institut de Recherche pour le Développement

OCEAC, BP 288, Yaoundé, Cameroun

Cet ouvrage a été réalisé et édité grâce à une subvention du Fond
d'Aide et de Coopération français (FAC).

AVERTISSEMENT

L'objectif de cet ouvrage n'est pas de proposer une analyse bibliographique exhaustive - la littérature portant sur les glossines et la trypanosomiase humaine est trop riche - mais plutôt une synthèse des connaissances actuelles sur l'insecte, sa biologie, son rôle vecteur et les méthodes de lutte. Au moment où la prévalence de la Maladie du Sommeil n'a jamais été aussi forte depuis la période coloniale, au moment où il devient urgent de monter des campagnes de lutte intégrées, il nous a paru essentiel d'apporter aux étudiants et aux jeunes chercheurs les bases nécessaires pour élaborer des programmes de recherche cohérents et efficaces.

En effet en ce qui concerne la trypanosomiase humaine il existe une incohérence apparente. Pourquoi, en dépit des nombreuses études menées depuis un siècle sur la maladie et sur les moyens de la contrôler, rien n'est entrepris sur le terrain en matière de lutte ?

Le vecteur semble pourtant, *a priori*, bien connu ; on sait où et comment il vit et on sait le tuer ; le parasite n'est pas mystérieux puisqu'on l'a identifié depuis un siècle ; la maladie elle-même a été diagnostiquée et soignée pendant des décennies, elle ne devrait donc pas poser d'insurmontables problèmes.

C'est oublier que de nombreuses inconnues subsistent et que les techniques d'études modernes en ont mis de nouvelles à jour. Ainsi doit-on constater qu'à la fin du XX^e siècle on ne connaît toujours pas parfaitement le cycle de transmission de l'endémie sommeilleuse.

On sait que la glossine transmet le trypanosome mais plusieurs "détails" nous échappent encore : toutes les glossines sont-elles vectrices ? comment circule le trypanosome chez le vecteur ?

La classification des parasites reste toujours incertaine ; ce qui a été établi depuis une trentaine d'années est aujourd'hui remis en cause par la biologie moléculaire. Ceci pousse à penser que nous faisons fausse route depuis longtemps en matière d'épidémiologie, de sérologie et de parasitologie avec toutes les conséquences qui en découlent sur le dépistage, le diagnostic, le traitement et la lutte.

L'arsenal des techniques utilisable contre la mouche tsé-tsé est l'un des plus importants parmi ceux qui existent contre les vecteurs, mais il semble qu'on ne puisse pas vraiment les appliquer efficacement : elles peuvent être trop nuisibles pour l'environnement ou, tout simplement, les utilisateurs potentiels ne savent pas s'en servir.

Malgré la somme des connaissances accumulées, les chercheurs ont donc encore à se poser de nombreuses questions et doivent monter des projets de recherche pour offrir les moyens d'éliminer, ou du moins contrôler, une maladie qui a fait, et qui refait aujourd'hui, d'énormes dégâts tant en termes de perte de vies humaines qu'en termes de frein au développement.

Pour rédiger ce manuel nous nous sommes appuyés sur des publications récentes, citées dans le texte, et sur certains ouvrages que le lecteur, désireux d'approfondir un point particulier, pourra consulter.

Ouvrages généraux :

Buxton (1955) - Challier (1982) - Cuisance (1989) - Ford (1971) - Jordan (1974) - Jordan (1986) - Glasgow (1963) - Itard (1986) - Laird (1977) - Laveissière et al. (1994a) - Leak (1998) - Molyneux & Ashford (1983) - Mulligan (1970).

Thèses sur l'écologie et l'épidémiologie :

Challier (1973a) - Gouteux (1984) - Laveissière & Hervouët (1991).

Cours et manuels :

Baldry & Riordan (1965) - Pollock (1982).

N.B. : Au chapitre XI, un glossaire explique certains termes techniques.

TABLE DES MATIERES

I- INTRODUCTION	1
I-1- Rappel sur la Maladie du Sommeil	4
I-1-1- Historique	4
I-1-2- Les grandes flambées épidémiques	5
I-1-3- Statistiques	5
I-1-4- Répartition géographique	6
I-1-5- Le parasite	6
I-2- La recherche	11
 II- MORPHOLOGIE	 15
II-1- Morphologie de la tête	20
II-1-1- Les pièces buccales	20
II-1-2- Les antennes	23
II-1-3- Les yeux	24
II-2- Morphologie du thorax	24
II-3- Morphologie de l'abdomen	27
II-3-1- Genitalia mâles	27
II-3-2- Genitalia femelles	30
II-3-3- Le groupe <i>Austenina</i>	30
 III- DETERMINATION DES ESPECES	 33
III-1-Région 1 : Côte orientale de l'Afrique	35
III-2-Région 2 : Soudan, Ethiopie, Somalie	38
III-3-Région 3 : Ouganda, Kenya, Tanzanie	39
III-4-Région 4 : sud et sud-est de l'Afrique	40
III-5-Région 5 : Afrique centrale et occidentale	41
III-6-Le problème des sous-espèces	42
 IV- ANATOMIE INTERNE, PHYSIOLOGIE, GENETIQUE	 43
IV-1-L'appareil digestif et la digestion	45
IV-2-Le métabolisme	47
IV-2-1-Les graisses	47
IV-2-2-La régulation des pertes en eau	48
IV-3-L'appareil excréteur et l'excrétion	48
IV-4-L'appareil génital	48
IV-4-1-Chez le mâle	48
IV-4-2-Chez la femelle	48
IV-4-3-Fonctionnement de l'appareil génital femelle	51
IV-5- Génétique des populations de glossines	55
IV-5-1- La cytogénétique	55
IV-5-2- Les isoenzymes	56
IV-5-3- Les marqueurs microsatellites	57

V- TECHNIQUES D'ETUDE	59
V-1- Echantillonnage des populations.....	61
V-2- Protocole d'échantillonnage	68
V-3- Détermination de l'âge	70
V-4- Dissection des glandes salivaires	76
V-5- Marquage	77
V-6- Les études génétiques	80
V-7- La télédétection	80
V-8- Techniques de terrain	81
V-8-1- Installation des pièges	81
V-8-2- Calcul des indicateurs	82
V-8-3- Recherche pupes	83
V-8-4- Mesures climatologiques	83
VI- LA VIE DE L'INSECTE	87
VI-1- Les principaux gîtes à glossines.....	89
VI-2- La répartition des espèces.....	93
VI-3- L'accouplement et la fécondation	96
VI-4- De la larve a la pupes.....	96
VI-5- La période nymphale	98
VI-5-1- La durée	98
VI-5-2- Les accidents.....	99
VI-5-3- Les ennemis naturels.....	99
VI-5-4- Les gîtes de reproduction	100
VI-6- Ecllosion imaginaire.....	102
VI-7- Recherche et prise de nourriture	102
VI-7-1- La vue	103
VI-7-2- L'odorat	103
VI-7-3- Les terrains de chasse	103
VI-8- Les préférences trophiques	104
VI-9- Les cycles d'activité	105
VI-10- Le repos	106
VI-11- Le vol et la dispersion	108
VI-12- Longévité et taux de reproduction	109
VI-12-1- Longévité	109
VI-12-2- Taux de reproduction	109
VI-13- Sex-ratio	109
VI-14- Etat nutritionnel des populations	110
VI-15- Composition par groupes d'âges.....	111
VI-16- Dynamique des populations	111
VII- IMPORTANCE MEDICALE	113
VII-1- La capacité vectorielle	115
VII-1-1- Le cycle du parasite chez le vecteur	115
VII-1-2- Quelle glossine peut s'infecter ?	117
VII-1-3- Les conséquences de l'infection	118

VII-1-4- La transmission du trypanosome	119
VII-2- Les réservoirs	119
VII-3- Epidémiologie de la THA.....	120
VII-3-1- Facteurs influençant la transmission.....	120
VII-3-2- Le risque de transmission	121
VII-3-3- En Afrique occidentale et centrale.....	124
VII-3-4- En Afrique orientale	128
VIII- LA LUTTE ANTIVECTORIELLE	129
VIII-1- Parasitologie et/ou entomologie ?	131
VIII-2- Eradication ou réduction ?	132
VIII-3- Impératifs de la lutte antivectorielle.....	133
VIII-3-1- Délimitation du foyer	133
VIII-3-2- La rapidité.....	134
VIII-3-3- L'efficacité	134
VIII-4- Techniques de lutte sans pesticides	135
VIII-4-1- Manipulations de l'environnement	135
VIII-4-2- La capture	139
VIII-4-3- Les ennemis naturels	140
VIII-4-4- Les méthodes génétiques.....	140
VIII-4-5- Les régulateurs de croissance	142
VIII-4-6- Virus, Champignons et Bactéries	143
VIII-4-7- Les produits médicamenteux	143
VIII-5- La lutte chimique	144
VIII-5-1- Les insecticides	144
VIII-5-2- Les formulations	146
VIII-5-3- Nature du traitement	147
VIII-5-4-Techniques d'épandage	148
VIII-5-5- Risque de résistance	150
VIII-6- Le traitement du bétail	150
VIII-7- Le piégeage : la solution.....	151
VIII-7-1- Principe du piégeage	151
VIII-7-2- Quel système utiliser ?.....	154
VIII-7-3- Quel matériel choisir ?	156
VIII-7-4- Quels matériaux choisir ?	159
VIII-7-5- Quel insecticide et quelle dose choisir ?	160
VIII-7-6- Avantages et inconvénients	162
VIII-8- Mode d'emploi du piégeage.....	164
VIII-8-1- Période d'installation des SAT	165
VIII-8-2- Mode d'installation	165
VIII-8-3- L'entretien du piégeage.....	168
VIII-8-4- L'utilisation du potentiel humain	169
IX- CAMPAGNES DE LUTTE	173
IX-1- Expérience de Vavoua (Côte d'Ivoire).....	175
IX-2- Expérience de Sinfra (Côte d'Ivoire).....	178

IX-3- Expérience de l'Ouganda	182
X- CONCLUSION	185
XI- GLOSSAIRE	189
XII- CONSTRUCTION DES PIEGES	201
XII-1- Découpe des tissus	203
XII-2- Les parties métalliques	205
XII-3- Mode de fabrication	206
XII-3-1- Ecran noir/bleu/noir	206
XII-3-2- Les pièges	207
XII-4- Les accessoires	207
XII-4-1- Système d'installation et de support.....	207
XII-4-2- Matériel de capture.....	208
XII-5- Construction du piège Vavoua	212
XII-5-1- Découpe du tulle moustiquaire	212
XII-5-2- Découpe des écrans bleus du piège	213
XII-5-3- Découpe des écrans noirs des pièges	213
XII-5-4- Montage du piège	214
XII-6- Construction du piège pyramidal	216
XII-6-1- Les différentes pièces du pyramidal.....	216
XII-6-2- Découpe des différentes pièces.....	216
XII-6-3- Assemblage	217
XII-6-4- Installation du piège	219
XII-6-5- Evaluation continue	219
XIII- BIBLIOGRAPHIE	221
XIV- INDEX	241

I

INTRODUCTION

Peu d'insectes d'intérêt médical et vétérinaire ont fait l'objet, au laboratoire comme sur le terrain, d'études aussi poussées que les glossines. Leur taille et leur comportement, ont évidemment facilité ces recherches, principalement motivées, dans la première moitié de ce siècle, par la crainte justifiée d'une endémie redoutable : la maladie du sommeil. Mortelle en l'absence de traitement, difficile à dépister à un stade précoce et souvent compliquée à traiter, la Trypanosomiase humaine africaine a fait des ravages dans les populations africaines au début du siècle. En Afrique occidentale, entre 1931, date des premières prospections de Jamot puis du Service Autonome de la Maladie du Sommeil, et 1952, 388.250 malades furent dépistés (Sanner & Massequin, 1954). La prévalence atteindra 8,6% en 1934 et sera rabaisée à 0,16 en 1952 puis à 0,07 en 1970 grâce aux campagnes de lutte et de traitement systématiques.

Est-ce à dire que la maladie ne représente plus aucun danger ? A l'heure actuelle l'OMS estime qu'au moins 50 millions d'individus sont exposés au risque trypanique ; entre 1976 et 1983 on a dépisté 87 062 malades mais ce chiffre ne représente certainement pas la réalité compte tenu à la fois de l'arrêt des campagnes exhaustives de dépistage et des difficultés rencontrées pour les réaliser correctement. Ainsi le Zaïre a-t-il recensé près de 20 000 malades en 1994 mais principalement par dépistage passif dans les centres de santé et de l'aveu des responsables il pourrait y en avoir cinq fois plus.

La prévalence moyenne de la maladie du sommeil n'atteint évidemment pas les chiffres du début du siècle¹ mais la généralisation de sa recrudescence est prévisible ici ou là du fait de la conjonction de plusieurs facteurs difficilement contrôlables : migrations vers les zones humides sous la pression des problèmes économiques ; libre circulation des individus sans contrôle sanitaire favorisant la dissémination du parasite ; troubles politiques et guerres qui désorganisent les services de santé et multiplient les déplacements incontrôlés de populations.

Mais sa recrudescence est simplement à craindre pour la simple raison que les moyens financiers et logistiques nécessaires pour la combattre sont sans commune mesure avec ceux dont disposent les services de santé, préoccupés par une multitude d'affections parmi lesquelles, *a priori*, la trypanosomiase n'est pas la plus inquiétante. Elle l'est d'autant moins dans certains Etats que l'absence de prospections donne la fausse illusion que l'endémie est absente.

A titre d'exemple on peut citer le foyer de Sinfra, en Côte d'Ivoire forestière qui est passé inaperçu jusqu'en 1991.

Année	89-90	91	92	93	94	95-96
Malades dépistés	6	35	150	167	120	459
par voie ...	passive			active		

En 1992 une mission dont le but était la recherche épidémiologique a mis en évidence 144 cas. Cette prospection fut suivie, les années suivantes, par deux

¹ Signalons quand même qu'en République Démocratique du Congo, dans certains villages, la prévalence dépasse 25%.

autres qui ne portaient que sur une petite part de la population. Pendant ce temps l'endémie continuait à se propager et il fallut une campagne de lutte pilote (voir chap. IX) pour révéler l'étendue et l'importance de ce foyer où, pour certains villages, la prévalence a atteint 10%.

Combien d'autres régions subissent actuellement le même scénario ?

I-1- Rappel sur la Maladie du Sommeil

I-1-1- Historique

La maladie du sommeil est vraisemblablement aussi vieille que l'humanité mais on la signale pour la première fois en 1374. Les marchands d'esclaves comprennent déjà les conséquences de cette maladie : tous les esclaves présentant de gros ganglions à la base du cou sont écartés. Il faut attendre encore 350 ans (en l'an 1724) pour que la première description de la maladie soit faite ; mais c'est en 1901 que le parasite responsable de la maladie est identifié. Cette année là Forde voit des "vermicules mobiles" dans le sang d'un capitaine de bateau faisant du trafic fluvial depuis 6 ans en Gambie. Dutton, en 1902, examine le sang du patient et identifie un trypanosome qu'il décrit sous le nom de *Trypanosoma gambiense*.

Dans les 10 ans qui suivent, les découvertes vont s'enchaîner.

En 1903, en Gambie, la présence des trypanosomes dans le sang humain est confirmée, mais tout le monde pense alors que ce parasite est très peu pathogène et qu'il n'a aucun rapport avec la maladie du sommeil. La même année on découvre, en Ouganda, des trypanosomes dans le liquide céphalo-rachidien (LCR) de malades sommeilleux. Pour les chercheurs de l'époque, c'est lui le responsable de la maladie du sommeil. Ils en concluent alors qu'il existe en fait deux trypanosomes distincts : un dans le sang, peu pathogène, et un autre, dans le LCR et le système nerveux central, qui est le vrai responsable de la maladie du sommeil. Mais d'autres chercheurs constatent que les trypanosomes sanguicoles ne sont présents que dans les zones où sévit la maladie du sommeil : comme ils sont en tout point identiques à ceux du système nerveux, ils en concluent que le trypanosome se trouvant dans le sang constitue le premier stade de la maladie du sommeil.

Sachant que cette maladie évolue en 2 périodes et que le trypanosome en est l'agent pathogène, il reste alors à découvrir comment il se transmet. C'est chose faite en 1903. Bruce, suspectant les glossines d'être les vecteurs de la maladie, en fournit la preuve expérimentale en transmettant des trypanosomes à des animaux par l'intermédiaire de glossines sauvages nourries sur des sommeilleux.

En 1908, en Afrique de l'Est, on rapporte, des cas de maladie du sommeil remarquables par leur sévérité et leur courte durée d'évolution vers la mort.

En 1912 il est prouvé que le trypanosome responsable de cette forme aiguë diffère de *T. gambiense*. Du fait de son origine, l'agent pathogène de cette nouvelle forme de maladie du sommeil est appelé *T. rhodesiense*.

I-1-2- Les grandes flambées épidémiques

Sur le plan épidémiologique, la maladie du sommeil reste longtemps discrète, limitée à quelques villages ; mais, sous certaines conditions (encore mal connues) elle peut se propager brutalement, touchant parfois plusieurs pays en même temps. Historiquement on connaît 3 pandémies. Nous sommes actuellement entrés dans la troisième.

La première connue débute en 1885 au confluent des fleuves Oubangui et Zaïre, s'étendant jusqu'au lac Victoria. Elle fait près de cinq cent mille morts dans le bassin du Congo et l'on considère que c'est une des causes principales du sous peuplement de cette région.

La deuxième commence en Afrique centrale et s'étend, dès 1920, à l'Afrique de l'Ouest. C'est lors de cette pandémie que Jamot met en place ses fameuses "équipes mobiles", d'abord en Oubangui-Chari (République Centrafricaine) puis au Cameroun. Durant cette période sont créés les "Secteurs de Prophylaxie de la Maladie du Sommeil". Il est fait de même en Afrique de l'Ouest entre 1931 et 1935.

Dans les années 1950, grâce aux efforts des équipes de lutte, la 2^{ème} pandémie est maîtrisée. Dans la majorité des pays touchés, la prévalence de la maladie est inférieure à 0,1%.

La troisième, quant à elle, se développe dans les années 70 dans les anciens foyers de THA suite, en particulier, à la désorganisation des services administratifs après les indépendances et le relâchement des efforts des équipes médicales en place. Elle est sûrement accentuée par les modifications de l'environnement (climat et végétation) liées à l'intervention de l'homme sur son milieu (déforestation) qui favorisent l'installation des populations de glossines. Si, dans certains pays, la situation est relativement contrôlée, dans d'autres l'endémie prend aujourd'hui des proportions catastrophiques comme aux pires moments des pandémies précédentes.

I-1-3- Statistiques

Selon les estimations de l'O.M.S. :

- > la maladie sévit dans 36 pays d'Afrique au sud du Sahara ;
- > 3,5 millions (soit 6,4%) seulement font l'objet d'une surveillance ;
- > près de 400.000 personnes sont infectées, dont plus de 250.000 en République Démocratique du Congo et plus de 100.000 en Angola, alors que seulement 30.000 cas sont déclarés officiellement chaque année pour l'ensemble des pays touchés ;
- > 100 personnes meurent chaque jour de la THA.

Nous sommes ainsi revenus, dans certains pays, à une situation aussi dramatique que celle du début du siècle.

Parmi les pays concernés, il faut distinguer l'Angola, le Congo, la République Démocratique du Congo (ex-Zaïre), l'Ouganda et le Soudan qui sont en situation d'hyper-endémie, le Tchad, la République Centrafricaine, la Guinée, la Côte d'Ivoire, la Tanzanie, le Malawi, le Mozambique et le Cameroun qui sont en situation de méso-endémie et 14 autres pays qui sont encore considérés à risque (fig. 1).

I-1-4- Répartition géographique

La répartition de la THA est directement liée à celle du vecteur, la glossine. Elle se situe en Afrique intertropicale entre les latitudes 15° nord et 29° sud.

Mais les foyers de la THA (fig. 2) ne recouvrent pas l'ensemble de la zone de répartition des glossines : leurs limites dépendent de l'existence de conditions épidémiologiques favorables à l'apparition ou au maintien de la maladie (glossines locales anthropophiles, présence chez l'homme, ou l'animal, d'une souche de trypanosome pathogène, etc.). Ainsi, en savane, du fait du comportement des glossines anthropophiles, la maladie se superpose avec le réseau de galeries forestières alors que sa répartition est beaucoup plus diffuse en forêt.

I-1-5- Le parasite

Identité

Les trypanosomes sont des protozoaires flagellés sanguicoles exoérythrocytaires, constitués d'une seule cellule munie d'un flagelle. Ils se trouvent dans le sang et dans d'autres liquides biologiques.

Il n'y a que 2 espèces pathogènes pour l'homme :

- ❖ *Trypanosoma cruzi*, responsable de la trypanosomiase humaine américaine (ou maladie de Chagas) qui n'existe qu'en Amérique du sud et dont le vecteur est une punaise (*Triatoma sp.*) ;

- ❖ *Trypanosoma brucei*, localisé en Afrique dans les régions où vivent les tsé-tsé. *T. brucei* comprend 3 sous-espèces, uniquement transmises par les glossines donc n'existant que dans leur zone de répartition. Depuis la découverte des trypanosomes du groupe *brucei*, il existe une polémique au sujet de leur taxonomie. On retiendra que l'on admet l'existence d'une seule espèce *T. brucei* se subdivisant en trois sous-espèces :

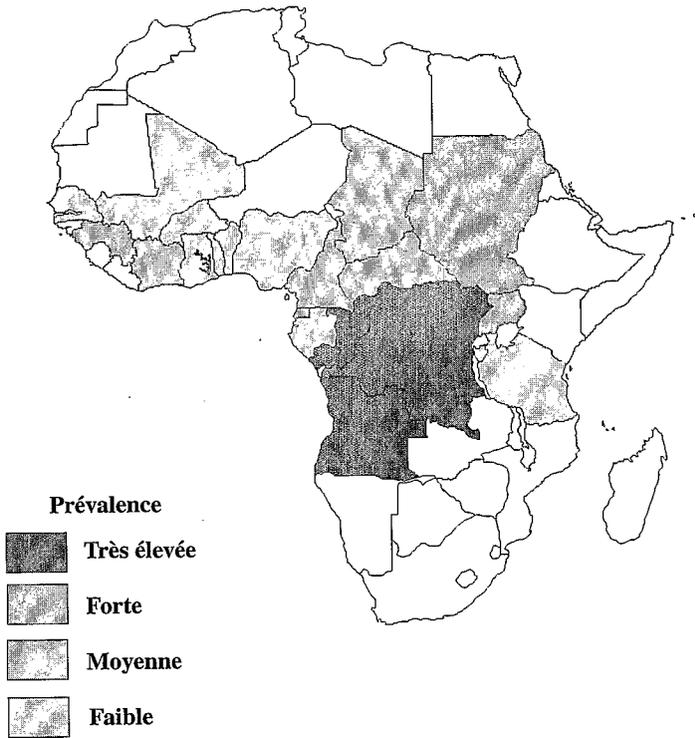


Figure 1 : Pays à risque classés par ordre d'importance de la prévalence.

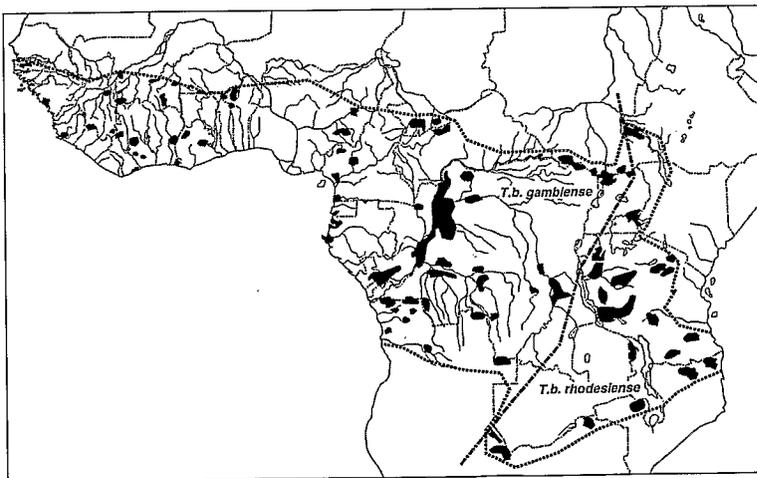


Figure 2 : Principaux foyers de THA et répartition de *T. b. gambiense* et de *T. b. rhodesiense*.

♦ *Trypanosoma brucei brucei* est un parasite du bétail. Il est responsable d'une trypanosomose appelée Nagana.

♦ *Trypanosoma brucei gambiense* est l'agent de la Maladie du Sommeil dans sa forme chronique, en Afrique de l'ouest et en Afrique centrale. Il n'est théoriquement pathogène que pour l'homme.

♦ *Trypanosoma brucei rhodesiense* est l'agent d'une anthroponose. Présent en Afrique de l'est il est responsable chez l'homme d'une forme particulière de THA dont l'évolution clinique est aiguë.

Morphologie

Après fixation et coloration au Giemsa, le trypanosome apparaît comme un élément allongé avec un noyau médian et un petit point rouge à une de ses extrémités : le kinétoplaste d'où part un flagelle. Celui-ci sort de la cellule sur un de ses côtés et lui reste fixé par une membrane : les mouvements imprimés à la membrane par le flagelle lui ont fait donner le nom de "membrane ondulante".

A l'extrémité antérieure du parasite, il est libre sur 6 à 7 mm.

Trypanosoma brucei gambiense mesure de 20 à 30 microns (μm) de long (fig. 3, 4 & 5).

Dans le sang, *T. b. gambiense* peut se voir sous plusieurs formes.

La forme longue ou grêle dite "slender" dont la taille moyenne est de 23 à 30 μm mais qui peut dépasser 40 μm . Elle est munie d'un flagelle libre bien marqué de 6 μm environ et d'une membrane ondulante bien développée. Le kinétoplaste est sub-terminal à plus de 4 μm de l'extrémité postérieure qui elle-même est allongée. Le noyau est ovale. Le trypanosome se multiplie dans le sang sous cette forme.

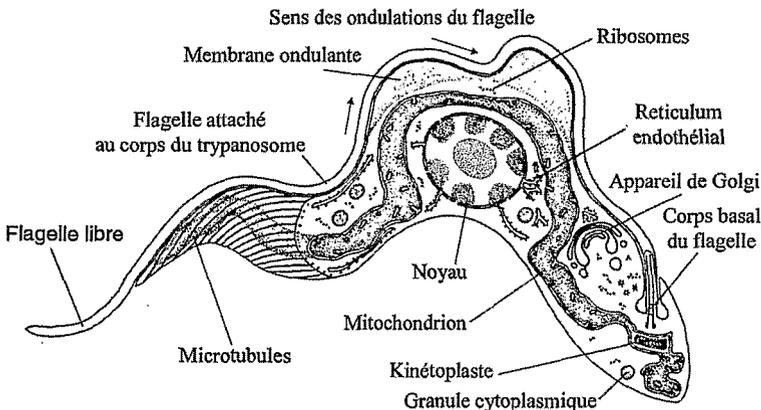


Figure 3 : Morphologie de *T. brucei*.

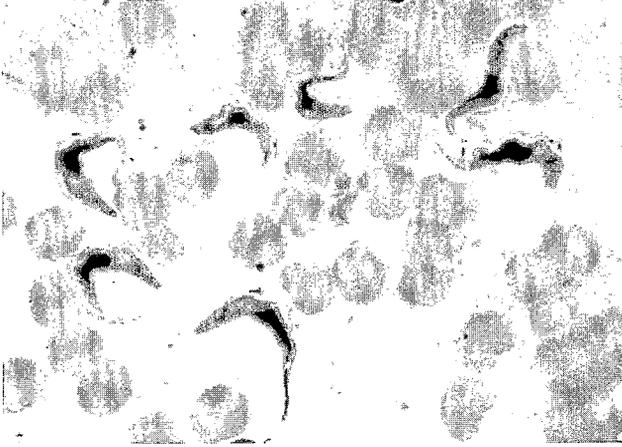


Figure 4 : Trypanosomes dans le sang.

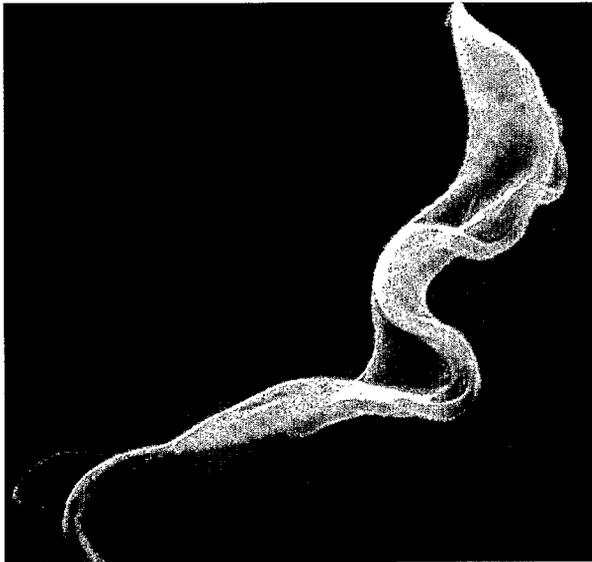


Figure 5 : Trypanosome fortement grossi.

La forme courte ou trapue, dite "stumpy", mesurant 12 à 26 μm est épaisse sans flagelle libre (ou faiblement marqué), avec un kinétoplaste plus terminal que dans la forme longue, une extrémité postérieure arrondie, un noyau arrondi et une membrane ondulante bien développée.

Les trypanosomes restent dans les systèmes sanguin et lymphatique pendant une durée variable, quelques semaines à plusieurs années. Mais tôt ou tard, ils réussiront à traverser la barrière méningée qui protège le système nerveux central. A partir de cet instant, le malade passe dans une nouvelle phase de la maladie, phase dite de polarisation cérébrale ou 2^{ème} période. Elle se traduit par une aggravation de son état avec apparition de signes neurologiques et par une disparition presque totale des trypanosomes dans le sang : à ce stade on les rencontre presque exclusivement dans les tissus et liquides du système nerveux central.

Cycle du trypanosome dans la nature

Le cycle de transmission du parasite dans la nature paraît assez simple (fig 6). Tant qu'une personne a des trypanosomes dans le sang il est source de contamination possible pour toutes les glossines qui pourraient le piquer.

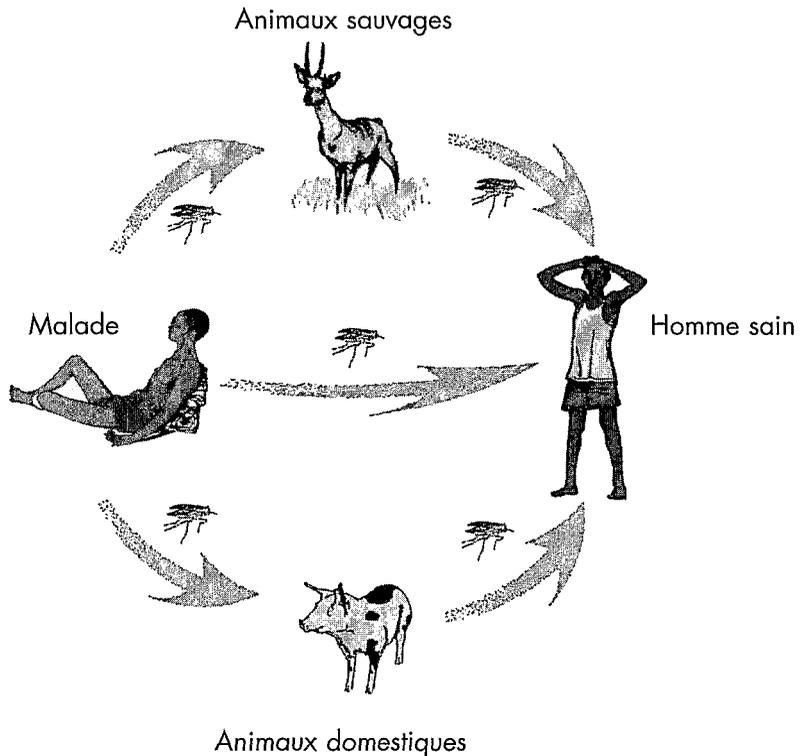
Les malades en 1^{ère} période représentent donc le réservoir de parasites le plus dangereux, d'autant qu'ils ont peu de signes cliniques et, le plus souvent, ne se sentant pas malades, vaquent à leurs occupations normalement.

En 2^{ème} période, les trypanosomes disparaissent progressivement du sang et, du fait de la gravité de la maladie, les malades allant de moins en moins travailler sont moins exposés aux glossines et ne représentent pas un réservoir important.

Le cycle se complique du fait de deux phénomènes :

- d'abord l'éclectisme alimentaire de la glossine qui la pousse à se nourrir aussi bien sur l'homme que sur plusieurs espèces animales (voir chap. VI-8) ;
- ensuite sur l'adaptabilité de *T. b. gambiense* à plusieurs hôtes (voir chap. VII-2). Le parasite peut ainsi se retrouver chez des animaux domestiques comme le porc, le chien ou le mouton, et chez des animaux sauvages, principalement des petites antilopes. La glossine se nourrissant en fonction de la disponibilité de ses hôtes potentiels, pourra entretenir un cycle purement domestique (homme – porc – homme par exemple) ou "sauvage" (antilope – antilope). Mais la capacité de dispersion de l'insecte et la mobilité des animaux sauvages dans l'environnement anthropisé permettront le passage du trypanosome d'un cycle à l'autre.

Les études sont loin d'être terminées sur ce sujet, mais on peut estimer que ces cycles imbriqués expliquent la pérennité de l'endémie sommeilleuse et les brutales résurgences cycliques observées depuis un siècle.

Figure 6 : *Trypanosoma b. gambiense*.

I-2- La recherche

Nous verrons par la suite que les études qui furent menées depuis le début de ce siècle sur la glossine ont permis de bien comprendre la biologie, l'éthologie et l'écologie des différentes espèces importantes en médecine humaine ou vétérinaire. Ces études ont permis de mieux comprendre certains schémas épidémiologiques; elles ont aussi permis de mettre au point différentes techniques de lutte généralement efficaces, pas toujours efficientes.

Cependant on doit constater que très rarement ces outils de lutte ont été utilisés à grande échelle pour des campagne nationales. La première raison évoquée est toujours le coût : si cette objection est recevable pour certaines techniques, appliquées dans certaines conditions, elle ne l'est pas pour d'autres comme le piégeage (voir chap. VIII-7). La seconde raison, souvent avancée par les décideurs, est l'inefficacité de ces techniques de lutte.

C'est à la fois inexact et exact :

➤ Inexact dans la mesure où ces techniques ont été mises au point et éprouvées par des chercheurs, mais il est vrai dans des conditions expérimentales ou semi-opérationnelles où de nombreux paramètres étaient contrôlés.

- Exact pour deux raisons :
 - d'abord parce que bien des fois le transfert de technologie ne s'est pas fait ou s'est mal fait. Des applications menées par les utilisateurs nationaux ont trop souvent abouti à des échecs soit parce que le matériel était mal construit ou inadapté soit parce que son utilisation n'avait pas été comprise ;
 - ensuite, parce qu'en dépit de toutes les études dont nous parlions plus haut, les connaissances restent incomplètes sur plusieurs points capitaux.

Dépistage et diagnostic

Les techniques utilisées, sérologiques et parasitologiques, sont soit peu performantes (faible spécificité, faible sensibilité) soit trop onéreuses (ou, pire, inconues des services nationaux de santé). Il y a quelques années on avait déjà senti que ces techniques ne permettaient pas d'identifier tous les malades à cause de la variabilité des souches de trypanosomes. Enfin les prospections médicales, plutôt de type "commando", prennent très rarement en compte la population : aucun registre de recensement pour permettre un suivi de l'ensemble des communautés rurales ; rarement des fiches épidémiologiques pour comprendre qui est malade et pourquoi.

Traitement

Avant 1995, on mentionnait déjà des cas de résistance à un médicament utilisé pour traiter les malades en 2^{ème} période, le mélarsoprol, mais rien ne fut entrepris pour suivre et comprendre ce phénomène.

Entomologie

Les scientifiques ont trop souvent dissocié leurs disciplines, travaillant chacun dans leur spécialité. La pluridisciplinarité n'est arrivée que tardivement. Or nous essaierons de montrer dans ce manuel que la glossine n'est qu'un des maillons du cycle épidémiologique et que bien souvent son rôle dans la transmission est sous l'influence d'autres facteurs qui jusqu'à maintenant n'avaient pas été pris en compte par les entomologistes. Nous ne nions pas l'importance de la connaissance des lieux de repos de la tsé-tsé ou des préférences trophiques ; nous insistons sur le fait que ce vecteur fait partie d'un système qui doit être analysé dans sa totalité pour comprendre le mécanisme de la transmission et ceci dans chaque zone bio-géographique.

Ce système est composé de facteurs :

- abiotiques (climat, réseaux hydrographiques, etc.) que l'on doit prendre en compte mais sur lesquels on ne pourra pas intervenir ;
- biotiques, très diversifiés, dont le suivi permettra non seulement de comprendre un schéma épidémiologique particulier, mais aussi, et surtout, de découvrir les voies et moyens pour une intervention efficace.

Ainsi une population humaine ne doit pas être considérée seulement comme un groupe de personnes à risque et de malades mais bel et bien comme l'acteur principal, parfois le responsable, du cycle de transmission. Aussi la glossine ne doit-elle plus être étudiée isolément mais en relation avec le comportement de l'homme dans son milieu, ses pratiques, son habitat, ses croyances, etc..

Il en est de même pour les animaux, notamment les animaux sauvages. Ils ne représentent pas simplement une source de nourriture potentielle pour la tsé-tsé mais jouent un rôle, très certainement sous-estimé, dans l'épidémiologie de la THA en fonction de la nature de leurs relations à la fois avec la glossine, l'homme et le trypanosome.

Les relations glossines/trypanosomes sont, elles aussi, mal comprises car qui détermine réellement la capacité vectorielle de l'insecte, lui-même ou le parasite ?

Lutte antivectorielle

En réalité la lutte antivectorielle doit découler de la synthèse des études précédentes. Il est difficile de croire aujourd'hui que l'on pourra encore simplifier les outils de lutte, par contre on doit parvenir à mieux les utiliser.

Ceci ne sera obtenu qu'à deux conditions :

- que l'on arrive à identifier de façon précise, et pour chaque grand type de faciès épidémiologique, les sites de transmission. Leur identification permettra une application raisonnable, efficace et à moindre coût ;
- que l'on parvienne à comprendre les mentalités des futurs utilisateurs des outils de lutte, les communautés rurales, pour que l'utilisation des pièges ou des écrans devienne aussi banale que celle d'un produit phytosanitaire ou d'une moustiquaire.

La prévention

Il sera très certainement possible, à l'issue de ces études, de retenir plusieurs indicateurs qui pourront permettre de caractériser les zones à haut risque d'épidémisation en vue de mettre en place des réseaux de surveillance pouvant dispenser de la lutte antivectorielle.

Pour toutes ces recherches on dispose maintenant de techniques nouvelles qui devront rapidement être exploitées pour parvenir aux objectifs mentionnés ci-dessus. L'expression "Du satellite au microsattellite" doit désormais être assimilée par le glossinologiste. L'imagerie satellitaire et la biologie moléculaire doivent être utilisées dans la plupart des programmes de recherche. Cela ne dispensera nullement du travail de routine sur le terrain, le plus fastidieux certes, mais sans lequel aucun résultat valable ne pourra être obtenu même avec des techniques sophistiquées. Cela ne dispensera pas non plus le glossinologiste de travailler en pluridisciplinarité pour prendre en compte les préoccupations des chercheurs associés et partager avec eux ses propres problèmes.

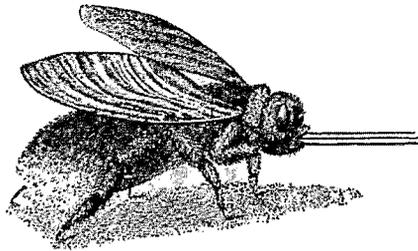
II

MORPHOLOGIE

Les méfaits de la glossine semblent connus depuis l'antiquité puisque des textes anciens mentionnent la piqûre d'insectes entraînant la mort du bétail dans les contrées reculées de la haute Egypte. Dans des écrits arabes du milieu du XIV^e siècle on trouve pour la première fois la description d'une maladie commençant par un sommeil profond et se terminant par la mort.

Nous résumons ci-après l'historique de la tsésé et des trypanosomoses de Hegh (1929).

La première mention "scientifique" de la glossine remonte à la fin du XVIII^e siècle. L'explorateur J. Bruce, lors de ses voyages en Nubie et en Abyssinie, rapporte l'existence d'une mouche piqueuse, la "Tsaltsalya" en éthiopien (fig. 7). Mais la description qu'il en fait et ses croquis font plutôt penser à un insecte du sous-genre Pangoninae (Austen, 1903).



TSALTSALYA .

Figure 7 : La "Tsaltsalya" selon Bruce.

Entre 1792 et 1796, en Sierra Leone, le naturaliste A. Afzelius récolte des insectes parmi lesquels Wiedemann (1830) fera la première description du genre *Glossina* et de l'espèce *Glossina longipalpis* (en fait *G. palpalis* d'après Austen, 1903).

En 1816, le long du fleuve Congo, J. Cranch, lui aussi naturaliste capture une mouche qui ne sera décrite que 14 ans plus tard par Robineau-Desvoidy (1830) sous le nom de *Nemorhina palpalis* (l'actuelle *G. palpalis*).

Le rôle de la glossine dans la transmission d'éventuelles maladies est alors toujours ignoré. Un entomologiste, J. Macquart (1835) prétend même que du fait de la ténuité de ses pièces buccales cette espèce ne peut se nourrir que de jus sucré.

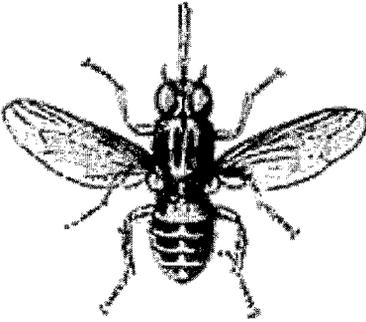
Entre 1836 et 1838, dans le Transvaal, Trigardt, son escorte et son troupeau, sont agressés par des mouches hématophages au niveau des gués qu'ils traversent. Une partie du bétail meurt au bout de deux semaines. Après avoir traversé des régions où les indigènes sont incapables de maintenir le moindre bétail, il ne lui reste plus un seul animal.

Il est certain que des Tabanides ne peuvent provoquer de tels dégâts en si peu de temps. Des observations similaires sont faites dans la même région par d'autres explorateurs.

En 1846, au Transvaal et au Bechouanaland, R. Gordon Cummings cite, pour la première fois, le mot "tsétsé" qui pourrait être d'origine Matabélé ou Zoulou. La même année un échantillon de tsétsé provenant du Rio Limpopo est expédié à Londres par C. Oswell et F. Vardon : cet exemplaire servira à Westwood (1850) pour décrire *Glossina morsitans*.

En 1852, Arnaud décrit une mouche provenant d'Afrique du Sud dont les piqûres tuent les animaux. Austen doute encore de cette identification et affirme qu'il s'agit toujours d'un Tabanidae (*Pangonia sp.*)

En 1857, D. Livingstone est le premier à faire des observations "bio-écologiques et éthologiques" sur cette espèce (fig. 8). Il commence à suspecter la tsétsé de transporter un "poison" dont le germe est inoculé lors de la piqûre. Mais le rôle vecteur de certains insectes ne sera admis et prouvé que 20 ans plus tard.



Bruce (1895) est le premier à mettre en évidence la relation entre le trypanosome (connu, lui, depuis la moitié du XVIII^{ème}), la trypanosomose animale (le Nagana) et la tsétsé.

Figure 8 : La tsétsé selon Livingstone.

Ce n'est que 10 ans plus tard que les mêmes découvertes seront faites sur la trypanosomiose humaine. En 1913, Roubaud et Bouet précisent l'évolution cyclique de chaque type de trypanosome à l'intérieur de la glossine.

Les glossines ont une taille variant, selon l'espèce, de 6 à 16 mm sans le proboscis (fig. 9 & 10). Leur corps est de couleur assez terne, variant du gris

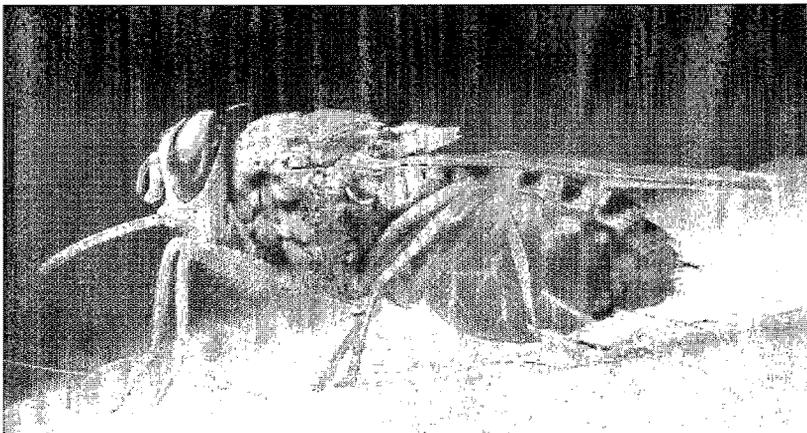


Figure 9 : Glossine vue de profil.

foncé au brun clair ; chez certaines espèces les tergites de l'abdomen portent des taches allant du gris bleu au jaune foncé ; les ailes se recouvrent l'une l'autre au repos à la manière des lames d'un ciseau ; l'appareil piqueur est dirigé vers l'avant ; leur vol est rapide. Il n'y a pas de dimorphisme sexuel notable ; le mâle et la femelle sont tous deux hémato-phages.

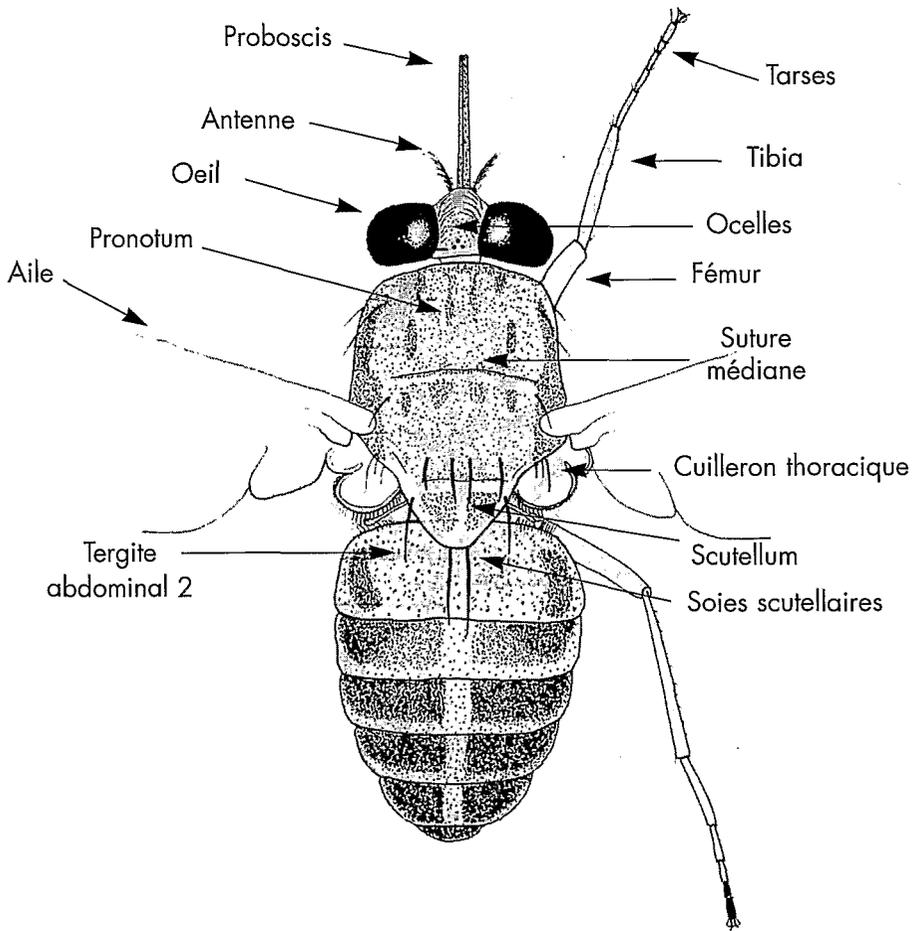


Figure 10 : Vue dorsale d'une glosine (*Glossina pallidipes*, d'après Pollock, 1982).

II-1- Morphologie de la tête

La tête très caractéristique de la glossine (fig. 11) permet de reconnaître l'insecte à coup sûr. Outre les différents organes décrits ci-dessous, la tête porte, entre les deux yeux, une suture, la suture ptilinale, trace du ptilinum : cet organe est un sac inclus dans la tête (voir fig. 13), dévaginable chez le jeune imago, qui, lors de la sortie du puparium (voir chap. VI), par gonflements et dégonflements successifs, va lui permettre de se frayer un passage dans le sol vers l'air libre.

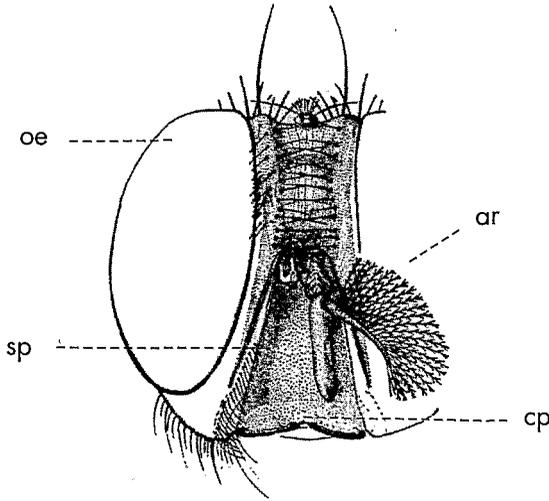


Figure 11 : Tête vue de face (in Buxton, 1955)
ar : arista ; cl = clypeus ; oe = œil ; sp = suture ptilinale.

II-1-1- Les pièces buccales

Le proboscis (ou haustellum), en position horizontale au repos (fig. 12), présente un renflement typique à sa base : le bulbe, extrémité postérieure de la theca, renfermant les muscles moteurs des pièces buccales.

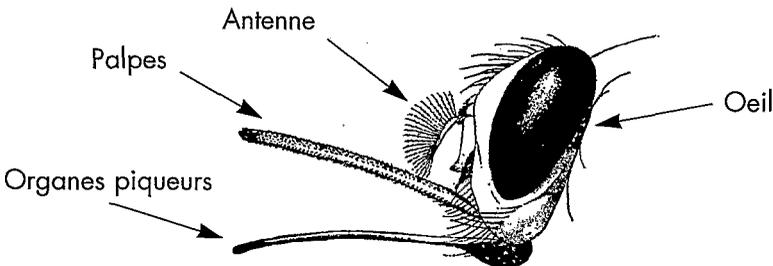


Figure 12 : Tête de la glossine.

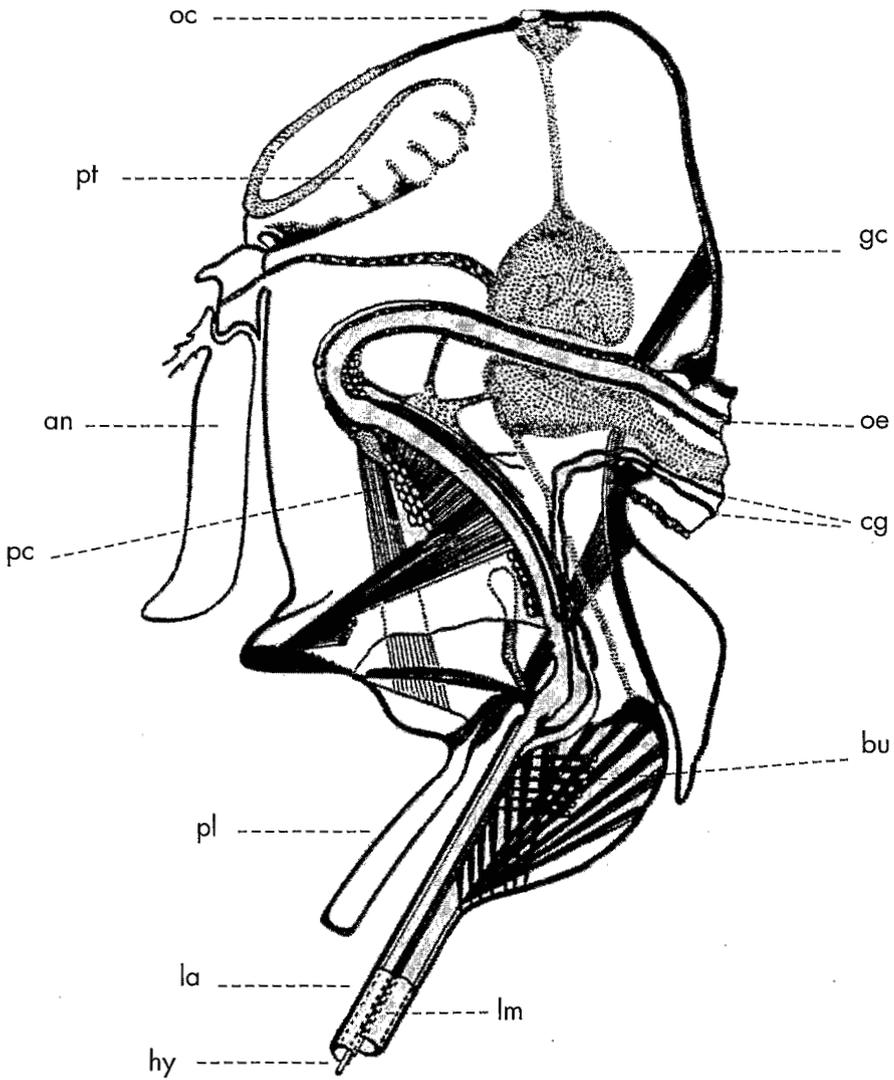


Figure 13 : Coupe frontale d'une tête de glossine (d'après Buxton, 1955).
an = antenne ; bu = bulbe ; cg = canal des glandes salivaires ;
gc = ganglion cervical ; hy = hypopharynx ; la = labre ; lm = labium ;
oc = ocelles ; oe = œsophage ; pc = pompe cibariale ;
pl = palpes maxillaires ; pt = ptilinum invaginé.

De taille variable selon l'espèce, le proboscis est constitué : d'une gaine, formée par les palpes, horizontaux, même au moment de la piqûre ; du labium ; constitué par la theca, rigide, et la gouttière labiale dont les ailes, comme le nom l'indique, forment une gouttière (fig. 13 & 14) ; le labium, organe piqueur, porte

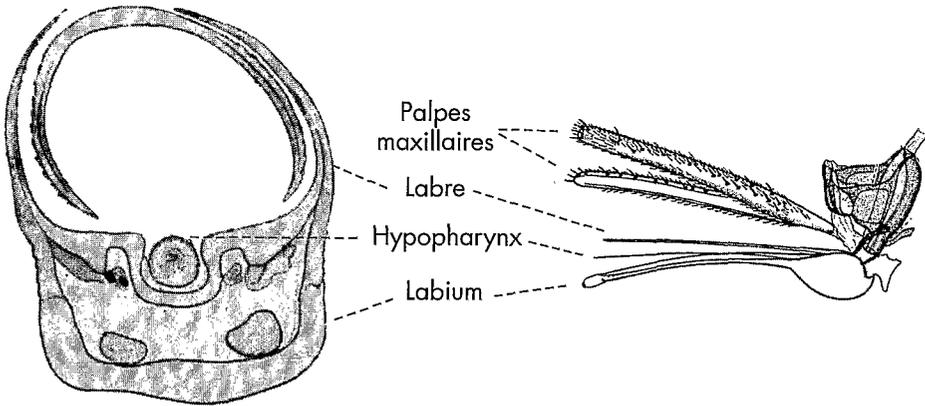


Figure 14 : Différentes pièces du proboscis.
A gauche coupe du proboscis d'après Hegh 1929.

à son extrémité les labelles (fig. 15), sortes de râpes qui dilacèrent les tissus pour créer, dans les chairs de l'hôte, un micro-hématome à partir duquel le sang est pompé ; la gouttière labiale est obturée à sa face supérieure par le labre, les deux pièces étant rendues solidaires par des dents et des crêtes ; labium et labre constituent le canal alimentaire par lequel le sang est aspiré grâce à la pompe cibariale (fig. 13) située dans la tête ; la salive, indispensable pour éviter la coagulation du sang, est injectée par un fin canal, l'hypopharynx, inclus dans le canal alimentaire.

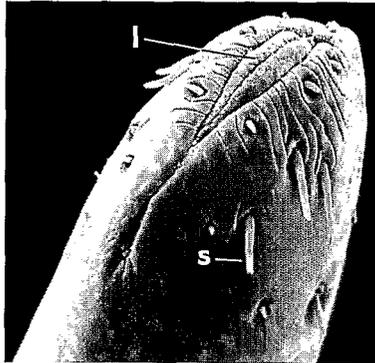


Figure 15 : Extrémité de la trompe
(cliché B. Geoffroy, IRD).
l = lèvres des labelles ; s = soies tactiles.

Ces pièces buccales portent des chimiorécepteurs et des mécanorécepteurs permettant à l'insecte de reconnaître des substances chimiques et de réguler le flot de sang du repas.

II-1-2- Les antennes

Les antennes sont formées par trois articles dont les deux premiers sont courts et peu visibles alors que le troisième, allongé et très légèrement recourbé vers l'avant, porte l'arista, longue soie plumée sur son bord supérieur (fig. 16).

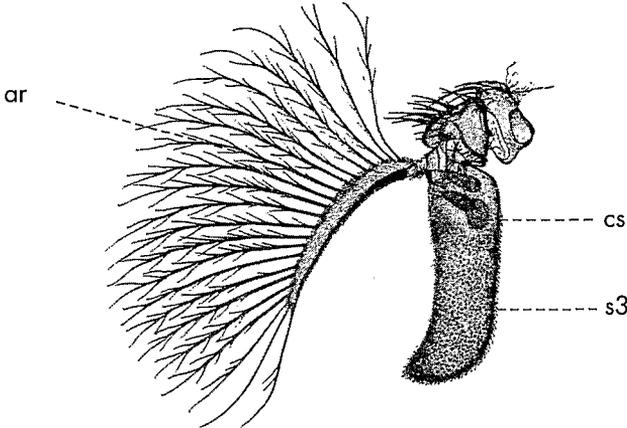


Figure 16 : Antenne de glossine.
ar = arista ; cs = crypte sensorielle ; s3 = segment 3.

Le 3^{ème} segment antennaire porte des cryptes sensorielles (organes de l'odorat) (fig. 17) et est recouvert d'une pilosité plus ou moins dense et plus ou

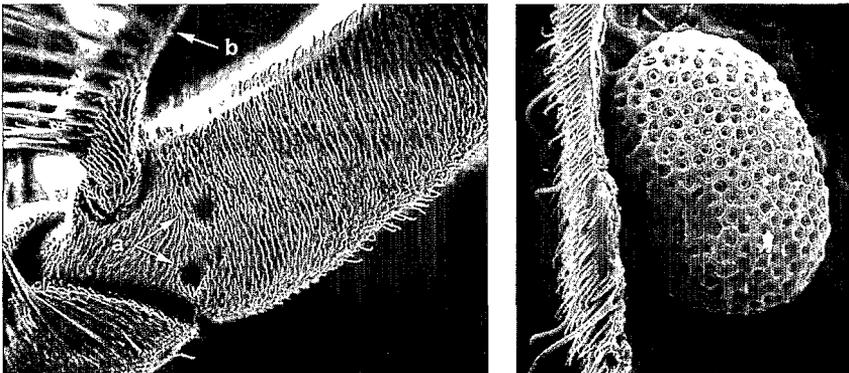


Figure 17 : Cryptes sensorielles (a) sur le 3^{ème} segment antennaire.
A droite détail de l'organe sensoriel à l'intérieur de la crypte
(clichés B. Geoffroy, IRD)

moins longue : la longueur de la "frange antennaire" est un critère utilisé en systématique (fig. 18).

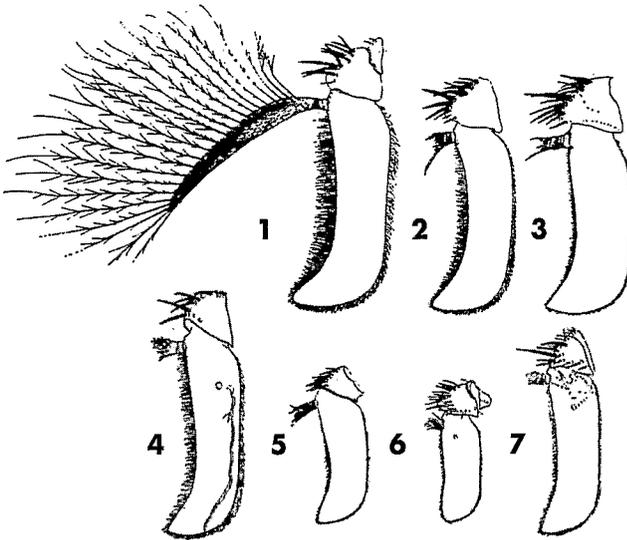


Figure 18 : Antennes de différents types de glossines.
1. *G. nigrofusca* ; 2. *G. tabaniformis* ; 3. *G. fusca* ; 4. *G. pallidipes* ;
5. *G. palpalis* ; 6. *G. tachinoides* ; 7. *G. morsitans*.

II-1-3- Les yeux

La glossine est pourvue de deux gros yeux à facettes, largement séparés ; à l'inverse des Tabanidés il n'y a pas de dimorphisme sexuel. Les organes de vision sont complétés par trois ocelles situés sur le sommet de la tête, disposés en triangle la pointe dirigée vers l'avant : sans intérêt dans la vision elle-même, les ocelles doivent servir à percevoir les modifications de l'intensité lumineuse et jouer le rôle d'organes de stimulation potentialisant la réaction réflexe face à un stimulus reçu par les yeux composés (*in* Buxton, 1955).

II-2- Morphologie du thorax

Le thorax de la glossine est constitué de trois parties fusionnées, dérivées du segment mésothoracique, portant les ailes et les pattes. La face supérieure du thorax montre une suture transversale (suture mésonotale) séparant deux plages chitinisées de couleur variable selon les espèces : le préscutum et le scutum. En position postérieure, le scutellum, petite plaque proéminente, porte des soies plus ou moins longues : les soies scutellaires (fig. 10). Les côtés du thorax, divisés en plaques (les pleures) portent deux paires de spiracles, orifices du système respiratoire trachéen, et de longues soies utiles en taxonomie (fig. 19).

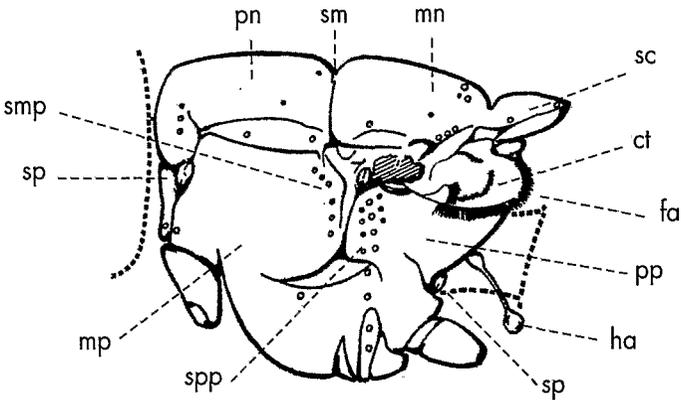


Figure 19 : Vue latérale du thorax de la glossine.

ct = cuilleron thoracique ; cx = coxa ; fa = frange alaire ; ha = haltères ;
 mn = mésonotum ; mp = mésopleure ; pn = pronotum ; pp = ptéropeure ;
 sc = scutellum ; sm = suture mésonotale ; smp = soies mésonotales ;
 spp = soies ptéropleurales ; sp = spiracle.

Au repos, les ailes de la glossine, à la différence de celles de nombreux autres diptères, sont repliées sur l'abdomen qu'elles dépassent en longueur. Fortement charpentées au niveau du bord d'attaque par un réseau serré de nervures (fig. 20), elles ont par contre un bord postérieur très fragile dont le niveau d'usure servira à la détermination approximative de l'âge (chap. V-2).

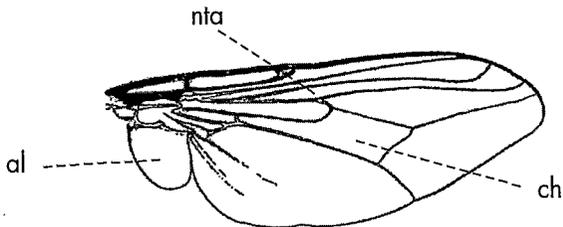


Figure 20 : Aile de glossine.

al = allula ; ch = cellule en hache ; nta = nervure transverse antérieure.

Ces ailes sont caractérisées par une cellule (espace limité par les nervures) en forme de hache et, à leur base, par un lobe bien prononcé, l'allula, et des cuillerons (fig. 21) dont la pilosité plus ou moins longue et frisée est caractéristique de certains sous-genres et espèces. La seconde paire d'ailes est réduite à deux haltères (ou balanciers), situées sous les ailes vraies, servant de gyroscope.

Les nervures, et en particulier la nervure du bord d'attaque, portent un réseau serré de chimiorécepteurs (fig. 22).

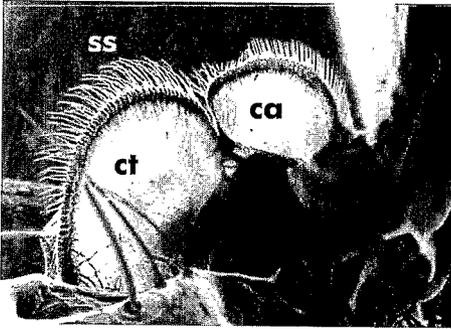


Figure 21 : Cuillerons chez *G. fuscipes fuscipes*. (Cliché B. Geoffroy, IRD).
ca = cuilleron alaire ; ct = cuilleron thoracique ; ss = soies sensorielles

Figure 22 : Chimiorécepteur sur le bord d'attaque de l'aile de *G. m. submorsitans* (Cliché B. Geoffroy, IRD).
ch = chimiorécepteur ;
mi = microtriche.

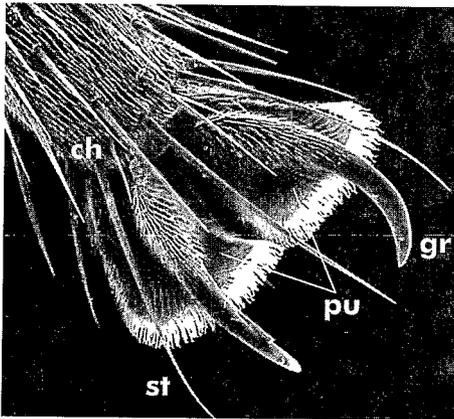
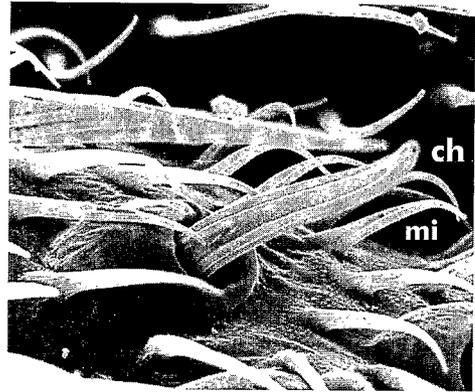
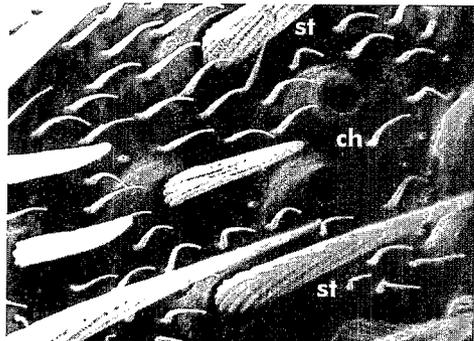


Figure 23 : Pulvilli et griffes de la patte de *G. tachinoides*. (Cliché B. Geoffroy, IRD)
ch = chimiorécepteur ; gr = griffe ;
pu = pulvilli ; st = soie tactile.

Figure 24 : Chimiorécepteur sur le tibia de *G. tachinoides*. (Cliché B. Geoffroy, IRD)
ch = chimiorécepteur ; st = soie tactile.



Les pattes ne présentent aucune particularité notable par rapport à celles de tous les insectes. Elles sont composées de cinq parties : coxa, trochanter, fémur, tibia et tarse : ce dernier, formé de cinq articles diversement colorés selon les espèces, se termine par une paire de griffes surmontant deux pulvilli (ou pelotes) (fig. 23). Les tibia portent des chimiorécepteurs (fig. 24) et les tarses portent des thermorécepteurs permettant à la glossine de tester la température de son support et de choisir le plus favorable (voir chap. VI-7).

II-3- Morphologie de l'abdomen

L'abdomen est constitué par huit segments dont sept sont visibles dorsalement (fig. 25). Les tergites sont diversement colorés : de couleur uniforme ou

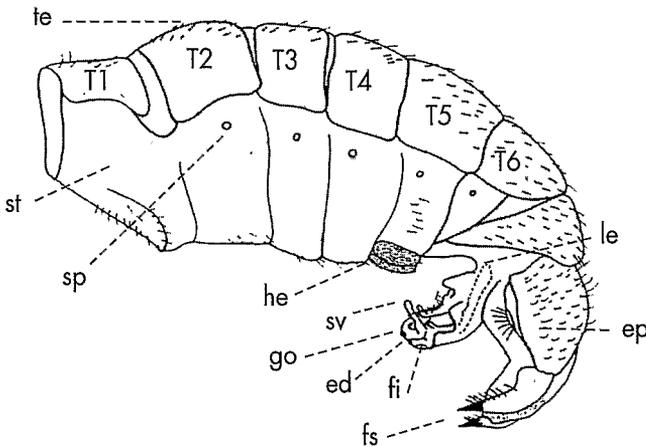


Figure 25 : Abdomen de la glossine mâle.

ed = édéage ; ep = epandrium ; fi = forcipule inférieure ; fs = forcipule supérieure ; go = gonopore ; he = hectors ; le = levier de l'édéage ; sp = spiracle ; st = sternite ; sv = sac vermiforme ; te = tergite (T1 à T6).

avec des taches sombres sur un fond plus clair. Cette coloration est en général caractéristique de l'espèce mais les trop nombreuses variations intra-spécifiques, naturelles ou induites par divers facteurs externes (nourriture, température dans le gîte de reproduction), ne permettent pas toujours d'utiliser ce critère en systématique.

L'extrémité de l'abdomen porte les pièces externes des genitalia (fig. 26).

II-3-1- Genitalia mâles

L'appareil sexuel mâle est d'une extrême complexité (fig. 25 et 28). Au repos les organes de copulation sont repliés deux fois pour venir se loger contre la face inférieure du septième segment, juste en dessous du sternite 5 qui porte

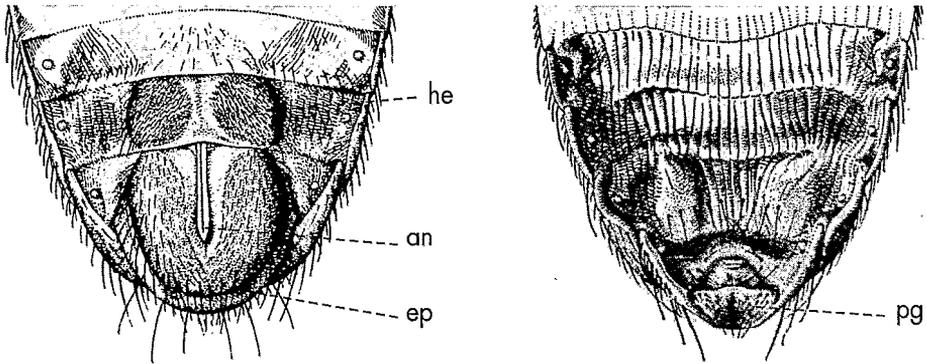


Figure 26 : Extrémité de l'abdomen (face ventrale) du mâle (gauche) et de la femelle (droite).

an = anus ; ep = epandrium ; he = hectors ; pg = plaques génitales.

une plaque chitinisée et poilue : les hectors. Les cerques, ou forcipules supérieures, organes de maintien de la femelle pendant la copulation, sont articulés sur les vestiges du dixième segment (ou epandrium, portant l'an) dans lequel elles se logent au repos enfermant l'appareil phallique. L'epandrium se replie à son tour, formant à l'extrémité distale de l'abdomen une protubérance plus foncée permettant de distinguer rapidement les mâles des femelles.

Les cerques, dont la forme varie selon les sous-genres (voir chap. III), sont en forme de dents ou arrondis, libres, jointifs ou reliés par une membrane (fig. 27).

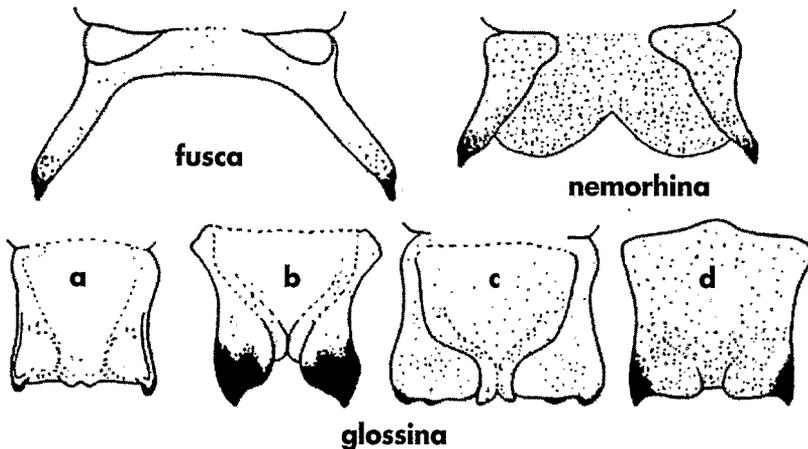


Figure 27 : Forcipules supérieures de mâles de différents sous-genres ou espèces.

a = *G. austeni* ; b = *G. longipalpis* ; c = *G. morsitans* ; d = *G. pallidipes*.

L'appareil copulateur, lui aussi très complexe, comprend :

> la phalothèque sclérifiée à sa base, membraneuse à l'extrémité, formant deux vésicules extensibles, les sacs vermiformes; à la base de la phalothèque se trouvent deux pièces symétriques fort utiles pour la classification des espèces, les paramères ou forcipules inférieurs (fig. 29). Ces pièces, de formes variées, participant dans une certaine mesure au maintien de la femelle, sont des plaques plus ou moins poilues se terminant par un rétrécissement, le "cou", surmonté d'une partie élargie, la "tête".

> le phallosome, constitué essentiellement par l'édéage, portant à son extrémité le gonopore, monté sur un sclérite interne (levier de l'édéage). Les parties membraneuses de l'édéage sont soutenues par des baguettes chitineuses, les harpes, se terminant chez le groupe *Austenina* par une pointe libre acérée.

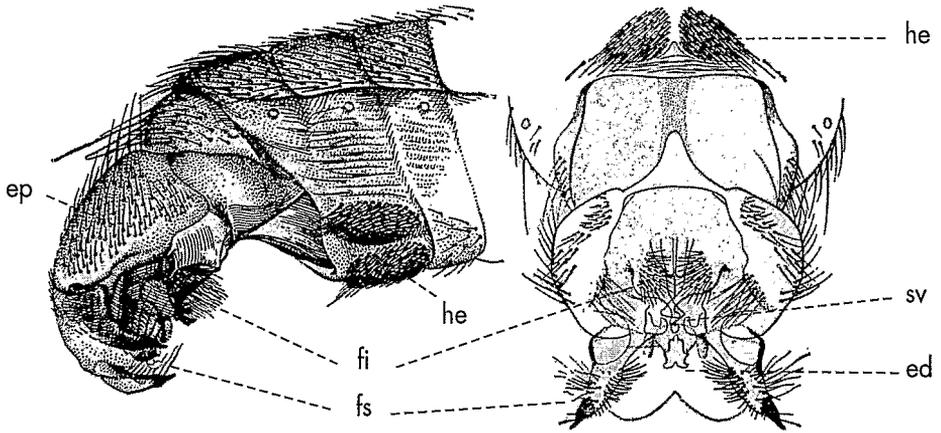


Figure 28 : Abdomen de la glossine mâle.

ed = édéage ; ep = epandrium ; fi = forcipule inférieure ; fs = forcipule supérieure ; he = hectors ; sv = sac vermiforme.

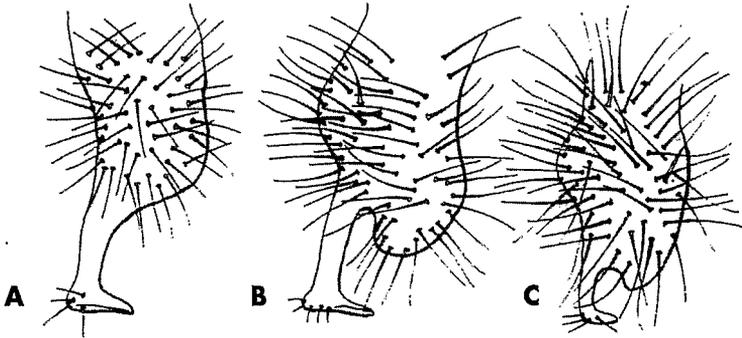


Figure 29 : Forcipule inférieurs des mâles de *Glossina palpalis* (A), *fuscipes martinii* (B), *G. f. fuscipes* (C). (in Buxton, 1955).

II-3-2- Genitalia femelles

Les genitalia de la femelle sont réduites à des plaques situées à l'extrémité du septième segment visible, au niveau de l'anus (fig. 30). Dans le sous-genre *Nemorhina* cette armature génitale se compose d'une paire de plaques dorsales, d'une plaque impaire medio-dorsale, d'une paire de plaques anales et d'une plaque sternale impaire ; dans le sous-genre *Glossina* les plaques anales sont soudées et les dorsales sont absentes ; dans le sous-genre *Austenina*, la femelle a deux plaques dorsales, deux anales et une sternale.

Au niveau du sixième sternite on remarque chez de nombreuses espèces des taches noires, punctiformes, qui sont les cicatrices faites par les cerques du mâle lors de l'accouplement (cicatrices de copulation).

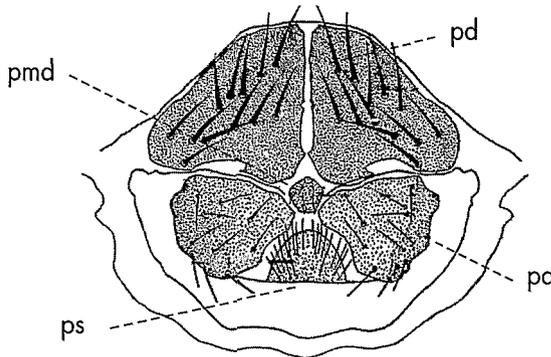


Figure 30 : Appareil génital de la femelle.

pa = plaque anale ; pd = plaque dorsale ; pmd = plaque medio-dorsale ;
ps = plaque sternale.

II-3-3- Le groupe *Austenina*

Les femelles du groupe *Austenina* se distinguent par la présence, dans l'utérus du signum (fig. 31). C'est une pièce sclérifiée, dans la partie antéro-dorsale de l'utérus, de formes variées permettant l'identification des espèces et des sous-espèces du groupe (mais par des spécialistes).

Son rôle a longtemps été ignoré. Machado (1964) ayant observé des taches noirâtres sur certaines parties du signum et ayant comparé leur position avec la forme des harpes du mâle en a déduit qu'il existe une coaptation parfaite entre les deux organes et donc que le signum :

- permet la fixation de l'édéage du mâle lors de la copulation ;
- sert de protection contre le risque de perforation par les harpes.

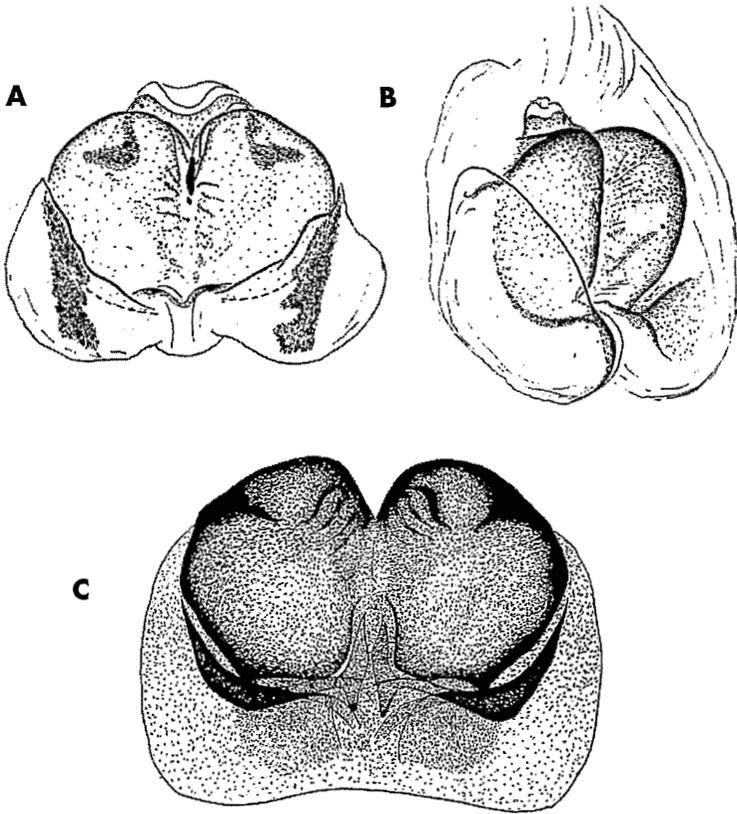


Figure 31 : Signum d'une femelle de *Glossina fusca congolensis* :
A : face ventrale , **B** : vue de trois quarts (in Machado, 1964) ;
C : Signum de *Glossina fusca fusca* (in Zumpt, 1936).

III

DETERMINATION DES ESPECES

La glossine fait partie de l'ordre des Diptères Cyclorrhapes Schizophores c'est à dire des insectes dont l'imago rompt son puparium selon une déchirure circulaire à l'aide d'un sac frontal gonflable, le ptilinum. Une famille a été récemment créée spécialement, les Glossinidae, pour un seul genre : *Glossina*.

Les 31 espèces et sous-espèces de glossines ont des aires de répartition bien délimitées (Ford & Katondo, 1973) avec un minimum de chevauchement, aussi est-il préférable d'utiliser la clé de Pollock (1982) qui a divisé l'Afrique en 5 grandes sous-régions, chacune caractérisée par la prédominance de quelques espèces particulièrement importantes (fig. 32) ; cette clé ne mentionne pas toutes les espèces du sous-genre *Austenina*, sans intérêt médical, (seulement quelques espèces facilement identifiables) ni les sous-espèces : elles ne peuvent être déterminées, bien souvent avec beaucoup de difficultés, que par un spécialiste après dissection et préparation pour l'observation microscopique.

1. Cuillerons alaires avec frange soyeuse longue et bouclée (fig. 21) ; grandes soies sous le point d'attache de l'aile ; face inférieure du bulbe brun pâle, plus sombre vers l'extrémité ; chez le mâle, cerques se terminant par de longues griffes sans membrane connective.....**A** Sous-genre *Austenina*

Cuillerons alaires sans frange soyeuse longue (fig. 21) ; pas de soies sous le point d'attache de l'aile (fig. 19) ; face inférieure du bulbe brun foncé ; chez le mâle, cerques ne se terminant pas en griffe (fig. 27).....**2**

2. Tous les articles des tarsi des pattes postérieures sont noirs ou d'un brun très foncé (N.B. : *G. austeni* possède ce caractère bien que faisant partie du sous-genre *Glossina* - voir ci-dessous- elle pourra être classée facilement par les genitalia des mâles et des femelles).....**B** Sous-genre *Nemorhina*

Seulement les deux derniers articles des tarsi postérieurs sont noirs sauf chez l'espèce *G. austeni* chez qui tous les segments sont foncés (mais dans ce cas les cerques du mâle sont caractéristiques - Fig. 27).....**C** Sous-genre *Glossina*

III-1-Région 1 : Côte orientale de l'Afrique

Six espèces appartenant à deux sous-genres :

<i>Glossina</i>		<i>Austenina</i>
<i>G. austeni</i>	<i>G. pallidipes</i>	<i>G. brevipalpis</i>
<i>G. morsitans</i>	<i>G. swynnertoni</i>	<i>G. longipennis</i>

Sous-genre *Austenina*.

A-1. Espèce rose pâle ou brun jaune ; face dorsale du thorax présentant 4 taches sombres disposées en rectangle (fig. 32A) ; apex du bulbe (face inférieure) plus foncé que la base (fig. 32B) ; ailes sans tache sombre sur la nervure transverse antérieure.....*G. longipennis*

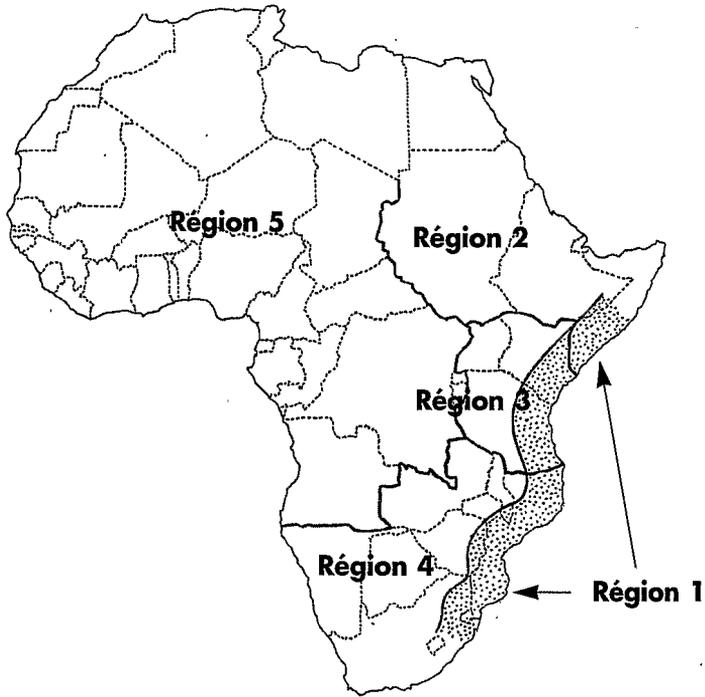


Figure 32 : Carte d'Afrique montrant les 5 régions occupées par diverses populations de glossines (in Pollock, 1982).

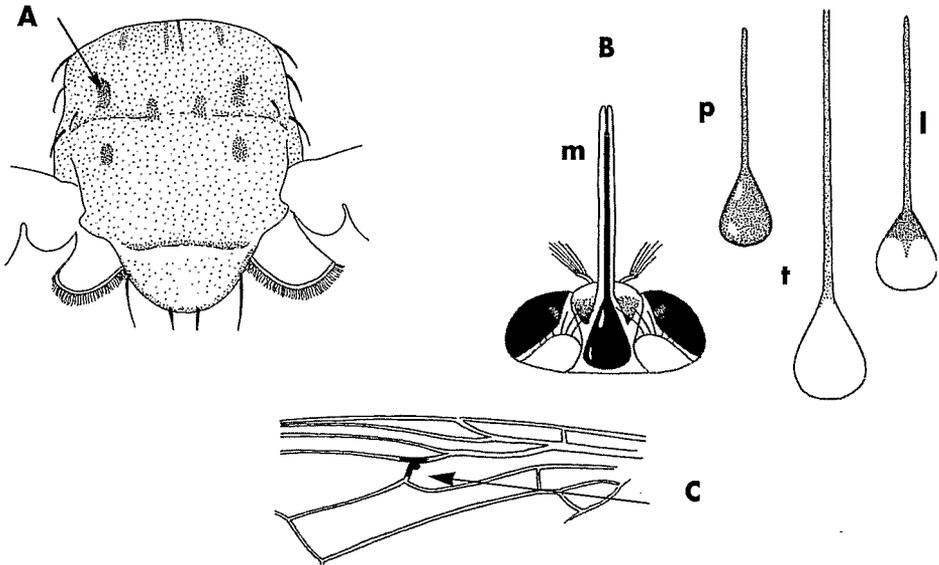


Figure 32 : **A** - Thorax de *G. longipennis* ; **B** - Vue ventrale de la theca de *G. morsitans* (m), *G. palpalis* (p), *G. tabaniformis* (t), *G. longipennis* (l) ; **C** - détail de l'aile de *G. brevipalpis*.

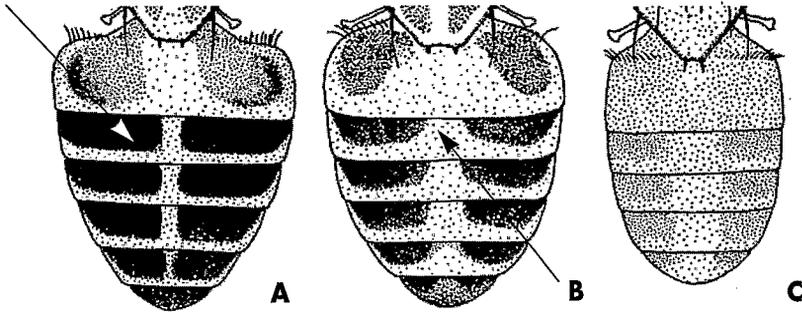


Figure 33 : Tâches abdominales de *G. swynnertoni* (A), *G. morsitans* (B), *G. austeni* (C).

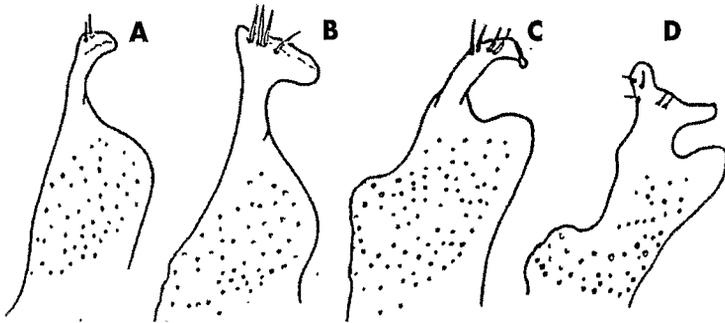


Figure 34 : Forcipules inférieures de *G. p. palpalis* (A), *G. p. gambiensis* (B), *G. f. fuscipes* (C), *G. tachinoides* (D).

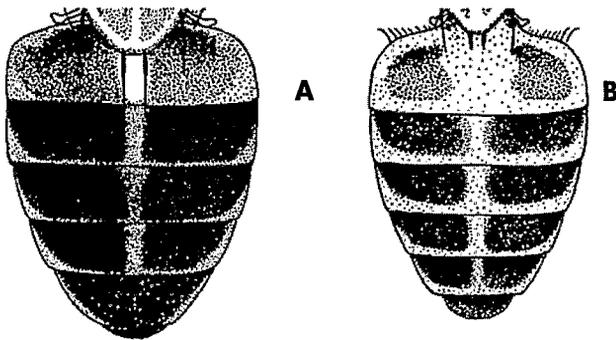


Figure 35 : Tâches abdominales de *G. fuscipes* (A) et de *G. tachinoides* (B).

Teinte générale brun foncé; thorax sans taches sombres; face inférieure du bulbe uniformément pâle (fig. 32B); tache sombre sur la nervure transverse antérieure de l'aile (fig. 32C).....*G. brevivalpis*

Sous-genre *Glossina*.

C-1. Mouches de petite taille (7,5 à 8,5 mm); face dorsale brun rougeâtre sans bandes abdominales marquées (fig. 33C); teinte sombre des tarsi postérieurs non limitée aux deux derniers articles; cerques du mâle sans dents fortement chitinisées à l'apex (fig. 27b).....*G. austeni*

Mouches de grande taille (8 à 11 mm); face dorsale brune avec ou sans bandes abdominales bien marquées; seulement les deux derniers articles des tarsi postérieurs sombres.....**C-2**

C-2. Tous les tarsi des pattes antérieures brun pâle (fig. 4); frange antennaire longue (égale au 1/3 de la largeur de l'antenne) (fig. 18.4); longueur du 3^{ème} segment de l'antenne égale à 5 fois sa largeur; chez le mâle pas de saillie (lan-guettes) entre les cerques (fig. 34d); chez la femelle les soies scutellaires médianes sont longues.....*G. pallidipes*

Avant dernier article des tarsi antérieurs noir; frange antennaire très courte; longueur du 3^{ème} segment de l'antenne moins de 4 fois sa largeur; chez le mâle pas de saillie entre les cerques; chez la femelles les soies scutellaires médianes sont courtes.....**C-3**

C-3. Sur le 3^{ème} segment abdominal, bordure interne de la bande sombre forme un angle presque droit (fig. 33A) rendant très distincte la ligne pâle médiane.....*G. swynnertoni*

Cette bordure est courbe et moins bien marquée, ne faisant pas très net-tement ressortir la bande médiane (fig. 33B).....*G. morsitans*

III-2-Région 2 : Soudan, Ethiopie, Somalie

Huit espèces appartenant à trois sous-genres :

<i>Glossina</i>	<i>Nemorhina</i>	<i>Austenina</i>
<i>G. austeni</i>	<i>G. fuscipes</i>	<i>G. brevivalpis</i>
<i>G. morsitans</i>	<i>G. tachinoides</i>	<i>G. fuscipleuris</i>
<i>G. pallidipes</i>		<i>G. longipennis</i>

Sous-genre Austenina.

A.1. Espèce rose pâle ou brun jaune; face dorsale du thorax portant quatre taches sombres disposées en rectangle (fig. 33A); apex du bulbe (face inférieure) plus foncé que la base (fig. 32B).....*G. longipennis*
 Teinte différente; thorax sans taches sombres disposées en rectangle; face inférieure du bulbe uniformément brun pâle.....**A.2**

A.2. Aile portant une marque sombre au niveau de la nervure transverse antérieure (fig. 26C)*G. brevipalpis*

Aile sans cette marque sombre.....*G. fuscipleuris*

Sous-genre Nemorhina

B.1 Face dorsale brun rougeâtre, sans bandes abdominales très marquées (fig. 33C); extrémité des cerques du mâle sans dents très fortement chitinisées (fig. 27a).....*G. austeni*

Face dorsale d'une autre couleur, avec ou sans bandes abdominales bien marquées; cerques du mâle terminées en griffes reliées par une membrane (fig. 27).....**B.2**

B.2 Espèce de 8 à 11 mm, sombre, avec des tergites abdominaux portant une étroite bordure claire (fig. 35A); les forcipules inférieurs (gonopodes) du mâle ont un "cou" long et mince avec une petite "tête" (fig. 23 & 28C)...*G. fuscipes*

Espèce de 6,5 à 9 mm, claire, tergites abdominaux portant une bordure claire large détachant bien les tâches noires du fond jaune (fig. 35B); les forcipules inférieurs du mâles ont un "cou" large et une grosse "tête" (fig. 28D).....*G. tachinoïdes*

Sous-genre Glossina.....Même clé qu'en région 1.

III-3-Région 3 : Ouganda, Kenya, Tanzanie

10 espèces appartenant à trois sous-genres :

<i>Austenina</i>		<i>Glossina</i>		<i>Nemorhina</i>
<i>G. brevipalpis</i>	<i>G. longipennis</i>	<i>G. austeni</i>	<i>G. swynnertoni</i>	<i>G. fuscipes</i>
<i>G. fusca</i>	<i>G. nigrofusca</i>	<i>G. morsitans</i>	<i>G. pallidipes</i>	
<i>G. fuscipleuris</i>				

Sous-genre *Austenina*.

A.1. Espèce rose pâle ou brun jaune ; face dorsale du thorax portant 4 taches sombres disposées en rectangle (fig. 26A) ; apex du bulbe (face inférieure) plus foncé que la base (fig. 26B).....*G. longipennis*

Teinte différente ; thorax sans taches sombres disposées en rectangle ; face inférieure du bulbe uniformément brun pâle.....**A.2**

A.2. Aile portant une marque sombre au niveau de la nervure transverse antérieure (fig. 26C).....*G. brevialpis*

Aile sans cette marque sombre : *G. fuscipleuris*, *G. fusca* et *G. nigrofusca* ne pourront être distinguées que par un spécialiste.

Sous-genre *Nemorhina* (y compris *G. austeni*) : idem Région 2 sans *G. tachinoides*.

Sous-genre *Glossina* Même clé qu'en Région 1.

III-4-Région 4 : sud et sud-est de l'Afrique

5 espèces appartenant à trois sous-genres :

<i>Glossina</i>	<i>Nemorhina</i>	<i>Austenina</i>
<i>G. morsitans</i>	<i>G. fuscipes</i>	<i>G. brevialpis</i>
<i>G. pallidipes</i>		

Sous-genre *Austenina*.

Une seule espèce.....*G. brevialpis*

Sous-genre *Nemorhina*.....Même clé qu'en Région 2 sauf *G. tachinoides*.

Sous-genre *Glossina*.

C-1. Tous les tarses des pattes antérieures de teinte brun pâle (fig. 4) ; frange antennaire longue (égale au tiers de la largeur de l'antenne) (fig. 12.4) ; la longueur du 3^{ème} segment de l'antenne est égale à 5 fois sa largeur ; chez le mâle les languettes ne font pas saillie (fig. 21D) ; chez la femelle, les soies scutellaires médianes sont longues.....*G. pallidipes*

Avant dernier article des tarses antérieurs noir ; frange antennaire très courte (fig. 12.7) ; longueur du 3^{ème} segment de l'antenne moins de 4 fois sa largeur ; chez le mâle les languettes font saillie entre les cerques (fig. 21C) ; chez la femelle les soies scutellaires médianes sont courtes.....*G. morsitans*

III-5-Région 5 : Afrique centrale et occidentale

19 espèces appartenant à trois sous-genres :

<i>Glossina</i>	<i>Nemorhina</i>	<i>Austenina</i>	
<i>G. longipalpis</i>	<i>G. caliginea</i>	<i>G. brevipalpis</i>	<i>G. nashi,</i>
<i>G. m. submorsitans</i>	<i>G. fuscipes</i>	<i>G. frezili</i>	<i>G. nigrofusca</i>
	<i>G. pallicera</i>	<i>G. fusca</i>	<i>G. schwetzi</i>
	<i>G. palpalis</i>	<i>G. fuscipleuris</i>	<i>G. severini</i>
	<i>G. tachinoides</i>	<i>G. haningtoni</i>	<i>G. tabaniformis</i>
		<i>G. longipennis</i>	<i>G. vanhoofi</i>
		<i>G. medicorum</i>	

Sous-genre *Austenina*.

A.1. Aile portant une marque sombre au niveau de la nervure transverse antérieure (fig. 26C) *G. brevipalpis*

Aile sans cette marque sombre : ces espèces ne pourront être déterminées que par un spécialiste.

Sous-genre *Nemorhina*

B.1 Face de l'abdomen très sombre, bandes peu visibles..... **B.2**

Tergites abdominaux à bordure postérieure plus pâle, donnant l'apparence d'une structure en bandes..... **B.3**

B.2 Troisième article antennaire pourvu d'une frange soyeuse blanchâtre nettement visible..... *G. pallicera*

Antenne sans large frange de soies blanchâtres..... *G. caliginea*

B.3 Tergites abdominaux avec des bordures minces ; chez le mâle les forcipules inférieurs ont un "cou" long et mince et une petite "tête" (fig. 28) :

- Afrique de l'ouest et zone ouest de l'Afrique centrale :..... *G. palpalis*
- Intérieur de l'Afrique centrale centrée sur le Zaïre :..... *G. fuscipes*

B.4 Bordure des tergites claire et large ; chez le mâle, les forcipules inférieurs ont un "cou" large et une grosse "tête" (fig. 28D)..... *G. tachinoides*

Sous-genre *Glossina*.

C.1 Bordure antennaire bien visible, égale entre le 1/5 et le 1/3 de la largeur de l'antenne ; taches des tergites abdominaux aux limites assez diffuses ; avant dernier article des tarsi de la patte avant noir..... *G. longipalpis*

Bordure antennaire étroite, \leq au 1/7 de la largeur de l'antenne ; taches des tergites abdominaux aux limites bien marquées ; tous les tarsi de la patte avant sont clairs.....*G. morsitans submorsitans*

III-6-Le problème des sous-espèces

Chez certaines des espèces qui viennent d'être énumérées, on compte, pour celles qui ont un intérêt médical, deux ou trois sous-espèces dont la détermination est parfois difficile.

+*Glossina palpalis*

On distingue deux sous-espèces : *G. p. gambiensis* et *G. p. palpalis* dont les aires de répartition sont jointives mais ne se chevauchent que sur une très faible superficie en Afrique occidentale : des croisements seraient possibles. La première occupe les zones de savane ouest africaines du Sénégal à la frontière du Togo, tandis que la seconde se retrouve de l'ouest Angola jusqu'au Bénin et dans la zone forestière de l'Afrique de l'ouest jusqu'au Liberia. Leurs capacités vectorielles sont identiques.

+*Glossina fuscipes*.

Cette espèce compte trois sous-espèces : *G. f. fuscipes*, *G. f. quanzensis* et *G. f. martinii*. Ces sous-espèces occupent toute l'Afrique Centrale depuis le nord Cameroun jusqu'en Angola et à l'est jusqu'au Kenya et la Tanzanie ; la première dans le nord et le centre de cette région, la seconde dans le sud-ouest et la dernière au sud-est. Le chevauchement de leurs aires de répartition est peu important et les croisements impossibles (femelle *fuscipes* x mâle *martinii*) du fait de la non-concordance des pièces génitales.

+*Glossina morsitans*.

On distingue trois sous-espèces : *G. m. morsitans*, *G. m. centralis* et *G. m. submorsitans*. L'aire de répartition de ces glossines est vaste mais fragmentée : *submorsitans* se trouve du Sénégal jusqu'en Ethiopie et en Ouganda ; *centralis* occupe la Tanzanie, le sud-est du Zaïre, une partie de la Zambie et quelques poches isolées au Botswana et en Angola ; *morsitans* est localisée à l'est, au Mozambique, au Malawi, en Zambie, au Zimbabwe. Le chevauchement des zones de répartition est peu important et les croisements réalisés au laboratoire ont donné des hybrides stériles.

IV

ANATOMIE INTERNE, PHYSIOLOGIE, GENETIQUE

IV-1-L'appareil digestif et la digestion

Au moment de la piqûre (fig. 36), la glossine injecte dans la plaie infligée à son hôte de la salive hémolytante provenant de deux glandes salivaires : très longues, ces glandes, logées dans l'abdomen, se prolongent chacune par un canal salivaire traversant le thorax, se réunissant, au niveau de la tête, en un canal salivaire impair qui s'abouche avec l'hypopharynx (fig. 13 & 14). La salive émise par les cellules sécrétrices est chassée vers l'hypopharynx par les fibres musculaires des glandes et par la valve salivaire située sur le canal impair, cette valve empêchant le reflux du liquide.

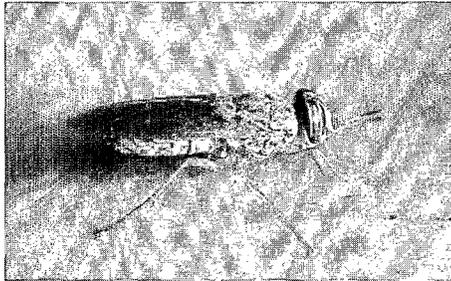


Figure 36 : Glossine en train de piquer.

Le canal alimentaire constitué par le labium et le labre (chap. II-1-1) se poursuit dans la tête par le pharynx : ce dernier peut s'élargir et se contracter sous l'action de muscles puissants, formant la pompe cibariale (fig. 13) dont le rôle est d'aspirer le sang à partir du micro-hématome provoqué par les dents labellaires dans les tissus de l'hôte. Le sang passe alors par l'œsophage au niveau du thorax puis directement dans le jabot (fig. 37), poche très extensible, contenue dans l'abdomen, servant à stocker provisoirement le sang avant sa digestion.

La quantité de sang ingéré varie, selon les espèces, entre 30 et 80 milligrammes.

Le repas terminé, le sang remonte le canal du jabot en direction du proventricule (fig. 38), organe musculaire de type sphincter (situé entre œsophage et jabot) sur lequel s'abouche l'intestin moyen, très long tube formant plusieurs circonvolutions dans la poche abdominale. Le rôle du proventricule consiste à fabriquer, de façon continue, un long manchon chitineux, la membrane péritrophique qui, elle aussi très extensible, va envelopper le sang tout au long de l'intestin en direction de sa partie postérieure : perméable, elle laisse passer les enzymes digestives, sécrétées par les cellules épithéliales de l'intestin moyen, et les produits de la digestion (qui s'accumulent dans l'espace ectopéritrophique avant assimilation) tout en retenant les déchets solides.

La membrane est en permanence tirée vers l'intestin postérieur par les dents chitinisées tapissant l'intestin avant et après la valvule prorectale. Les résidus de la digestion s'accumulent ensuite dans l'ampoule rectale (fig. 39).

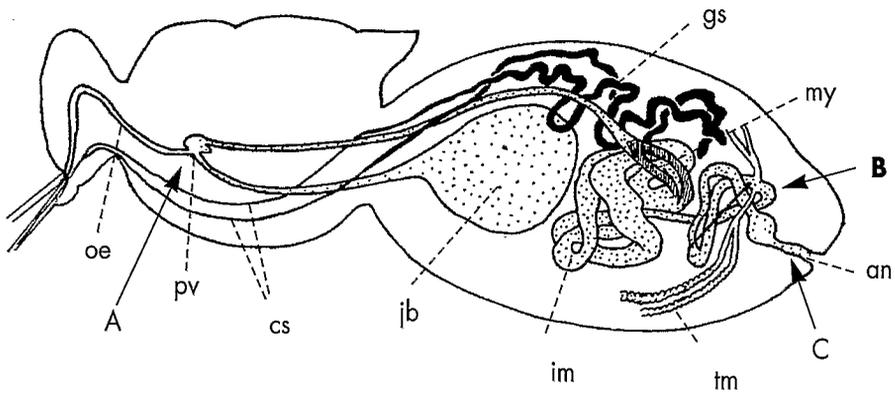


Figure 37 : L'appareil digestif de la glossine.

an = anus ; cs = canaux salivaires ; gs = glandes salivaires ; im = intestin moyen ; jb = jabot ; my = mycétome ; oe = œsophage ; pv = proventricule ; tm = tubes de Malpighi.

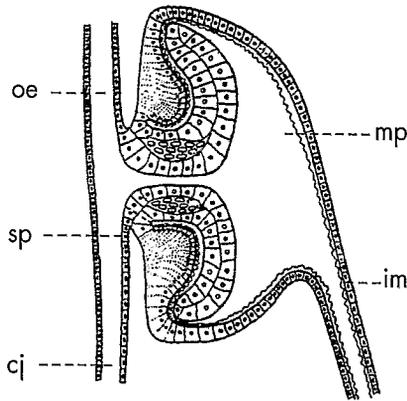


Figure 38 : Le proventricule.

cj = canal du jabot ; im = intestin moyen ; oe = œsophage ; mp = membrane péritrophique ; sp = sphincter.

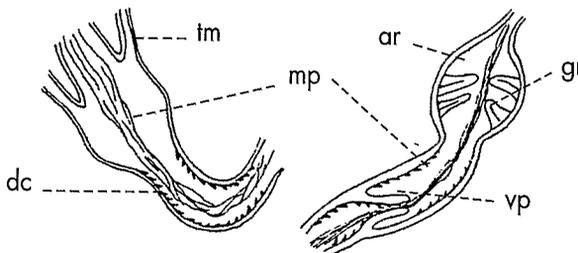


Figure 39 : Extrémité postérieure de l'intestin.

ar = ampoule rectale ; dc = dents chitinisées ; gr = glandes rectales ; mp = membrane péritrophique ; tm = tube de Malpighi ; vp = valvule prorectale.

Le tube digestif de la glossine se caractérise par la présence, dans la partie médiane de l'intestin moyen, du mycétome (fig. 37), amas de cellules géantes contenant des symbiotes bactéroïdes ou RLO's (Rickettsia-Like Organisms) : transmis de l'adulte à la larve par les glandes nourricières de la femelle, ces symbiotes ont un rôle mal connu, peut être sécrétion de vitamines, mais capital pour la survie de l'insecte puisque l'absorption d'antibiotiques provoque sa mort. On sait seulement, depuis peu, qu'ils peuvent favoriser ou inhiber l'installation du trypanosome chez la glossine (chap. VII-1-2).

L'appareil digestif est enveloppé du corps adipeux ou corps gras, enchevêtrement de filaments portant de petits corps sphériques blanchâtres où s'accumuleront les graisses synthétisées à partir du sang.

IV-2-Le métabolisme

IV-2-1-Les graisses

Comme chez tout insecte, les graisses du corps adipeux constituent des réserves énergétiques et une ressource en eau.

Fraîchement déposée, la larve (voir chap. VI) dispose d'une quantité notable de corps gras qu'elle utilisera tout au long de la vie nymphale. La plus ou moins grande rapidité avec laquelle ces graisses seront consommées déterminera, à la sortie du puparium, les chances de survie de l'imago et par conséquent déterminera l'évolution quantitative d'une population : des températures très élevées, qui raccourcissent la durée de la pupaison, entraînent une consommation excessive de ces graisses et la jeune glossine, en ayant épuisé la quasi-totalité, devra trouver un hôte, pour reconstituer ses réserves, d'autant plus rapidement que cette recherche va utiliser ce qui lui reste et que le climat chaud et sec va entraîner une importante perte d'eau par respiration et transpiration. Ainsi en galerie forestière, un jeune mâle de *G. tachinoides* prend son premier repas entre 50 et 140 heures après sa sortie du puparium en saison des pluies mais, en saison sèche, il dispose seulement de 18 à 60 heures (Laveissière, 1978). Inversement, en zone forestière, il n'est pas rare de découvrir des individus âgés de 6 jours ou plus et n'ayant jamais pris un repas de sang.

Le résultat de l'oxydation des graisses est la production d'une certaine quantité d'eau qui compense les pertes mentionnées plus haut. Aussi la survie d'une espèce donnée dans un milieu particulier, donc sa répartition géographique, sera sous la dépendance de facteurs intrinsèques et extrinsèques : la durée du cycle trophique (fréquence des repas, vitesse d'assimilation, importance de la synthèse), la rapidité de la dégradation, le comportement (rythme et intensité de l'activité) lié à la plus ou moins grande disponibilité des hôtes. La durée du cycle trophique chez *G. swynnertoni* en zone ombragée est de 4 à 5 jours alors que *G. morsitans*, typique des savanes giboyeuses, a un cycle de 4 jours allant de 8 à 10 jours en saison humide (Jackson, 1933). *G. p. gambiensis* est affamée au bout de trois jours (Challier, 1973) et *G. f. fuscipes* au bout de quatre (Rogers, 1977). Il faut cependant préciser que les glossines, particulière-

ment les mâles, n'attendent pas toujours la fin de la digestion pour chercher à reprendre un repas.

IV-2-2-La régulation des pertes en eau

Après son repas la glossine est obligée d'éliminer le surplus d'eau contenu dans le sang grâce aux tubes de Malpighi (voir chap. IV-3). L'épuisement des réserves par voie respiratoire est sous la dépendance des conditions climatiques : les pertes sont plus élevées par temps sec que sous un climat humide (ce qui démontre l'intérêt du déficit de saturation dans toute étude bio-écologique) mais la tsé-tsé dispose d'un mécanisme de régulation : les orifices des troncs trachéens, les spiracles, peuvent être plus ou moins obturés selon les conditions externes. Cette évaporation permet à la glossine de supporter un climat chaud par abaissement de la température interne ("Cooling effect"). Cette capacité distingue une fois encore les espèces entre elles et détermine leur aptitude à survivre dans certains milieux : des *G. palpalis* et *G. morsitans* ténérales, exposées durant 24 heures aux mêmes conditions (25 °C, 50 % d'humidité relative), perdent respectivement 3,2 et 2,7 mg d'eau pour des poids moyens de 22 et 19 mg (Jackson, 1945).

IV-3-L'appareil excréteur et l'excrétion

L'appareil excréteur de la glossine se compose de quatre longs tubes blanchâtres ou jaunâtres, les tubes de Malpighi, réunis par paire sur un canal connecté à la limite entre les segments moyen et postérieur de l'intestin (fig. 30).

Le rôle principal des tubes de Malpighi est d'évacuer rapidement l'eau excédentaire prélevée lors du repas de sang (un liquide fluide contenant les déchets contenus dans l'ampoule rectale apparaît à l'anus pendant la piqûre).

IV-4-L'appareil génital

IV-4-1-Chez le mâle

Il est simplement constitué de deux testicules et de deux glandes accessoires aboutissant dans le canal éjaculateur qui débouche dans le pénis (fig. 40).

IV-4-2-Chez la femelle

Les organes principaux constituant l'appareil génital femelle sont (fig. 41) : un utérus, deux ovaires, deux spermathèques et les glandes utérines (ou glandes nourricières).

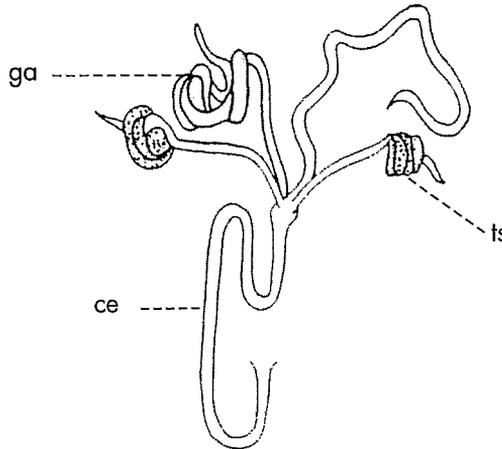


Figure 40 : Organes génitaux du mâle.
 ce = canal éjaculateur ; ga = glandes accessoires ; ts = testicules

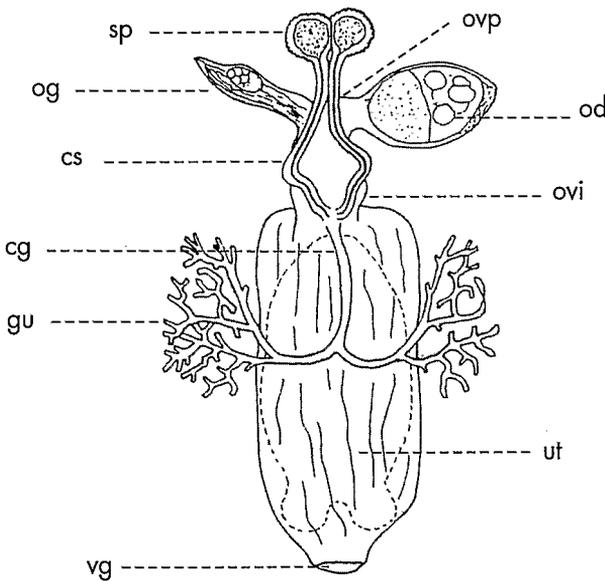


Figure 41 : Appareil génital interne de la glossine femelle (vue dorsale).
 cg = canal des glandes utérines ; cs = canal des spermathèques ;
 gu = glandes utérines ; od = ovaire droit ; og = ovaire gauche ;
 ovi = oviducte impair ; ovp = oviducte pair ; sp = spermathèques ;
 ut = utérus ; vg = vagin.

L'utérus est un sac, à la partie postéro-ventrale de l'abdomen, suffisamment extensible pour contenir une larve de taille importante par rapport à celle de l'adulte ; sa paroi ventrale porte un épaississement, la choriothète, qui pourrait servir à arracher le chorion de l'œuf. Les femelles du groupe *Austenina* se distin-

guent par la présence d'une plaque symétrique chitinisée en position antéro-dorsale, le signum, utilisée en systématique.

En avant de l'utérus, côté dorsal, débouchent successivement de l'arrière vers l'avant :

- le canal impair des glandes utérines, ensemble de tubes blancs plus ou moins ramifiés selon l'état de gestation de la femelle : le rôle de ces glandes sera de nourrir la larve contenue dans l'utérus ;
- les canaux des spermathèques : ces dernières sont deux sphères chitinisées et brunes servant au stockage du sperme du mâle ;
- un peu en retrait par rapport à l'extrémité antérieure, un oviducte impair se divisant en deux oviductes pairs surmontés chacun par un ovaire

Les ovaires, très gros par rapport à ceux d'autres insectes, mais dissymétriques en raison d'une différence de développement, sont de type polymorphe : chaque œuf produit dispose de ses propres cellules nourricières. Ils comportent chacun une gaine ovarienne translucide contenant deux ovarioles de taille différente.

Un ovariole est formé de (fig. 42) :

- une gaine ovariolaire fixée au sommet de l'ovaire par le filament terminal ;
- un germarium, (chambre germinative) dont les cellules donnent naissance à huit cellules filles dont une seule deviendra l'ovocyte et les sept autres les cellules nourricières ;
- une membrane élastique, la tunique, contenue dans la gaine ovariolaire, dont l'extrémité postérieure se fusionne avec la paroi interne de l'ovaire ; cette membrane forme, en dessous de l'ovocyte, un tube fin, le tube folliculaire ;
- un ovocyte enveloppé d'un épithélium folliculaire contenant les cellules nourricières (au nombre de 14 au dernier stade) et, autour du noyau, une masse de vitellus plus ou moins importante selon l'évolution ; à maturité l'œuf est enveloppé par le chorion provenant de l'épithélium.

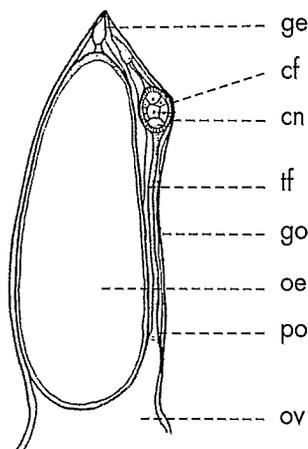


Figure 42 : Ovaire de la glossine.

- cf = cellules folliculaires ;
 cn = cellules nourricières ; ge = germarium ;
 go = gaine de l'ovaire ;
 gov = gaine de l'ovariole ;
 oem = œuf mûr ; ov = oviducte pair ;
 po = pédicule de l'ovariole ;
 tf = tube folliculaire.

IV-4-3-Fonctionnement de l'appareil génital femelle

Le mode de fonctionnement particulier de l'appareil génital femelle et sa taille, qui facilite dissection et observation, ont permis à Saunders (1960) et Challier (1965) de mettre au point une technique, dite de l'âge physiologique, donnant l'âge de la femelle avec une bonne précision entre 0 et 50 jours.

Le germarium donne naissance aux cellules nourricières de l'ovocyte qui elles-mêmes vont sécréter le vitellus (fig. 43). Peu à peu le vitellus accumulé occupe de plus en plus d'espace au dépens des cellules nourricières. Lorsque la vitellogenèse est achevée, le follicule secrète le chorion de l'œuf, membrane fine formée de granulations noires groupées en polygones.

A sa sortie du puparium, la jeune femelle possède quatre ovarioles de taille différente (fig. 42) ; le plus gros des ovocytes (donc celui qui le premier arrivera à maturité) est dans l'ovariole interne droit (vue par-dessus), suivi successivement par l'interne gauche, l'externe droit et l'externe gauche, par ordre de taille décroissante ; les quatre ovocytes se développent simultanément et parviennent à maturité dans le même ordre. L'ovocyte mûr descend vers l'oviducte pair en déchirant le tube folliculaire très distendu ; le fragment supérieur de ce tube qui contient les restes de l'épithélium folliculaire et des cellules nourricières, se rétracte en une petite masse fripée, la relique folliculaire.

Le temps écoulé entre deux ovulations est d'environ une dizaine de jours, un même ovariole produisant un œuf mûr à peu près tous les 40 jours.

Si l'on numérote les ovarioles de 1 à 4, par ordre de taille décroissante, le schéma chez la jeune femelle est le suivant (fig. 44) : 4-2-1-3 (groupe **O**, nulipare âgée de 0 à 10 jours). Le n° 1 arrivé à maturité descend dans l'utérus, laissant à sa place dans l'ovariole le plus petit ovocyte (devenant alors le n° 4) avec une relique folliculaire que nous marquerons de la façon suivante (I), soit le schéma suivant 3-1-(4)-2 (groupe **I**, première larve dans l'utérus, 10 à 20 jours). Le cycle se poursuit de la même façon ultérieurement et l'on obtient :

- le groupe II : 2-(4)-(3)-1, 2^{ème} larve dans l'utérus, 20-30 jours.
- le groupe III : 1-(3)-(2)-(4), 3^{ème} larve dans l'utérus, 30-40 jours.
- le groupe IV : (4)-(2)-(1)-(3), 4^{ème} larve dans l'utérus, 40-50 jours.

Le schéma est donc revenu au stade initial (4-2-1-3), mais chaque tube folliculaire possède maintenant une relique qui permet de différencier les groupes O et IV (fig. 45).

Le cycle se poursuivant, on obtient les schémas suivants :

groupe V : (3)-(1)-(4)-(2) ;

groupe VI : (2)-(4)-(3)-(1) ;

groupe VII : (1)-(3)-(2)-(4) ;

groupe VIII : (4)-(2)-(1)-(3) ;

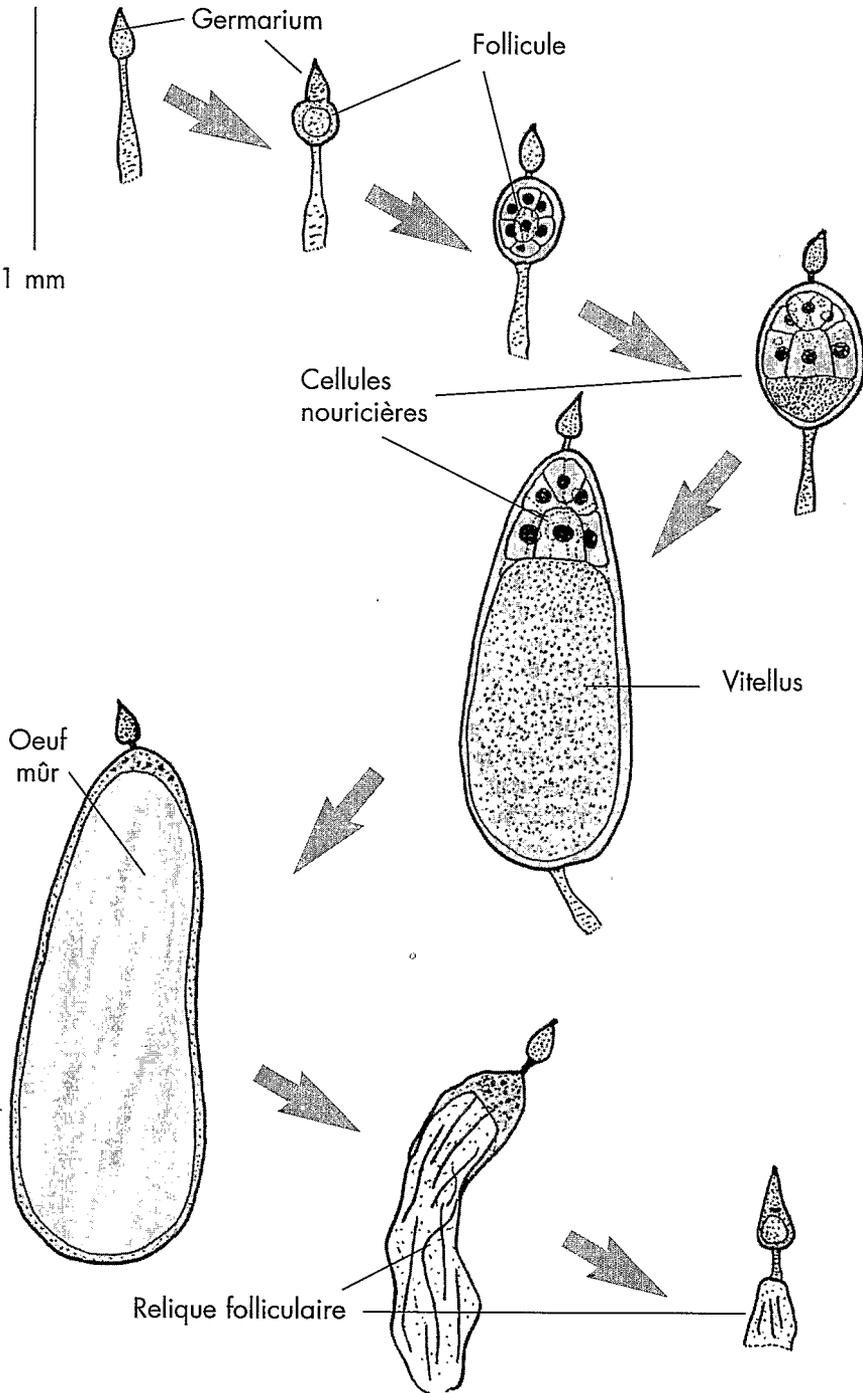


Figure 43 : Evolution d'un ovocyte.

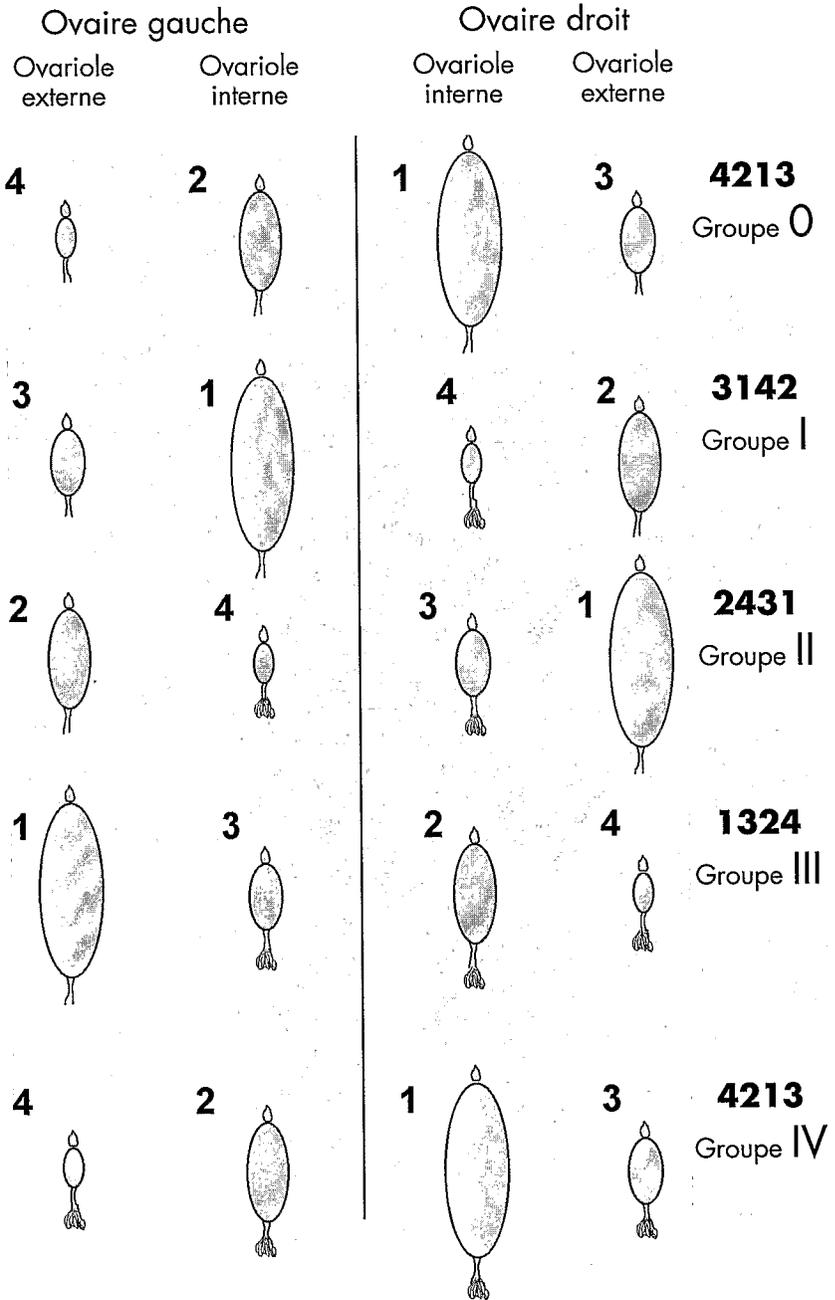


Figure 44 : Détermination de l'âge physiologique des femelles nullipares et jeunes pares (groupes 0 à IV)

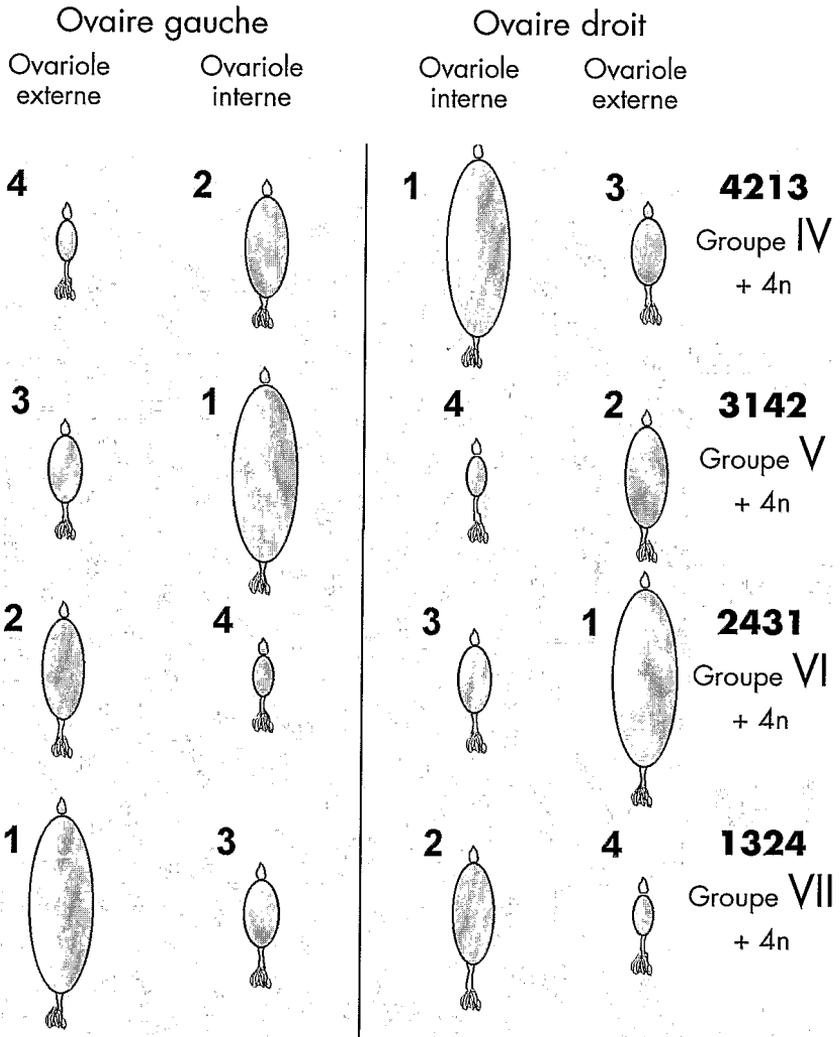


Figure 45 : Détermination de l'âge physiologique des femelles vieilles pares (groupes IV+ 4n à VII + 4n)

La présence des reliques folliculaires permet de faire la distinction entre les groupes I et V, les groupes II et VI, et les groupes III et VII. Au-delà la distinction n'est plus possible car la relique folliculaire précédente est emportée par l'œuf lors de sa descente (la découverte de deux reliques successives sur le tube folliculaire est exceptionnelle). Aussi numérote-t-on les groupes au-delà du groupe III de la façon suivante : IV + 4n, V + 4n, VI + 4n, VII + 4n.

Des méthodes statistiques permettent de séparer ces différents groupes d'âge ; celle de Challier & Turner (1985) est la plus récente (voir chapitre V-3).

IV-5- Génétique des populations de glossines

Lutter contre certains insectes, pour combattre les maladies qu'ils transmettent, nécessite une bonne connaissance des populations effectivement vectrices au sein des espèces visées.

Les progrès récents de la génétique ont permis de faire éclater des espèces morphologiques en complexes d'espèces jumelles (anophèles, simuliés, etc.). Ces espèces jumelles ont souvent des écologies différentes et des capacités vectorielles variables, certaines étant parfois non vectrices. Ceci prouve qu'il est désormais indispensable de déterminer avec précision l'entité génétique à laquelle appartiennent les différentes populations de vecteurs, les glossines en particulier. En outre cela permettrait de mieux appréhender les interactions vecteur-parasites, de comprendre les mécanismes de réinvasion des zones traitées et de résistance aux insecticides, pour pouvoir y faire face avant de lutter.

Plusieurs types de marqueurs ont été utilisés pour étudier les populations de glossines parmi lesquels : la cytogénétique, l'électrophorèse isoenzymatique et plus récemment, les marqueurs microsatellites.

IV-5-1- La cytogénétique

Cette technique, basée sur l'étude des chromosomes présents dans le noyau lors de la division cellulaire, a été utilisée pour distinguer les populations de glossines. Les premières observations de chromosomes ont été faites chez l'adulte de *Glossina morsitans centralis* (Vanderplank, 1948)¹. Chez les glossines, le mâle est hétérogamétique (XY) et la femelle homogamétique (XX). Le nombre de chromosomes somatiques (2n) présents chez différentes espèces de glossines est résumé dans le tableau ci-dessous (d'après Leak, 1999).

Groupe	Espèce	Nombre de chromosomes diploïdes (2n)	Chromosomes surnuméraires
<i>Morsitans</i>	<i>G. pallidipes</i>	8	Variable
	<i>G. longipalpis</i>	8	
	<i>G. m. centralis</i>	6	Variable
	<i>G. m. morsitans</i>	10	Variable
	<i>G. m. submorsitans</i>	8	Variable
	<i>G. swynnertoni</i>	8	Sûrement variable
<i>Palpalis</i>	<i>G. austeni</i>	6	Variable
	<i>G. palpalis</i>	6	Absent
	<i>G. p. gambiensis</i>	6	Absent
	<i>G. tachinoides</i>	6	Absent
<i>Fusca</i>	<i>G. f. fuscipes</i>	6	Absent
	<i>G. f. brevipalpis</i>	16	
	<i>G. f. congolensis</i>	22	

¹A part cette étude qui a mis en évidence les chromosomes chez les glossines adultes, toutes les premières observations ont été réalisées chez les larves de dernier stade ou chez la puppe.

La découverte, puis l'étude des bandes colorées présentes sur les chromosomes polyténiques (chromosomes géants) a suscité des espoirs dans le domaine de la systématique, pour la différenciation des sous espèces de glossines (Burchard & Baldry, 1970). Mais le polymorphisme chromosomique intraspécifique à l'intérieur de plusieurs taxons montra autant de variabilité à l'intérieur d'une même espèce qu'entre les espèces étudiées. Cette technique a donc montré ses limites pour l'étude des relations phylogénétiques entre les espèces de tsé-tsé (Southern, 1980).

IV-5-2- Les isoenzymes

La méthode la plus utilisée pour étudier la variabilité génétique des populations de glossines est l'électrophorèse des isoenzymes.

Le terme isoenzymes désigne des protéines ayant la même fonction enzymatique mais une mobilité électrophorétique différente. Celle ci traduit une différence de charge électrique globale de la molécule, reflet de la variation de la structure primaire de la protéine. Ces variations dans l'enchaînement de ses acides aminés résultent des variations nucléotidiques de la molécule d'ADN du gène codant pour cette protéine. Les isoenzymes sont donc considérées comme des marqueurs génétiques puisqu'ils permettent indirectement de mettre en évidence des variations dans la structure du génome (Pasteur *et al.*, 1987).

Les isoenzymes ont été utilisés pour étudier la variabilité génétique de populations de glossines originaires du Burkina Faso (Gooding, 1981), de Zambie (Gooding, 1989), de Tanzanie (Gooding *et al.*, 1993) et du Kenya (Kence *et al.*, 1995).

Trois espèces de glossines présentes au Burkina Faso ont été étudiées à l'aide de cinq loci isoenzymatiques par Gooding (1981) sans qu'il puisse mettre en évidence une variabilité génétique intraspécifique ; cependant cet auteur a différencié *G. palpalis gambiensis* de *G. tachinoides* et de *G. morsitans submorsitans*.

Au niveau intraspécifique, des différences ont été détectées principalement dans le groupe "*morsitans*" : Tarimo-Nesbitt *et al.* (1990) ont découvert des hétérozygoties différentes entre deux populations de *G. pallidipes* du Kenya.

En combinant l'électrophorèse des isoenzymes et les études des chromosomes polytènes, Elsen *et al.* (1994) ont pu distinguer deux populations de laboratoire de *G. palpalis gambiensis* qui n'avaient pas la même compétence vectorielle vis à vis de *Trypanosoma brucei gambiense*.

Bien que présentant un intérêt certain pour différencier les espèces de glossines (fig. 46), l'électrophorèse des isoenzymes a elle aussi montré ses limites pour les études génétiques au niveau intraspécifique. Ceci est lié en particulier, aux faibles taux de polymorphisme mis en évidence par cette technique.

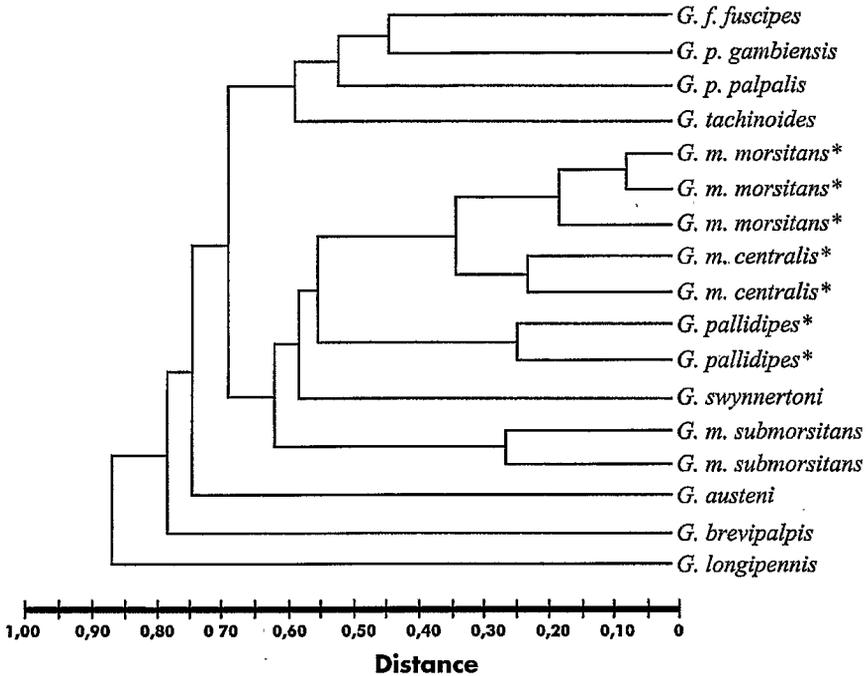


Figure 46 : Phénogramme des distances génétiques pour 12 espèces et sous-espèces de glossines, basé sur les fréquences alléliques obtenues à l'aide de 10 loci isoensymatiques (d'après Gooding *et al.*, 1991).

*Les sous espèces de glossines présentes plusieurs fois ont des origines différentes.

IV-5-3- Les marqueurs microsatellites

L'avènement d'une nouvelle classe de marqueurs moléculaires, les séquences d'ADN microsatellites, a offert de nouvelles possibilités en termes de quantité (polymorphisme) et de qualité d'informations : elle a permis de mieux comprendre les flux de gènes entre populations naturelles de glossines.

Une séquence d'ADN microsatellite est constituée d'un nombre variable de répétitions en tandem d'un court motif (2 à 5 paires de bases) dont la taille n'excède généralement pas 200 paires de bases. Elles sont localisées entre les gènes, dans les régions non transcrites et dans les introns des gènes (Tautz, 1989). En amplifiant une séquence microsatellite par PCR², on met ainsi en évidence un polymorphisme de longueur qui reflète la variation du nombre de répétitions du motif de base entre individus. Ces séquences microsatellites présentent un haut degré de polymorphisme et d'hétérozygotie qui permet l'accès à une quantité importante d'informations basées sur les fréquences alléliques. Actuellement, les marqueurs microsatellites semblent être les mieux adaptés à l'étude des relations entre des espèces très proches ou entre populations d'une même espèce (Bruford & Wayne, 1993).

² Polymerase Chain Reaction.

Pour illustrer quelques unes des caractéristiques des microsatellites, une comparaison avec différents types de marqueurs couramment utilisés en génétique des populations est présentée dans le tableau ci-dessous (d'après Solano, 1998).

Caractéristiques	Isoenzymes	RAPD ³	Minisatellites	PCR-RFLP ⁴	Microsatellites
Détection	+ + +	+ + +	-	+ + +	+
Polymorphisme	+	+ + +	+ +	+	+ + +
Codominance	oui	non	oui	oui	oui
Travail sur matériel dégradé ou en faible quantité	-	-	0	+	+ +
Transfert dans des labo. de terrain (coût, standardisation, faisabilité)	+	0	-	-	+

Les "qualités" des différents marqueurs varient de "+ + +" (très adapté) à "- " (pas adapté) en passant par "+ +" (adapté), "+ " (peu adapté) et "0" (neutre).

L'utilisation du polymorphisme de l'ADN microsatellite a permis de déceler une structuration des populations chez *G. palpalis gambiensis* à des échelles macro et microgéographiques en Afrique de l'Ouest (Solano *et al.*, 1997). Si cette subdivision ne paraît pas étonnante sur des populations aussi éloignées que celles du Sénégal et du Burkina Faso, elle est en revanche moins attendue à l'échelle d'un réseau hydrographique d'une zone agropastorale (région de Sidéradougou, sud du Burkina Faso). Les analyses génétiques globales ont montré que la panmixie était de règle au sein des groupes d'individus échantillonnés chez *G. palpalis gambiensis*, mais que ces populations naturelles sont structurées en populations génétiquement distinctes entre elles. Cette étude étant la première du genre à utiliser le polymorphisme de l'ADN microsatellite pour caractériser des populations naturelles de glossines, les résultats obtenus restent donc encore fragmentaires.

Les études de génétique des populations utilisant les microsatellites offrent de multiples applications. Cette approche génétique associée à d'autres techniques plus classiques (morphométrie par exemple), peut apporter des éclairages importants, notamment en terme de compétence et de capacité vectorielle distinctes entre différents taxons.

³ RAPD : Random Amplified Polymorphic DNA

⁴ RFLP : Restriction Fragment Length Polymorphism

V

TECHNIQUES D'ETUDE

V-1- Echantillonnage des populations

La composition apparente des populations de glossines, selon le sexe, l'âge ou l'état nutritionnel, varie en fonction non seulement de l'espèce et des conditions locales (climat, végétation, faune) mais aussi, et surtout, de la méthode d'échantillonnage.

+ Les captures manuelles

Des hommes munis de filets (type filet à papillon à manche court; fig. 47) capturent toute glossine s'approchant et se posant sur eux, en poste fixe ou le long d'une ronde de capture ("fly round"). Les glossines capturées sont introduites dans des petits tubes individuels (fabriqués dans de la canne de verre) obturés à chaque extrémité par du coton cardé (fig. 48). Pour chaque insecte on note l'heure, le sexe, le type de végétation, etc. Les tubes en verre sont stockés dans un sac matelassé et humidifié pour maintenir les glossines au frais et les conserver vivantes jusqu'à la dissection ou au marquage.

Ce mode de capture permet une évaluation de l'activité et de l'agressivité des tsé-tsé, de leurs variations journalières et saisonnières. Les captures débutent le matin de bonne heure et s'achèvent au crépuscule. Chaque poste de capture est occupé par des captureurs se relayant à la mi-journée. Pour limiter les variations liées au captureur il faut faire une permutation journalière.



Figure 47 : Capture au filet en poste fixe.



Figure 48 : Glossine dans un tube de verre.

Les glossines peuvent être capturées à la main (avec un tube à essai en verre) dans leurs lieux de repos diurne ou nocturne : ce travail long et fastidieux donne les meilleurs renseignements sur l'état nutritionnel d'une population.

Ces techniques sont depuis longtemps abandonnées, sauf pour des études très particulières, à cause de leur coût excessif en main d'œuvre et surtout de l'irrégularité de l'échantillonnage : l'attractivité et l'adresse varient d'un captureur à l'autre.

+ Les écrans



Figure 50 : Ecran de Maldonado.

Cette méthode consiste à utiliser des panneaux d'une couleur attractive pour l'espèce visée. La capture des glossines se fait soit à l'aide de glu soit par des captureurs placés de part et d'autre de l'écran attractif (fig. 49). Le premier écran utilisé contre la glossine est attribué à Maldonado (1910) (fig. 50).



Figure 49 : Capture sur écran (peau d'antilope).

On peut ranger dans cette catégorie, l'écran électrique de Rogers & Smith (1977), porté à dos d'homme, dont le mode d'action repose sur l'attractivité visuelle d'un leurre, sur l'attractivité olfactive du porteur et sur l'effet du mouvement.

+ Les pièges purement "visuels"

Les pièges sont utilisés depuis 1930. Ils augmentent, rapidement et sans effort, la taille des effectifs capturés mais l'analyse qualitative des échantillons pose toujours un problème épineux. La mise au point d'un type de piège est autant due à l'observation du comportement de l'insecte qu'à des expérimentations scientifiques qui, la plupart du temps, permettent d'améliorer le rendement.

Challier (*in* Laird, 1977) et Cuisance (1989) ayant fait une synthèse détaillée sur le piégeage nous

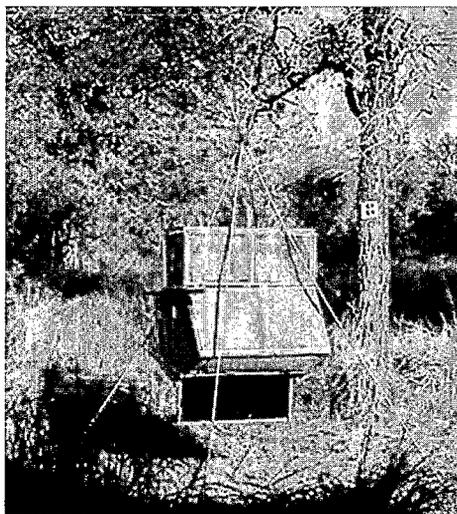


Figure 51 : Piège de Harris.

ne mentionnerons ici que quelques-uns des pièges qui ont pu être créés en insistant surtout sur les pièges récents.

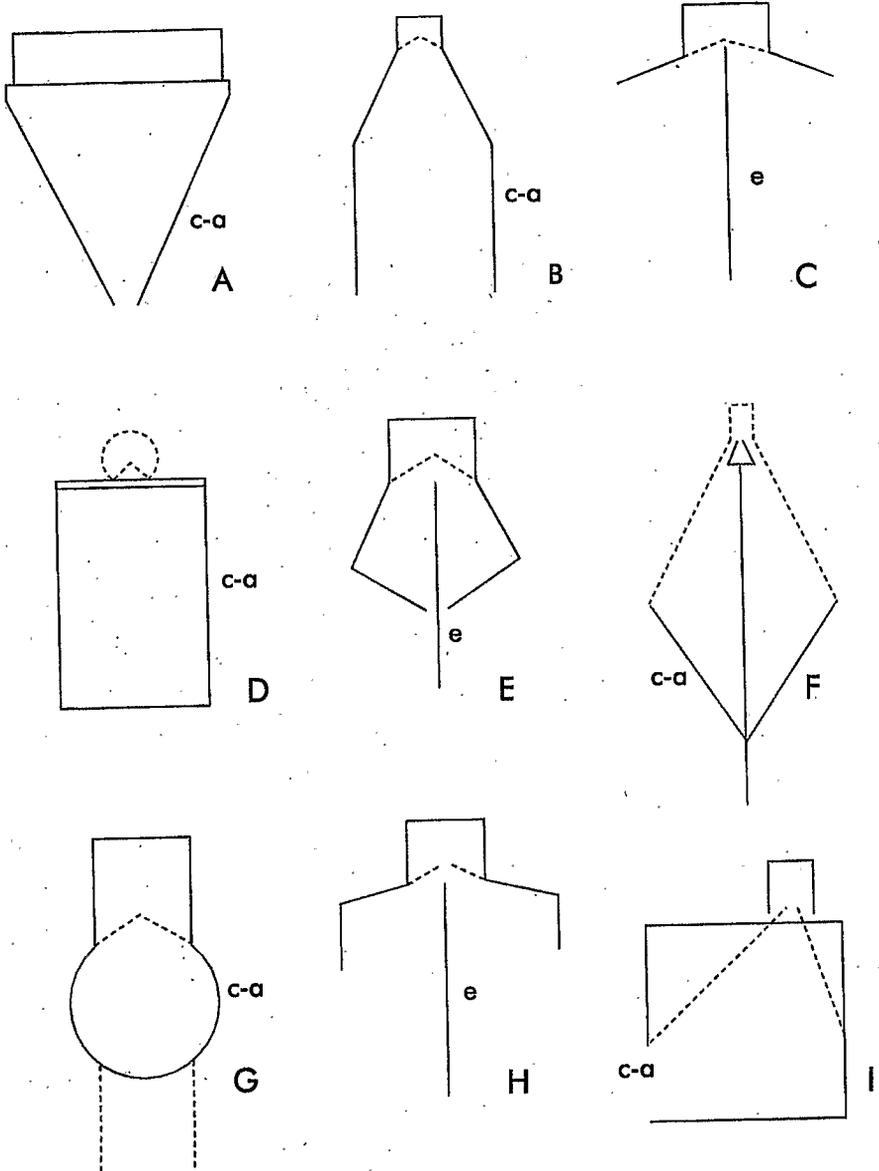


Figure 52 : Représentation schématique de l'évolution des systèmes de piégeage.

- A = piège de Harris ; B = piège de Chorley ; C = piège de Swynnerton ;
- D = piège de Lewillon ; E = piège de Langridge ;
- F = piège de Challier et Laveissière ; G = piège de Morris et Morris ;
- H = piège de Moloo ; I = piège Beta de Vale ;
- e = écran attractif ; c-a = corps du piège formant la partie attractive.

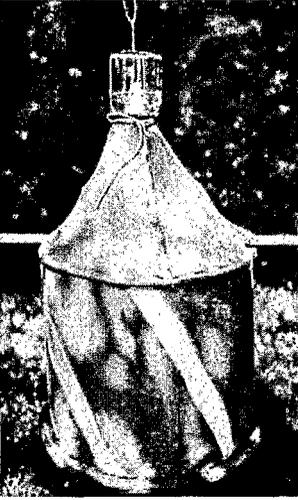


Figure 53 : Crinoline
de Chorley.

modèle "standard », plus maniable et démontable.

Globalement ces pièges (fig. 52) sont constitués : d'un corps, de forme variée, dont les couleurs sont attractives ; d'ouvertures adaptées au comportement particulier de l'espèce ; de panneaux ou de chicanes renforçant l'attractivité et guidant l'insecte vers le haut (système de non-retour) ; d'un système de capture apical. Le premier piège est dû à Harris (1930) qui l'utilisa au Zululand (fig. 51). Il fut suivi par la "crinoline" de Chorley (1933) (fig. 53), le piège de Swynnerton (1933), de Jack (1939) semblable à celui de Harris, de Lewillon (1945). Tous ces modèles, relativement lourds, encombrants, peu maniables, reposaient sur le même principe.

Morris & Morris (1949) mirent au point un piège dit "animal" qui par sa forme voulait simuler une chèvre. Mais de l'avis des auteurs, ce piège était plus apprécié par les auteurs que par la tsé-tsé. Morris (1961) perfectionne le système avec son

Les pièges de Langridge (1977) et de Moloo (1973) relancèrent l'échantillonnage des tsé-tsé en Afrique orientale par le piégeage qui avait été peu à peu abandonné : le corps de ces deux pièges, presque identiques, est un volume horizontal, de section losangique (Langridge) ou ouvert à la partie inférieure en forme de jupe (Moloo), laissant passer un écran noir à sa partie inférieure et surmonté d'une cage. Ils ont repris en cela l'idée de Swynnerton (1933).

En Afrique de l'ouest, Challier & Laveissière (1973) ont mis au point le piège biconique (fig. 54) qui se distingue de ses prédécesseurs 1°) par le fait que les glossines y pénètrent par les côtés et non par-dessous 2°) par sa maniabilité. Le corps est constitué de 2 cônes accolés par leur base, le supérieur en tulle blanc, l'inférieur en toile bleu électrique avec 4 ouvertures ovoïdes verticales ; 4 écrans noirs cousus en croix à l'intérieur du piège guident la glossine vers le support du piège, dispositif de non-retour surmonté d'une cage de contention. Lancien (1981) (fig. 55), Gouteux & Lancien (1986) (fig. 56), Laveissière & Grébaut (1990) (fig. 57) ont construit des variantes simplifiées, basées sur le même principe (chap. VIII-7-3).

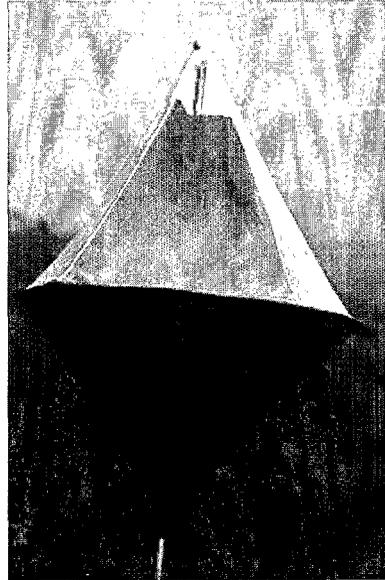


Figure 54 : Le piège de Challier
& Laveissière



Figure 55 : Piège Lancien.

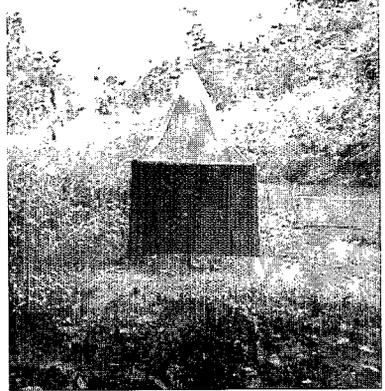


Figure 56 : Piège de Gouteux & Lancien.



Figure 57 : Piège "Vavoua" de Laveissière & Grébaut.

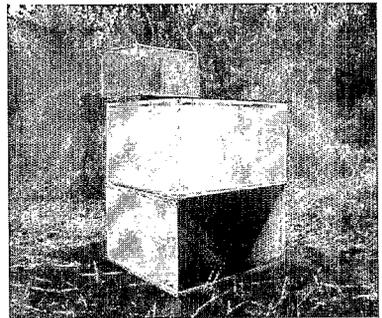


Figure 58 : Beta trap de Vale



Figure 59 : N'Gu Trap de Brightwell *et al.*

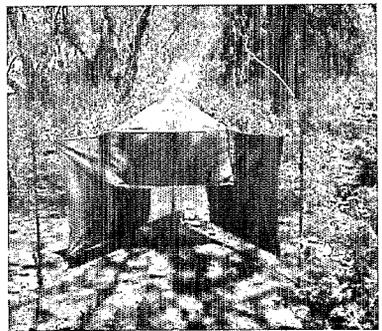


Figure 60 : N'Zi trap de Mihok.

A la même époque en Afrique orientale, de nouveaux pièges sont mis au point pour l'échantillonnage des deux plus importantes espèces en matière de trypanosomes animales, *Glossina pallidipes* et *Glossina m. morsitans*; certains furent par la suite utilisés pour la lutte.

Le "beta trap" de Vale (1981) (fig. 58) est un volume prismatique rigide, blanc, en position verticale; deux entrées symétriques, situées à la base, encadrent un triangle noir, et donnent accès à l'intérieur du corps du piège; la paroi interne est noire pour inciter la glossine à se diriger vers le haut dans une pyramide de tulle moustiquaire, incluse dans le corps du piège et surmontée d'une cage (chap. VIII-7-3).

Le N'Gu trap de Brightwell *et al.* (1987) (fig. 59) est constitué de deux parois de tissu bleu cousues en V, dont l'ouverture est à demi-fermée par un écran noir, et à l'intérieur duquel se trouve un deuxième écran noir incliné. Cette chienne donne accès à un cône de base triangulaire en tulle moustiquaire, lui-même surmonté d'un sac de capture en plastique. Le tissu bleu, le cône et le sac de capture sont maintenus par de la ficelle ou du fil de fer noué à de simples piquets en bois (chap. VIII-7-3).

Plusieurs variantes de tous ces pièges seront testées par la suite: le piège cubique F3 de Flint (1985) simplification du beta-trap de Vale; le piège de Hargrove (non publié) compromis entre le piège cubique de Flint et le piège biconique; le piège Epsilon de Vale (non publié) qui reprend certaines idées à la fois du N'Gu trap et du F3; N'Zi trap conçu par Mihok et largement inspiré du N'Gu trap (fig. 60). Autant de pièges qui seront plus utilisés pour mieux comprendre le comportement de la glossine que pour l'échantillonnage et la lutte.

+ Les pièges électriques

Les pièges électriques sont en fait des "outils" très performants permettant soit de tester de nouveaux leurres soit d'échantillonner une population à l'aide d'un attractif, visuel ou olfactif, en capturant toutes les glossines qui s'approchent.

Vale (1974) a mis au point un modèle de grille électrifiée modifiable à volonté selon la forme du leurre à utiliser (fig. 61). Des barres de fer ou d'aluminium profilées, représentant chacune le pôle positif et le pôle négatif, sont reliées par de très fins fils de cuivre noircis munis à une extrémité d'un petit ressort métallique et à l'autre d'un isolant; les fils, espacés de 8mm, sont placés tête-bêche; le système est relié à un distributeur de courant, alimenté par une batterie de voiture de 12 volts, fournissant toutes les 8,5 microsecondes une impulsion électrique de faible ampérage sous très forte tension. L'élément attractif, s'il est plan, est inclus entre deux rangées de fils dans une grille (qui peut être doublée d'autres grilles simplement garnies d'un tulle moustiquaire très fin, peu perceptible); si l'élément attractif à tester est un volume, il est placé à l'intérieur de quatre grilles disposées en carré. Tout insecte tentant de se poser sur la partie attractive ou qui, simplement attiré, cherche à l'éviter, est électrocuté lors de son passage entre deux fils; il est récolté sur une plaque de tôle ondulée enduite de glu ou dans un bac rempli d'eau. Divers auteurs ont repris ce système et l'ont

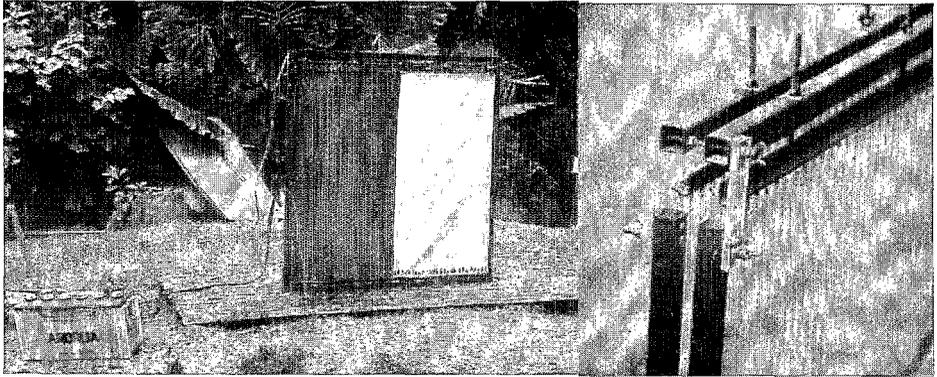


Figure 61 : Grille électrifiée selon le modèle conçu par Vale. A droite détail des supports de fils.

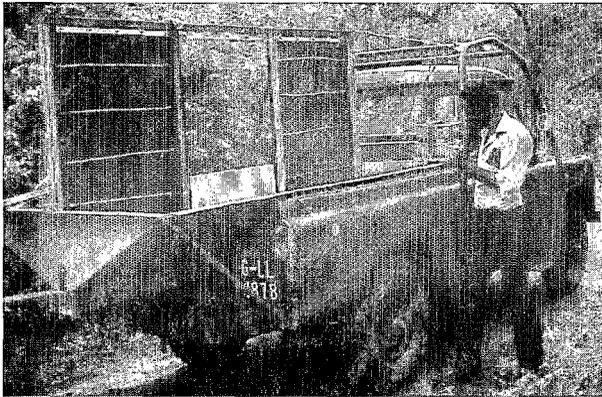


Figure 62 : Grille électrifiée montée sur véhicule (Zimbabwe).

adapté en fonction de leurs besoins spécifiques : porté à dos d'homme, monté sur véhicule, etc. (fig. 62).

Les grilles électrifiées ne présentent qu'un seul désavantage, elles tuent les glossines, ne permettant pas le marquage/lâcher/recapture ; en revanche elles permettent une évaluation exacte de l'attractivité d'un leurre et de la densité des populations.

+ Les pièges à odeurs

Ce ne sont en fait que les pièges signalés plus haut dont l'efficacité, purement visuelle, est améliorée par l'emploi d'un appât olfactif d'une portée suffisante pour détourner les glossines vers le système de capture.

Le gaz carbonique (2 l/mn) associé à l'acétone (500 mg/h) et au 1-octen-3-ol ou octénol (5 mg/h) a permis de multiplier par 4 les captures de *G. morsitans* et de *G. pallidipes* au Zimbabwe (Vale & Hall, 1985). Au Kenya, Brightwell

et al. (1987) ont augmenté les performances du N'Gu trap (*G. pallidipes*) avec de l'acétone (500mg/h) et de l'urine de vache (1g/h). L'adjonction d'appâts olfactifs permet de réduire notablement le nombre de leurres nécessaires pour la lutte. Il faut cependant préciser que la réaction des glossines aux appâts olfactifs (dont l'étude est loin d'être achevée) est variable, liée à des caractéristiques spécifiques, au statut nutritionnel, à des facteurs climatiques et à la densité de la végétation. Ainsi en forêt de Côte d'Ivoire, *G. p. palpalis* paraît insensible à tous les appâts connus : les turbulences du vent fractionnent les odeurs à travers une végétation généralement dense et l'on peut penser que peu à peu les glossines forestières ont perdu l'aptitude de repérer leurs hôtes par l'odorat, comme les glossines savanicoles, se contentant de chasser "à vue".

L'utilisation du piégeage, comme celle de toute autre technique, pour l'échantillonnage des populations de glossines nécessite la plus grande prudence. Il convient en premier lieu d'utiliser le piège adapté à l'espèce visée et d'être en mesure de faire la relation entre la densité apparente par piège et par jour (DAP) mesurée d'après la taille de l'échantillon et la densité réelle. Gouteux (1984) a ainsi montré que la population N de *G. p. palpalis* dans une plantation en zone forestière peut être évaluée par $N = 632 \text{ DAP}^{1,23}$ (sans ramener le chiffre à l'unité de surface) et $N = 382 \text{ DAP}^{0,62}$ en lisière de village.

Obtenir un échantillon représentatif de la population exige ensuite de capturer suffisamment longtemps pour réduire l'importance des fluctuations journalières sans trop affecter la population que l'on veut étudier dans le cas de basses densités : un piégeage continu de quatre jours représente l'optimum.

V-2- Protocole d'échantillonnage

Echantillonner une population de glossines, consiste à obtenir des cohortes d'insectes représentatives de la population totale pour connaître :

- leur répartition géographique (présence ou absence dans une région) ;
- la nature des gîtes fréquentés par cette espèce ;
- la taille des populations (densité) ;
- les variations saisonnières de l'habitat et des densités ;
- les animaux qui peuvent leur servir d'hôtes ;
- la composition des populations (sexe, âge, état nutritionnel, etc.).

Toutes les précautions doivent donc être prises pour éviter les artefacts.

+ La répartition géographique des espèces

Dans l'étude de distribution des espèces de glossines seul compte le nombre de points de capture : le piège est donc le plus indiqué car il pourra rester en place plusieurs jours. Dans ce cas nous préconisons l'emploi de bouteilles d'eau formolée (à 5 %) en lieu et place des cages de capture. Ces bouteilles sont très simplement confectionnées à partir de récipients en plastique (bouteilles d'eau minérale en chlorure de polyvinyle) découpés et assemblés à la colle pour PVC de façon à s'adapter au support apical du piège (chap. XII).

Ces bouteilles sont périodiquement remplacées et les glossines sont décomptées par espèces.

+ L'écodistribution

Il s'agit dans ce cas d'une étude qui peut être simplement qualitative (on recherche quels sont les gîtes fréquentés par l'espèce considérée) ou quantitative (on souhaite analyser la structure des populations dans chacun de ces types de gîtes).

Dans le premier cas on adoptera la technique ci-dessus mentionnée. Dans le second on utilisera les pièges mais surmontés de cages pour récolter les glossines une fois ou, si possible, deux fois, par jour.

Dans tous les cas et surtout dans les régions où les paysages sont très hétérogènes comme le milieu forestier, il est nécessaire de choisir un nombre de gîtes identiques (mais souvent en apparence) aussi grand que possible pour éliminer les variations locales : ainsi on ne doit pas se contenter de capturer dans une dizaine de campements de culture, ou de points d'eau, pour suivre les glossines de ces gîtes particuliers mais au moins une cinquantaine pour tenir compte de facteurs non directement mesurables (environnement botanique, groupe ethnique des populations humaines, éloignement d'un ruisseau ou d'un bas-fonds, etc.).

Ce protocole, assez lourd mais indispensable, exige de faire des "circuits de capture" de 30 à 40 de pièges chacun, confié à une personne qui sera chargée d'effectuer les relevés durant quatre jours consécutifs. Le véhicule idéal est le vélomoteur pour sa rentabilité et sa maniabilité.

Chaque emplacement de capture sera identifié par son environnement botanique (forêt, cacaoyère, caféière, défrichement, etc.), sa proximité de l'eau (ruisseau, bas-fonds, rizière, type de point d'eau, etc.), sa situation dans l'environnement anthropisé ou non (clairière de forêt, sur un sentier, une route, lisière d'un village, d'un campement, etc.), d'après sa fréquentation ou son utilisation par l'homme, surtout pour les points d'eau (baignade, gué, puits, nombre de familles utilisant le point d'eau, etc.), par les caractéristiques des populations humaines fréquentant le site (ethnie, religion, etc.).

Toutes les renseignements concernant un point de capture doivent être codés et entrés sur une base de données informatique avec les résultats des captures et des dissections (effectifs capturés par sexe et par espèces, âge physiologique, nombre de glossines ténérales, résultats des analyses de repas de sang, etc.). L'association ou le recoupement de toutes les variables permettront de faire apparaître les relations existant entre les variations locales ou saisonnières et les facteurs environnementaux. Il sera aussi possible de calculer, en fonction du biotope, le risque de transmission (chap. VII-1-4).

+ *Les évaluations entomologiques*

Evaluer les populations de glossines avant et pendant une campagne de lutte revient à faire de l'écodistribution : les mêmes précautions seront prises. La technique utilisée dépend des moyens disponibles et des objectifs.

Il faut mentionner que lors de l'évaluation d'une campagne le choix d'une zone témoin est très délicat. Il faut que cette zone soit en tous points aussi semblable que possible à la zone de lutte : végétation, réseau hydrographique, faune sauvage et domestique, peuplement humain, etc. Elle doit donc être aussi proche que possible de la zone traitée mais suffisamment éloignée pour que la lutte n'y ait pas de répercussions sur les populations de glossines non visées.

L'évaluation sera faite avant le début de la campagne pour prendre en compte les caractéristiques quantitatives et qualitatives des populations dans la zone de lutte et la zone témoin : DAP, diversité des espèces, composition par groupes d'âge physiologique et pourcentages de ténérales (chap. V-3), risque de transmission (chap. VII-1-4).

Après la fin des travaux de lutte, le rythme des évaluations sera fonction de leur faisabilité. Une première série de captures au bout de 15 jours permettra de voir l'effet à court terme : en cas de réussite on observe une réduction drastique de la DAP. La seconde évaluation, au bout d'un mois, permet d'observer, outre la chute de la densité, une augmentation du pourcentage de ténérales. Ceci est dû au fait que les adultes disparaissent et sont (partiellement) remplacés par les jeunes glossines issues des pupariums déposés dans le sol avant la campagne. Ce phénomène est assez bref puisque la durée du stade nymphal (chap. VI-5-1) varie entre 30 et 60 jours. Au bout du deuxième mois la DAP doit devenir de plus en plus faible, difficilement mesurable dans certains sites notamment au centre de la zone traitée. La plupart du temps, en périphérie de la zone, on capture des glossines assez vieilles, venues de l'extérieur. Cette situation durera tant que la technique de lutte sera efficace, mais généralement dès le retour de la saison humide, sous l'effet des pluies, la DAP aura tendance à remonter : perte d'efficacité de la technique, réinvasion par des glossines venues de l'extérieur, reprise locale de la reproduction. L'entretien de la campagne (pulvérisations, réimprégnations du système de piégeage, etc.) ramènera la DAP à un niveau inférieur.

V-3- Détermination de l'âge

+ *Etat ténéral*

Une glossine est dite ténérale tant qu'elle n'a pas pris de repas de sang après la sortie de son puparium (voir chap. VI-5 et VI-6). L'identification des glossines appartenant à ce groupe est indispensable en matière d'épidémiologie (voir chap. VII) et pour l'évaluation de la lutte antivectorielle (voir chap. V-2).

Durant quelques heures après l'éclosion imaginale, le ptilinum de la jeune glossine est toujours dévaginable sous l'effet d'une légère pression de la tête. Cette méthode peut être utilisée sur le terrain cependant elle traumatise l'insecte qui ne peut plus être relâché.

La glossine ténérale n'ayant pas des muscles thoraciques parfaitement développés on peut aussi tester la fermeté du tégument thoracique par une pression au niveau de la suture mésonotale : la vie de l'insecte est préservée mais la précision est médiocre car près du tiers des glossines non ténérales, âgées de 3 à 6 jours ont encore un thorax mou.

La seule façon de déterminer avec précision l'état ténéral d'une glossine nécessite son sacrifice et l'examen de son tube digestif : tant que la glossine n'a pas pris son premier repas, il subsiste dans l'intestin moyen un sac résiduel, d'origine larvaire (fig. 63 & 64), contenant les déchets de l'alimentation et les mues intestinales. Situé au centre de l'intestin moyen, ce sac se trouve peu à peu rejeté vers la partie postérieure, en amont des tubes de Malpighi, sous la poussée de la membrane péritrophique (Laveissière, 1975). Il est expulsé dans l'intestin postérieur lors de la prise du premier repas de sang.

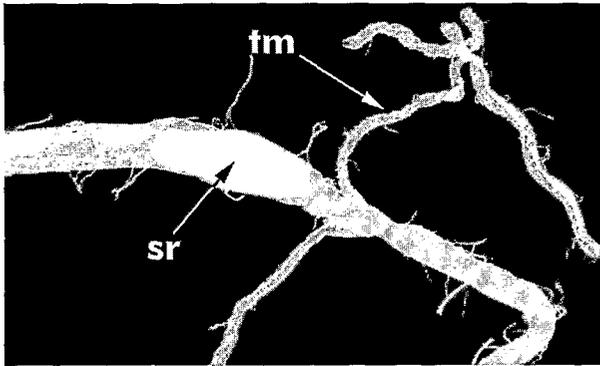


Figure 63 : Le sac résiduel (sr) de la glossine ténérale au niveau des tubes de Malpighi^(tm).

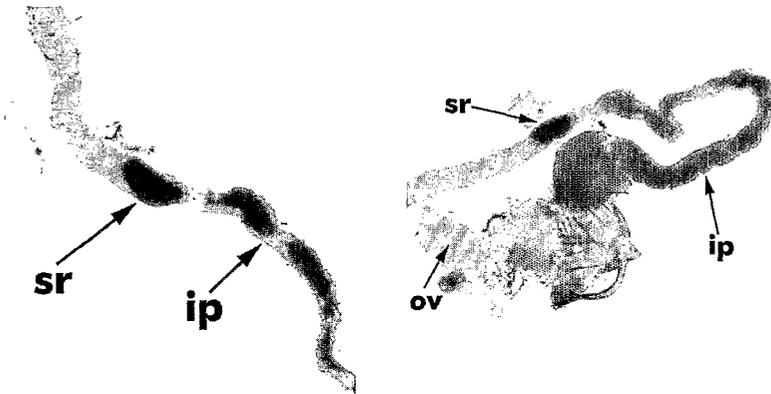


Figure 64 : Sac résiduel (sr) de glossines ténérales. À droite chez une jeune femelle (ov = ovaire ; ip = intestin postérieur).

Pour extraire le sac résiduel :

- placer la glossine, face dorsale de l'abdomen vers le haut, sur une lame porte objets posée sur la platine d'un stéréomicroscope (inutile de couper les pattes et les ailes de l'insecte) ;
- déposer une goutte d'eau sous l'abdomen ;
- maintenir la glossine à l'aide d'une aiguille montée posée en travers du premier segment abdominal (fig. 65) ;
- poser une aiguille lancéolée sur l'avant dernier segment abdominal et tirer lentement vers l'arrière de telle sorte que le tégument se déchire et que le tube digestif glisse dans la goutte d'eau ;

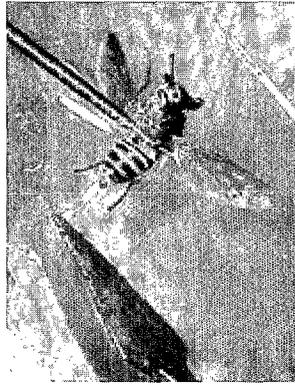


Figure 65 : Extraction de l'intestin de la glossine.

- tirer au maximum l'intestin dans la goutte d'eau (au moins jusqu'à la moitié) ;
- observer l'intestin à partir des tubes de Malpighi en remontant l'intestin moyen (dans la plupart des cas le sac résiduel est coincé au niveau des tubes de Malpighi voir figures 63 et 64) ;
- le sac résiduel, s'il est présent, est bien visible grâce à sa couleur, jaune foncé à marron, tranchant bien sur la transparence de l'intestin ;
- en cas de doute, et pour être certain, qu'il s'agit bien d'un sac résiduel et non la relique d'un petit repas de sang, déchirer la paroi abdominale avec deux minuties montées sur porte-aiguilles : le sac résiduel sort et s'arrondit. A l'intérieur on distingue les restes de la membrane d'origine larvaire.

+ *L'usure des ailes*

Jackson (1946) a déterminé six catégories de glossines selon le degré d'usure du bord postérieur de l'aile (fig. 66).

L'examen de l'aile reste la seule méthode pour obtenir une idée de l'âge moyen de la fraction mâle des populations et sert fréquemment pour la fraction femelle lorsque l'on ne veut pas sacrifier les individus : la corrélation entre le degré d'usure des ailes et l'âge physiologique restant très variable, dépendant des conditions du milieu et de l'activité des adultes, il convient de faire preuve de prudence dans l'analyse des résultats.

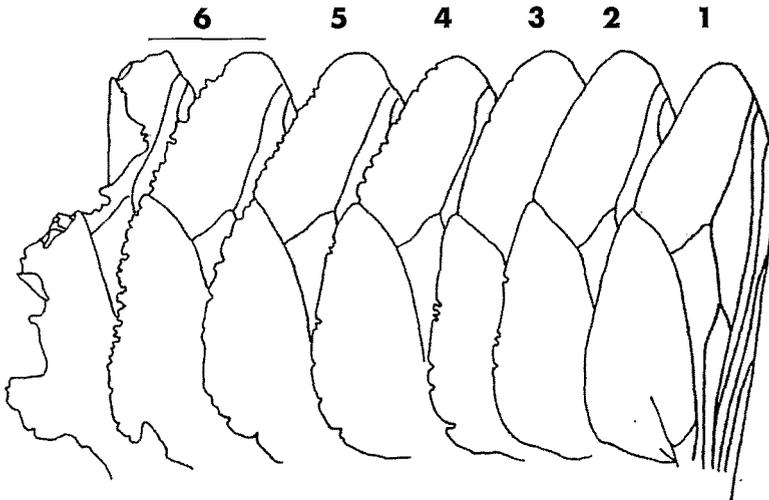


Figure 66 : Catégories d'usure des ailes pour la détermination de l'âge des glossines (d'après Jackson, 1946).

+ *L'âge physiologique*

Cette technique est basée sur l'examen de l'appareil génital de la femelle (voir chap. IV-4-3). La glossine doit être mise sur une lame porte-objets en position ventrale, l'extrémité postérieure de l'abdomen à proximité d'une goutte d'eau physiologique ; une aiguille montée maintient l'insecte au niveau du premier tergite. A l'aide d'une aiguille lancéolée on presse le dernier segment en tirant lentement vers l'arrière pour extraire l'appareil génital et l'intestin (que l'on sectionne immédiatement) (fig. 65). L'appareil génital est ainsi en position correcte, les canaux des spermathèques devant se trouver sur le dessus de l'utérus.

Après avoir observé le schéma de position des différents ovarioles, chacun de ceux-ci est extrait de la gaine ovariole à l'aide de minuties montées pour détecter la présence éventuelle des reliques folliculaires.

Cette technique permet de déterminer l'âge réel des tsé-tsé (à condition d'avoir une idée de la relation existant entre âge physiologique et âge chronologique). Pour certaines études on peut faire un regroupement en trois catégories plus maniables : les nullipares (groupe 0 de 0 à 10 jours), les jeunes pares (groupes 1, 2 et 3, de 11 à 40 jours) et les vieilles pares (au-delà du groupe 4, de 41 jours et plus).

Elle permet aussi de calculer des données importantes comme l'âge moyen (Saunders, 1967) ou le taux de survie journalier selon la méthode de Challier & Turner (1985).

+ L'âge moyen

Pour calculer l'âge moyen des glossines femelles, on doit au préalable calculer, pour la population considérée, la composition probable par groupes d'âge. Pour cela il faut calculer les 4 rapports suivants :

$$(I) \frac{4+4n}{0+ (4+4n)}$$

$$(II) \frac{6+4n}{2+ (6+4n)}$$

$$(III) \frac{5+4n}{1+ (5+4n)}$$

$$(IV) \frac{7+4n}{3+ (7+4n)}$$

L'effectif du groupe $(8+4n)$ est obtenu en multipliant l'effectif $(4 + 4n)$ par le rapport (I). L'effectif du groupe (4) sera alors égal à $(4 + 4n) - (8 + 4n)$. On procédera de même pour tous les autres groupes :

$$\begin{array}{ll} (8 + 4n) = (4 + 4n) \times (I) & \Rightarrow (4) = (4 + 4n) - (8 + 4n) \\ (9 + 4n) = (5 + 4n) \times (II) & \Rightarrow (5) = (5 + 4n) - (9 + 4n) \\ (10 + 4n) = (6 + 4n) \times (III) & \Rightarrow (6) = (6 + 4n) - (10 + 4n) \\ (11 + 4n) = (7 + 4n) \times (IV) & \Rightarrow (7) = (7 + 4n) - (11 + 4n) \\ (12 + 4n) = (8 + 4n) \times (I) & \Rightarrow (8) = (8 + 4n) - (12 + 4n) \\ (13 + 4n) = (9 + 4n) \times (II) & \Rightarrow (9) = (9 + 4n) - (13 + 4n) \end{array}$$

et ainsi de suite.

Pour calculer l'âge moyen, il suffit de faire la somme des produits (effectif d'un groupe par l'âge moyen de ce groupe : 5 pour le groupe 0, 15 pour le groupe 1, 25 pour le 2, etc.) et de diviser par le nombre total de femelles disséquées.

+ Le taux de survie journalier

La courbe de survie d'une population est donnée par l'équation :

$$\log(y) = a + bx \text{ où :}$$

y = nombre de femelles de chaque groupe d'âge physiologique

x = groupe d'âge physiologique

a = nombre de glossines au jour λ

b = logarithme du taux de survie journalier par cycle ovarien.

Si chaque cycle ovarien dure 10 jours, le taux de survie journalier est donné par :

$$T_{sj} = \text{antilog} (b/\lambda) \text{ ou } 10^{(b/\lambda)}$$

Le taux de survie des glossines entre le groupe 0 et le groupe $(4+4n)$ est donné par le rapport $(4+4n) / (0+(4+4n))$ soit, après transformation logarithmique, (logarithme de base 10) : $\log(4 + 4n) - \log(0 + (4 + 4n))$. Les taux de

survie entre les groupes 1 et 5+4n, 2 et 6+4n, 3 et 7+4n sont calculés de la même façon. On obtient ainsi quatre équations :

- A $\log(4 + 4n) - \log(0 + (4 + 4n))$
- B $\log(5 + 4n) - \log(1 + (5 + 4n))$
- C $\log(6 + 4n) - \log(2 + (6 + 4n))$
- D $\log(7 + 4n) - \log(3 + (7 + 4n))$

à partir desquelles on calcule le logarithme du taux moyen de survie pour 4 cycles, soit $\frac{(A+B+C+D)}{4}$ le taux de survie par cycle, soit $\text{antilog} \frac{(A+B+C+D)}{16}$ soit après simplification le taux de survie journalier T_{sj} est égal à :

$$\text{antilog} \left(\frac{[\log(4+4n) + \dots + \log(7+4n)] - [\log(0+(4+4n)) = \dots + \log(3+(7+4n))]}{16\lambda} \right)$$

Exemple : Nombre de femelles disséquées = 1570

Groupe	Effectif	Groupe	Effectif
0	480	4+4n	150
1	280	5+4n	160
2	200	6+4n	130
3	90	7+4n	80

Age moyen :

(I) = 0,2381 (II) = 0,3636
 (III) = 0,3939 (IV) = 0,4706

(8 + 4n) = 150 x (I).....	(4) = 150 - 36 = 114
(9 + 4n) = 160 x (II).....	(5) = 160 - 58 = 102
(10 + 4n) = 130 x (III).....	(6) = 130 - 51 = 79
.....	(7) = 42
.....	(8) = 27
.....	(9) = 37
.....	(10) = 31
.....	(11) = 20
.....	(12) = 6
.....	(13) = 13

Pour cette population, on peut aller jusqu'au groupe d'âge 27.

Age moyen = (480 x 5) + (280 x 15) + (200 x 25) + (90 x 35) + (114 x 45) + (102 x 55)...../1570 = **36 jours**

Taux de survie journalier :

$\log (4 + 4n) = 2,1761$	$\log (0 + (4 + 4n)) = 2,7993$
$\log (5 + 4n) = 2,2041$	$\log (1 + (5 + 5n)) = 2,6435$
$\log (6 + 4n) = 2,1139$	$\log (2 + (6 + 4n)) = 2,5185$
$\log (7 + 4n) = 1,9031$	$\log (3 + (7 + 4n)) = 2,2304$
$8,3972$	$10,1917$

$$T_{sj} = \text{antilog} \frac{8,3972 - 10,1917}{16\lambda} \text{ ou } 10^{(-1,7945/16\lambda)}$$

$$\text{soit } T_{sj} = 0,972 \text{ pour } \lambda = 9 \text{ jours}$$

$$T_{sj} = 0,975 \text{ pour } \lambda = 10 \text{ jours}$$

V-4- Dissection des glandes salivaires

Indispensable pour évaluer le taux d'infection des glossines par les trypanosomes pathogènes pour l'homme, la dissection des glandes salivaires soulève quelques problèmes compte tenu de leur longueur et de leur fragilité.

On peut exercer une traction lente de la tête jusqu'à arrachement du tégument du cou puis continuer à tirer avec précaution (fig. 67) ; les glandes sali-

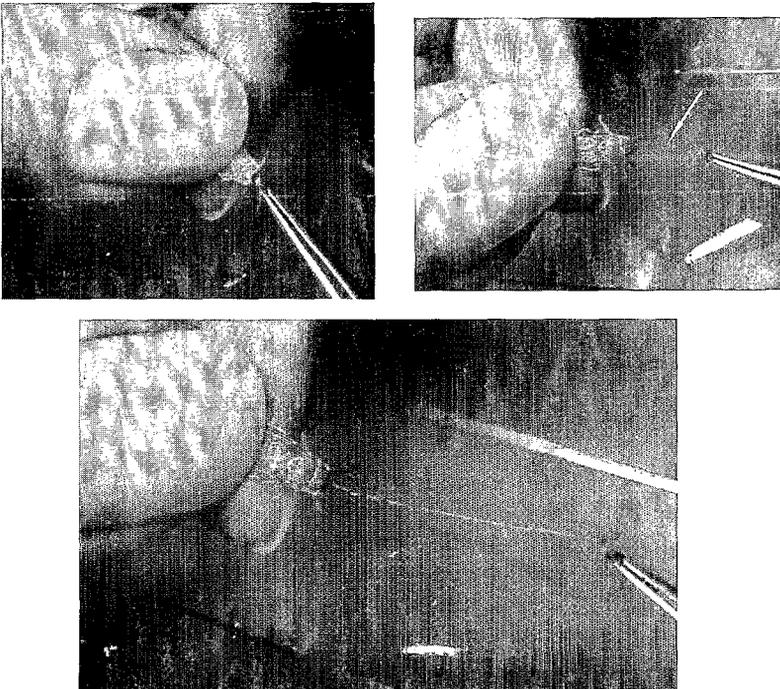


Figure 67 : Extraction des glandes salivaires.

vaires apparaissent seules. Pour éviter une cassure on poursuit l'étirement en mettant les glandes dans une goutte d'eau physiologique déposée sur une lame. Cette technique est délicate mais présente un avantage : il n'y a pas de risque de déchirure de l'intestin donc pas de risque de contamination des glandes par des trypanosomes intestinaux.

Au lieu de l'arrachement de la tête, Penchenier & Itard (1981) proposent la déchirure du tégument abdominal, au niveau du premier sternite, à l'aide de deux pinces fines : la glossine étant couchée sur le dos, une légère traction continue permet d'extraire l'intestin et les glandes salivaires sur lesquelles on dépose une goutte d'eau physiologique ; ces dernières sont ensuite aisément extraites avec les pinces, les canaux salivaires se rompant au niveau du proboscis.

Cette manipulation doit être faite très précautionneusement : la moindre déchirure de l'intestin moyen entraîne la sortie des formes immatures des trypanosomes et donne l'illusion d'une infection des glandes salivaires au moment de leur examen microscopique.

V-5- Marquage

Toute étude bio-écologique des glossines nécessite de marquer et de relâcher les insectes en vue de leur recapture pour localiser les lieux de repos, évaluer la dispersion, la longévité, etc.

+ Lieux de repos

Pour rechercher les lieux de repos nocturnes de la glossine la seule méthode est le repérage des insectes marqués avec de la poudre fluorescente (éventuellement fixée avec de l'alcool isopropylique) au moyen d'une lampe à rayons ultraviolets.

Les glossines capturées dans la journée et conservées dans des cages à l'abri de la chaleur et de la sécheresse sont mises dix par dix dans des tubes à essai puis versées dans un gros tube contenant la poudre (fig. 68). L'agitation des tsé-tsé dans le tube favorise la répartition de la poudre. Les glossines sont ensuite versées dans une cage (posée sur un plateau émaillé pour récupérer la poudre ; fig. 69) et seront relâchées dans le site choisi pour l'étude.

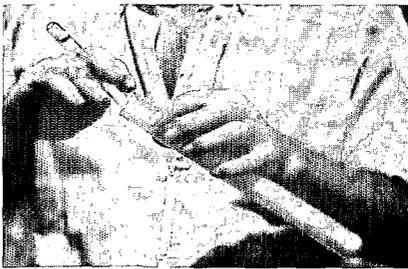


Figure 68 : Marquage à la poudre fluorescente.

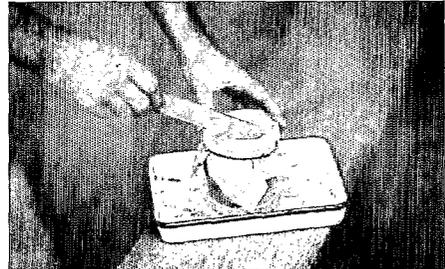


Figure 69 : Stockage des glossines marquées.

Les poudres existent en plusieurs couleurs ce qui permet, grâce à des mélanges, de lâcher des cohortes journalières et de suivre la dispersion des glossines dans le site (fig. 70).



Figure 70 : Glossine au repos de nuit.

Le repérage se fait avec des lampes à rayons ultraviolets ordinaires qui peuvent avoir une portée de 3 à 4 mètres.

De jour l'homochromie de la tsé-tsé (fig. 71) avec son support rend plus difficile sa découverte : ce handicap peut être levé en marquant le thorax des

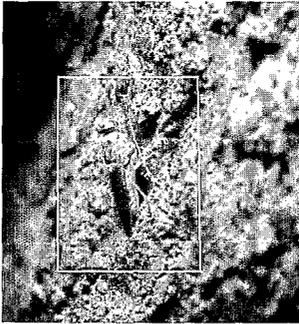


Figure 71 : Glossine de jour sur un tronc d'arbre.



Figure 72 : Repérage de la glossine dans un lieu de repos diurne.

glossines avec une tache de peinture (voir fig. 74). La recherche se fait à vue, de façon minutieuse dans tous les lieux susceptibles d'offrir à la tsé-tsé, à la fois, l'ombre, l'humidité et la fraîcheur : ces endroits sont souvent difficiles d'accès. L'expérience a montré que seuls des enfants peuvent repérer les glossines d'assez loin pour ne pas les déranger en se faufilant entre les branches (fig. 72).

On peut aussi utiliser des produits radioactifs. Cette méthode, assez délicate, utilise du ^{59}Fe sous forme de solution de chlorure de fer déposée par gouttes de 0,46 microlitre sur le thorax. La dose permet ainsi de détecter l'insecte jusqu'à 1,5 mètres à l'aide d'un scintillomètre (Bois *et al.*, 1977).

+ Dynamique des populations

Les glossines capturées, et soigneusement préservées de la dessiccation, sont marquées à l'aide de taches de peinture déposées sur le thorax (fig. 73) : les différents emplacements possibles (14 dont trois en avant du pronotum,

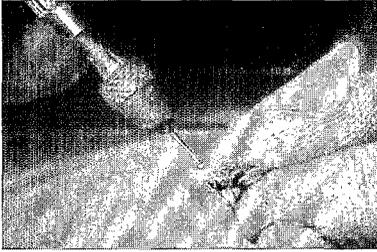


Figure 73 : Marquage d'une glossine.

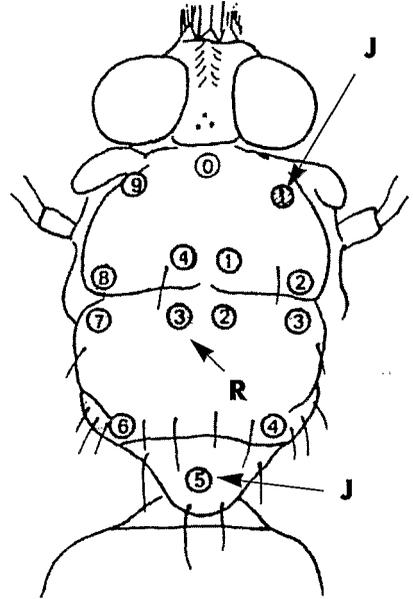


Figure 74 : Emplacements des taches colorées pour le marquage individuel des glossines (d'après Challier, 1973).

Exemple de codage : RRJ 351 (3 au centre en rouge ; 5 sur le scutellum en rouge ; 1 sur la droite du pronotum en jaune).

quatre en avant et en arrière de la suture mésonotale, deux avant le scutellum et une sur le scutellum ; fig. 74) et le choix de plusieurs couleurs permettent de marquer individuellement plusieurs dizaines de milliers d'individus.

Les glossines relâchées peuvent être identifiées lors des recaptures ultérieures. On peut ainsi estimer : la vitesse et l'amplitude de la dispersion en capturant dans des lieux précis et à intervalles réguliers ; la longévité et la relation entre âge chronologique et âge physiologique, en relâchant des individus d'âge connu ; la fréquence des repas en relâchant des tsé-tsé gorgées.

Quels que soient les objectifs de l'étude, le marquage et le lâcher des glossines doivent être faits avec le maximum de précautions qui n'empêchent cependant pas certains problèmes. Lors des captures manuelles, les manipulations doivent être réduites au minimum ; en cas d'utilisation de pièges, la récolte des cages de capture doit être aussi fréquente que possible.

Pour assurer la survie des insectes, quelque peu traumatisés par toutes les opérations, on doit les nourrir sur animal mais lors du lâcher ces individus gorgés n'auront pas tendance à s'envoler très loin ni à choisir un véritable lieu de repos : au moment de la recapture on évitera les environs du point de lâcher.

V-6- Les études génétiques

Au cours de ces dernières années, du fait de la découverte de nouvelles techniques, les études de génétique des insectes, en l'occurrence des glossines, ont pris de plus en plus d'importance pour comprendre, entre autres faits bio-écologiques encore mal connus, la capacité vectorielle (voir chap. IV-5).

Les techniques de biologie moléculaire n'ont pas à être exposées ici, mais il faut que l'entomologiste récolte le matériel biologique pour pouvoir les analyser au mieux en collaboration avec un spécialiste.

Pour étudier la génétique des glossines, au moins 3 pattes sont prélevées sur chaque mouche à l'aide de pinces. Elles sont déposées à sec dans un tube Eppendorf (0,5 ou 1,5 ml) portant un numéro de référence (numéro du piège + numéro d'ordre de la mouche). Entre chaque manipulation, les pinces sont lavées à l'eau de Javel, rincées à l'eau stérile et essuyées. Les tubes sont simplement conservés à température ambiante avant d'être ramenés au laboratoire.

Pour la recherche, l'isolement et l'identification des trypanosomes présents chez la glossine, les opérations sont plus complexes car il faut éviter tout risque de contamination (par exemple passage d'un trypanosome intestinal sur les glandes salivaires) : les techniques de biologie moléculaire sont si sensibles qu'un seul fragment d'ADN provenant d'un parasite peut faire croire à une infection qui n'existe pas en réalité.

Sous un stéréomicroscope les organes de chaque glossine sont extraits et déposés séparément sur une lame dans une goutte de sérum physiologique (NaCl 0,9 %) : d'abord le proboscis, puis les glandes salivaires et enfin le tube digestif.

Entre chaque organe et chaque glossine, tous les instruments (pinces et aiguilles) sont lavés comme décrit ci-dessus. Après observation des organes (microscope au grossissement 250 ou 400x) pour une identification parasitologique simple, ils sont individuellement transférés avec 50 microlitres de sérum physiologique dans un tube Eppendorf propre et numéroté ; on utilise pour cela une pipette automatique dont on change l'embout entre chaque organe. Les tubes sont ensuite conservés au réfrigérateur ou en glacière jusqu'au laboratoire.

Pour chaque glossine, on a ainsi 1 tube contenant les pattes pour les analyses de génétique et 3 tubes contenant pièces buccales, intestin et glandes salivaires pour la détection des trypanosomes par PCR.

Il est conseillé, si la glossine est gorgée, de collecter une partie du repas de sang (sur papier Whatman n° 1) pour identifier l'hôte sur lequel la mouche s'est nourrie : mettre en relation l'identification de l'hôte et le résultat des analyses de biologie moléculaire peut donner des informations importantes sur les relations entre la glossine, le parasite et son réservoir animal.

V-7- La télédétection

Il ne s'agit évidemment pas d'une technique entomologique mais il nous faut souligner son intérêt en entomologie médicale et vétérinaire, pour inciter les jeunes chercheurs à la prendre en compte et s'associer aux spécialistes pour en tirer le meilleur parti.

Depuis une trentaine d'années bon nombre de satellites ont été lancés pour les études soit météorologiques (Meteosat, NOAA) soit des ressources terrestres (Landsat, Spot).

Ces derniers survolent systématiquement le globe terrestre avec un champ de vision très large. Chaque scène satellitaire couvre donc des centaines de kilomètres carrés et est donc plus maniable que les photographies aériennes. En outre on peut les obtenir pour une période précise puisque la même zone est survolée, selon les satellites, entre 15 et 26 jours.

La supériorité de l'imagerie satellitaire sur la photographie aérienne réside principalement dans le fait que les données numériques transmises peuvent être traitées automatiquement sur ordinateur à condition qu'elles soient mises en parallèle avec des observations de terrain.

La télédétection peut donc être utilisée pour cartographier les aires de répartition des espèces et prédire leurs modifications en fonction de celles des indicateurs utilisés. Elle peut aussi offrir le moyen de circonscrire des régions où existe un risque important d'épidémisation de la maladie.

Mais la télédétection seule ne peut aboutir à ces résultats sans qu'en amont ne soient identifiés les indicateurs de terrain les plus pertinents, sans qu'en aval les analyses ne soient validées par des enquêtes de terrain.

Les indicateurs peuvent être de toutes sortes : géographiques, botaniques, hydrologiques, climatologiques, médicaux, etc.. Des exemples récents le vérifient. Rogers (1991) et Rogers & Randolph (1991) ont mis en évidence une corrélation significative entre les taux de mortalité de la glossine et le NDVI¹ mensuel moyen, le déficit de saturation et l'âge physiologique des tsé-tsé. Hendrickx *et al.* (1997) au Togo ont prouvé que l'on peut prédire l'abondance des glossines sur de vastes territoires et en tirer des cartes pour délimiter les zones à haut risque de transmission des trypanosomoses animales. De la Rocque (1997) au Burkina Faso, grâce à la télédétection et à un Système d'Information Géographique (SIG), a pu identifier les facteurs discriminants de la présence des glossines en associant 70 paramètres concernant la végétation et le réseau hydrographique, l'occupation de l'espace et la dynamique des parcelles agricoles, la distribution du bétail et les pratiques pastorales.

Les recherches en matière de maladie du sommeil sont moins avancées mais des recherches préliminaires montrent que l'on pourrait caractériser les zones à risque pour l'homme, et prédire l'apparition d'une situation de type hyper-endé-

¹Normalized differential vegetation index.

mique, à partir d'indicateurs tels que le mode d'habitat, la densité de population, l'importance du réseau hydrographique secondaire ou le type de cultures.

V-8- Techniques de terrain

V-8-1- Installation des pièges

Un piège est relativement simple d'emploi, mais pour obtenir des données fiables il convient de l'utiliser correctement.

En l'absence d'appâts olfactifs efficaces (ce qui est le cas pour les espèces du sous genre *Nemorhina*) le piège doit être parfaitement visible. La végétation herbacée doit être coupée sur un rayon d'au moins deux mètres. On doit veiller à éliminer certaines branches basses qui pourraient déchirer le piège ou le faire tomber.

La visibilité, donc l'attractivité, sera fortement augmentée si le piège est placé dans un endroit ensoleillé.

L'effectif capturé sera plus important si le piège est placé soit le long d'un axe de dispersion soit d'une lisière. En forêt ces axes de dispersion sont les chemins et les routes ; en savane, ce sont les berges des cours d'eau.

Il est important de suivre les indications des concepteurs de pièges pour l'implantation : la plupart d'entre eux ne doivent pas être à plus de 20 centimètres du sol (par exemple le biconique) ou à plus de 40 centimètres (pyramidal, Vavoua).

Une précaution essentielle doit être prise lors de toute évaluation ou d'étude d'écodistribution : éviter les fourmis qui peuvent dévorer la totalité d'une capture. Pour cela il suffit de mettre au bas du piquet du piège de la graisse de voiture en quantité suffisante pour que les poussières et les fourmis tuées ne forment pas un "pont" sur lesquelles les autres pourraient passer.

La glossine est un insecte robuste mais qui supporte mal les excès de chaleur et de sécheresse. Si les insectes doivent être disséqués ou relâchés après marquage, il faut ramasser les cages le plus souvent possible (en zone forestière de Côte d'Ivoire les ramassages se faisaient à 10 et 16 heures). Si les conditions de température et d'humidité sont extrêmes on peut mettre sur la cage un "manchon" humide. Ce manchon, de forme demi cylindrique est confectionné avec une couche de coton incluse entre deux morceaux de tissu blanc, le tout maintenu autour de la cage par un élastique.

V-8-2- Calcul des indicateurs

Sex ratio

Le sex ratio peut être présenté sous deux formes :

- soit le pourcentage de femelles capturées par rapport à l'effectif total ;
- soit le rapport entre le nombre de femelles capturées et celui des mâles.

Cet indicateur est utile pour suivre l'évolution qualitative et quantitative de la composition des populations dans le temps et dans l'espace (entre saisons, entre biotopes, etc.). Cependant il varie de façon importante selon la technique d'échantillonnage : les captures sur appâts humains donnent toujours plus de mâles que de femelles ; avec les pièges on obtient une image plus exacte de la réalité puisqu'ils fournissent un sex ratio généralement supérieur à 1. Il convient donc de comparer des données obtenues selon le même protocole.

DAP

La DAP (ou Densité Apparente par Piège et par jour) est un indicateur assez subjectif de la densité réelle d'une population ; comme la sex ratio, il varie selon les techniques d'échantillonnage. Cependant elle est très utile pour suivre les variations qualitatives et quantitatives des populations à condition qu'elle soit calculée à partir d'effectifs capturés selon le même protocole.

La DAP est égale à :

$$\text{DAP} = \frac{\text{total mâles capturés} + \text{total femelles capturées}}{\text{nombre de pièges} \times \text{nombre de jours de capture}}$$

V-8-3- Recherche pupes

L'étude des populations imaginale est certainement le sujet le plus ingrat car il faut parvenir à trouver les pupes enfouies dans le sol. Ceci est relativement simple dans le sable, difficile dans la terre. Cependant lorsqu'un gîte a été identifié, il peut être suivi sur plusieurs semaines car les femelles viennent généralement déposer leur larve toujours dans les mêmes endroits (voir le chap. VI-5-4).

Il est recommandé de travailler le plus délicatement possible pour éviter de perturber le gîte. La végétation environnante ou surplombant le gîte ne doit pas être coupée. Le tapis de feuilles recouvrant le sol doit être déplacé puis remis en place à la fin de la recherche.

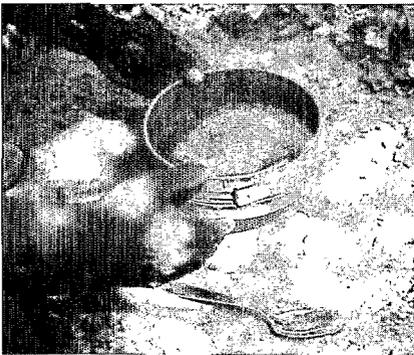


Figure 75 : Recherche des pupes dans le sable.

Sur les berges sablonneuses des cours d'eau et sur les bancs de sables on peut ramasser le sable avec une cuillère et le filtrer avec un tamis à mailles fines (fig. 75) : la rapidité du travail est accrue, cependant on n'obtient aucune donnée fiable sur la profondeur d'enfouissement du puparium.

Ailleurs la seule solution pour découvrir les pupes est d'utiliser la lame d'un couteau pointu et de gratter la terre par couches successives.

V-8-4- Mesures climatologiques

Toute étude sur la bio-écologie d'un insecte nécessite la mesure de plusieurs facteurs éco et écidoclimatiques : température, humidité relative, déficit de saturation, lumière.

Dans chaque biotope étudié il est nécessaire de placer un abri météorologique (fig. 76). Sachant que l'on ne recherche pas une mesure absolue mais relative (comparaison entre deux gîtes par exemple) ce matériel peut être construit localement en copiant et en simplifiant un modèle normalisé.

Dans ces abris sont logés : un thermomètre à maxima, un thermomètre à minima, un thermomètre humide, un évaporomètre, un enregistreur de température et un enregistreur d'humidité relative.

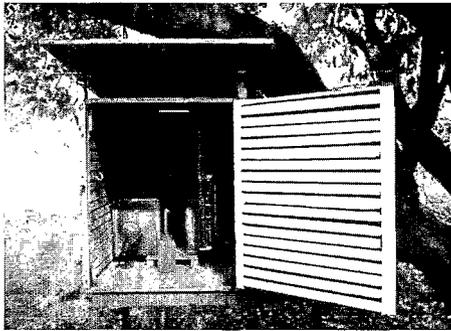


Figure 76 : Abri météorologique.

L'intensité lumineuse pourra être mesurée dans chaque type de gîte avec une cellule photoélectrique.

Pour des recherches plus précises sur la température ou l'humidité (par exemple leur importance dans la répartition des lieux de repos) on utilise :

- pour les températures : des sondes à thermistance (fig. 77 & 78) placées à différents niveaux et différentes distances d'un point fixe (par exemple la berge d'une rivière). Chaque sonde est reliée à un lecteur (un lecteur peut recevoir 24 sondes) qui sera déplacé de place en place si les sondes sont éloignées les unes des autres. Ce matériel est suffisamment précis pour mesurer la température d'un support (feuille, tronc d'arbre) ;

- pour l'humidité relative, un psychromètre électronique (fig. 79) appareil suffisamment précis pour ce genre d'étude.

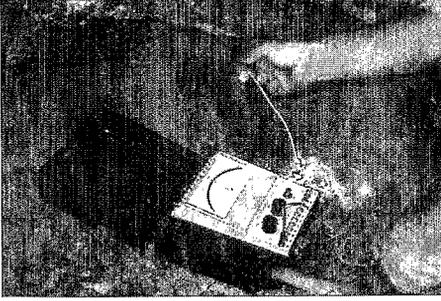


Figure 77 : Prise de température avec une sonde et le lecteur.

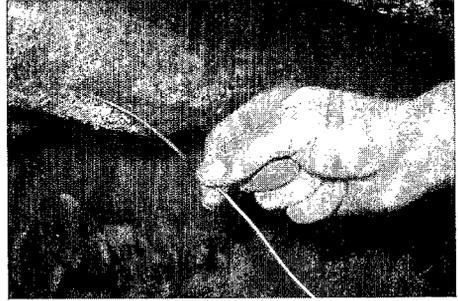


Figure 78 : Détail de la sonde à thermistance.



Figure 79 : Psychromètre électronique.

VI

LA VIE DE L'INSECTE

VI-1- Les principaux gîtes à glossines

La glossine est installée dans certaines zones bio-géographiques et dans certaines associations végétales selon sa capacité à supporter les effets du milieu. Ci-après est établie une liste non exhaustive des principales zones de végétation colonisées par les plus importantes espèces de glossines.

- Afrique occidentale et centrale

+ La mangrove (fig. 80) : formation boisée dense, basse ou élevée, des eaux saumâtres aux embouchures des fleuves : habitat de *G. caliginea* et/ou *G. palpalis palpalis*. La mangrove est généralement sillonnée de chenaux de largeur variable (quelques mètres à plus d'un kilomètre), séparant entre elles des îles parfois habitées. Les chenaux sont utilisés pour le transport (personnes et marchandises) ou la pêche. Bien que peu d'études aient été faites dans ce milieu particulier, il semble que le contact entre la glossine et l'homme soit d'autant plus intense que le chenal est étroit. Dans les îles les rapports entre l'homme et le vecteur sont de même type qu'en forêt mésophile.



Figure 80 : Mangrove basse (Sénégal).

+ La forêt ombrophile : constituée d'arbres géants, laissant filtrer très peu de lumière et dominant un sous-bois peu dense, souvent giboyeuse : habitat typique de *G. fusca*, *G. tabaniformis*; *G. palpalis* y est extrêmement rare sauf si l'homme est présent et a dégradé partiellement le milieu naturel.

+ La forêt mésophile (fig. 81 & 82) : formation moins dense que la précédente, avec un sous-bois épais : *G. palpalis* y est plus fréquente qu'en forêt ombrophile : on trouve aussi *G. fuscipes*, *G. pallicera*, *G. nigrofusca*, *G. fusca* et *G. medicorum*. On retrouve ces mêmes espèces dans les régions savanisées résultant de la dégradation de la forêt mésophile où subsistent des reliques forestières.

La forêt mésophile a souvent été très dégradée, d'abord pour l'exploitation du bois, ensuite pour l'implantation de cultures de rente (café et cacao). Dans certaines régions, cette sur-exploitation a abouti à un paysage de type savane. Les glossines, autrefois très nombreuses dans tous les biotopes, particu-

lièrement au niveau de toutes les lisières, se concentrent alors dans les bas-fonds humides et à proximité de l'habitat humain. Mais l'anthropisation du milieu aboutit aussi à la disparition des espèces du groupe *Austenina*.



Figure 81 : Forêt mésophile
(Côte d'Ivoire).



Figure 82 : Forêt mésophile dégradée
(flèche = plantation de cacaoyers).

+ La savane : sud et nord guinéenne (fig. 83) selon la latitude, la nature et la densité du boisement (caractérisée par les *Isobertinia sp.*), c'est le domaine exclusif des espèces savaniques (*G. morsitans submorsitans*, *G. longipalpis*) à condition que la faune sauvage soit suffisamment dense ou qu'elle soit remplacée par le bétail.

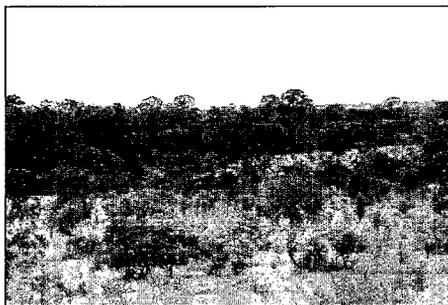


Figure 83 : Savane guinéenne
(Côte d'Ivoire).

+ la savane soudanienne : avec une pluviosité annuelle de 500 à 1 000 mm, cette savane caractérisée par le Baobab (*Adansonia sp.*), plantée d'arbustes et d'épineux (*Acacia sp.*) est généralement défavorable aux glossines sauf au niveau des forêts riveraines.

+ Les galeries forestières (fig. 84 & 85) : dans toutes les régions de savane, ce sont des formations boisées plus ou moins larges, avec une canopée ouverte ou fermée selon l'encaissement du cours d'eau, permanent ou temporaire, qu'elles bordent : habitats typiques de *G. palpalis*, *G. fuscipes* et de *G. tachinoides* avec parfois *G. m. submorsitans* qui s'y réfugie en saison sèche froide.

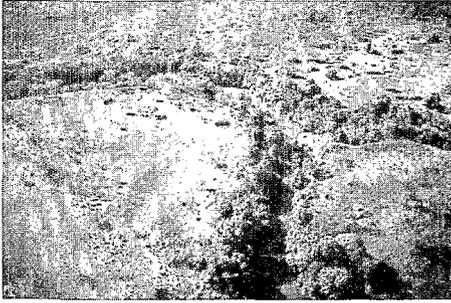


Figure 84 : Galerie forestière (Burkina Faso).



Figure 85 : Galerie forestière ouverte (Côte d'Ivoire).

- Afrique orientale et australe

+ Le "Miombo" (Miombo woodland) (fig. 86) : équivalant à la savane nord guinéenne de l'Afrique de l'ouest (*Isoberlinia sp.*, *Brachystegia sp.*), peuplée par *G. morsitans*.

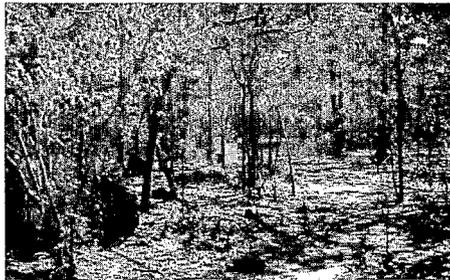


Figure 86 : Miombo (Zimbabwe).

+ La forêt à Mopane : colonie presque exclusive de *Colophospermum mopane*, cette forêt très claire, pratiquement sans sous-bois ou avec une herbe rase, abrite *G. morsitans*.

+ Savane à épineux ("thorn savannah" – fig. 87) : savane à *Acacia sp.* associés à des *Combretum sp.* et *Commiphora sp.* irrégulièrement plantés dans une plaine herbeuse, domaine de *G. swynnertoni* et *G. pallidipes*.

G. pallidipes est une espèce ubiquiste fréquentant essentiellement les zones buissonnantes ("thickets" – fig. 88) mais elle peut se trouver aussi bien en savane à épineux qu'en lisière de forêt humide

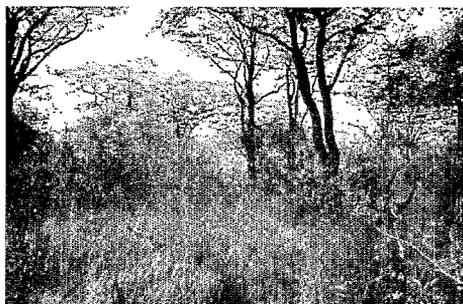


Figure 87 : Thorn Savannah
(Zimbabwe).



Figure 88 : Thicket
(Kenya).

- Habitats anthropisés

De nombreuses espèces ont réussi à conquérir certains faciès créés par l'homme.

+ Les caféières et les cacaoyères (fig. 89), installées dans la forêt mésophile dégradée, ont été investies par les espèces forestières, anthropophiles ou non, compte tenu de leur fréquentation permanente par l'homme et par certaines petites antilopes.



Figure 89 : Cacaoyère
(Cameroun).

+ Les mangueraias proches des galeries forestières ou des villages peuvent héberger de fortes colonies de glossines riveraines.

+ Les bois sacrés : ces formations végétales sont naturelles, mais compte tenu des superstitions dont elles font l'objet, elles sont maintenues en l'état, abritant ainsi de petites populations de glossines totalement isolées des gîtes de type classique, totalement inféodées à l'homme.

+ Les Niayes (fig. 90) : dans la presqu'île du Cap vert (Sénégal), les Niayes sont des petites palmeraies installées dans des bas-fonds humides, sou-

vent au pied de dunes, utilisées pour les cultures maraîchères ; elles permettent la survie de *G. palpalis gambiensis* au-dessus de l'isohyète 800 mm.

+ Les villages (fig. 91) : *G. palpalis*, *G. fuscipes* et *G. tachinoides* ont colonisé les lisières buissonnantes des villages de la savane sud guinéenne et de la forêt, attirées et maintenues sur place par la présence d'importantes colonies de porcs domestiques. Après élimination de *G. p. palpalis* lors d'une campagne de lutte à la limite savane/forêt de Côte d'Ivoire, les lisières ont été repeuplées par *G. longipalpis* (Laveissière *et al.*, 1994a).



Figure 90 : Niayes
(Sénégal).

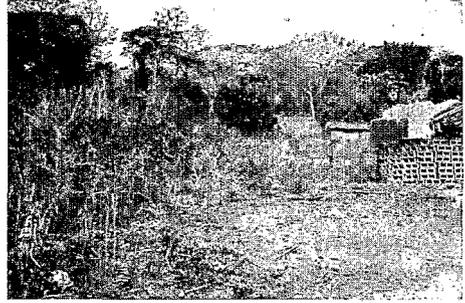


Figure 91 : Lisière de village
(Côte d'Ivoire).

- L'effet lisière.

En savane, comme en forêt, les glossines ne sont pas uniformément réparties dans tout le gîte ; on constate qu'il existe des concentrations souvent fort marquées dans les secteurs dont le couvert végétal fournit des conditions écioclimatiques favorables pour l'adulte et la puppe (voir chap. VI-4 et VI-10) et dont la fréquentation par les hôtes est suffisante. Ces secteurs sont généralement les écotones, les lisières entre deux faciès dont l'un au moins est boisé. Ainsi, en zone forestière de Côte d'Ivoire, les plus fortes densités de *G. p. palpalis* sont enregistrées au niveau des lisières de villages, sur les lisières entre la plantation (caféière ou cacaoyère) et un bas-fonds, le long des routes et chemins séparant une plantation et une relique forestière. Toujours en Côte d'Ivoire, la densité moyenne de *G. longipalpis* est estimée à 3 au cœur de la savane arborée et à 75 au niveau de la lisière des îlots forestiers (D'Almeida, 1985).

VI-2- La répartition des espèces

Les cartes dressées par Ford & Katondo (1977) mettent bien en évidence la restriction de l'aire de répartition du genre *Glossina* et celle des diverses espèces en Afrique : plusieurs facteurs biotiques et abiotiques empêchent les glossines, ou quelques espèces seulement, de s'installer ou d'atteindre certaines régions.

Les principales causes limitantes de l'extension du genre sont :

➤ Un climat trop chaud (sahélien ou sub-saharien) comme un climat froid (du fait de l'altitude), ne permettent pas à l'imago de satisfaire ses besoins en nourriture, soit en les exagérant soit en modifiant le rythme d'activité ; dans tous les cas les stades pré-imaginaux peuvent difficilement aboutir au stade adulte ;

➤ Une pluviosité trop faible, comme les fortes températures, limite l'extension de certaines espèces particulièrement sensibles à l'hygrométrie : Rogers & Randolph (1986) estiment ainsi que la limite nord de *G. palpalis* et de *G. fuscipes* est déterminée à la fois par une température inférieure à 27°C et un déficit de saturation de 14 mm HG ;

➤ Le facteur végétation, lui-même étroitement lié au climat, détermine la nature du peuplement glossinien. Il s'agit là d'une adaptation aux facteurs abiotiques (température, humidité, luminosité, facilité de vol) découlant de la nature et de la densité de la canopée et du sous-bois, mais aussi aux facteurs biotiques, tel que la nourriture, dépendant eux-mêmes des facteurs précités ;

➤ Le facteur nourriture est évidemment la cause première de la restriction de l'aire de distribution des tsé-tsé, d'un point de vue quantitatif mais aussi qualitatif : la rareté, voire la disparition presque totale, des mammifères ou des reptiles entraîne à court terme l'extinction des glossines ; de même, l'absence des hôtes préférés d'une espèce empêche son installation si elle ne peut faire preuve d'opportunisme alimentaire (voir chap. VI-8).

La conjonction d'un ou de plusieurs de ces facteurs, tous étroitement dépendants les uns des autres, a bien évidemment des conséquences sur l'extension des tsé-tsé mais aussi sur la restriction spatiale de leur distribution : ainsi en zone de savane les glossines dites riveraines sont limitées aux galeries forestières où elles trouvent des conditions optimales de survie.

Inversement la modification de l'un d'eux entraîne la conquête de nouveaux territoires par la glossine : la destruction progressive de la forêt ombrophile permet l'installation de *G. p. palpalis* dans des zones où elle était absente ; la savanisation de la forêt mésophile, sous les effets de la sécheresse et de l'homme, attire *G. longipalpis* typique de la savane guinéenne.

- Répartition géographique du sous-genre *Glossina*

Strictement liées à la savane, ces glossines se limitent aux zones suffisamment boisées pour leur assurer des lieux de repos climatiquement favorables, évitant les zones sahéliennes, trop arides et peu riches en gibier ou les zones de savane soudanienne affectées par la sécheresse. Par contre certaines espèces ont tendance à envahir les limites septentrionales du secteur forestier. Enfin certaines régions aux hivers frais, certains plateaux ou régions montagneuses, sont indemnes de glossines malgré leur richesse en gibier. Il en résulte une répartition en taches, très discontinue, totalement différente de celle du sous-genre *Nemorhina*, mais leur localisation dans les régions d'élevage et riches en gibier les rend dangereuses partout pour l'économie pastorale mais aussi pour la santé de l'homme en Afrique orientale.

- Répartition géographique du sous-genre *Nemorhina*

Bien que particulièrement sensibles aux effets du climat, les espèces de ce sous-genre sont très largement répandues en Afrique : d'une part elles trouvent dans les régions forestières des zones idéales du fait des conditions climatiques et de la disponibilité des hôtes ; d'autre part, notamment en Afrique occidentale, elles bénéficient en zone de savane de l'abri des forêts riveraines bordant rivières et ruisseaux. Elles parviennent enfin à supporter des conditions sévères grâce à un opportunisme alimentaire très marqué leur permettant de modifier leur régime et de survivre même si les besoins qualitatifs ne sont pas entièrement satisfaits. Il faut noter aussi que la plupart des espèces de ce sous-genre, contrairement aux autres, fréquentent généralement le même espace que l'homme, devenant de plus en plus strictement synanthropiques, faisant peser une grave menace sur la santé humaine.

- Répartition géographique du sous-genre *Austenina*

Les tsé-tsé de ce sous-genre sont typiques des zones forestières denses, mis à part *G. longipennis* et *G. brevipalpis*. De ce fait elles ont une importance restreinte en médecine vétérinaire. En outre, très sensibles aux modifications de leur habitat, elles tendent à disparaître dans toutes les régions activement mises en valeur par l'homme.

- Modifications de l'aire de répartition

Les limites des aires de distribution des diverses espèces de tsé-tsé ne sont pas immuables du fait de la variabilité des facteurs énumérés plus haut : les vagues de sécheresse subies par la région intertropicale ont eu de graves répercussions sur les glossines qui, depuis quelques années, ont disparu de certaines contrées ou ne subsistent plus que dans quelques gîtes privilégiés (les Niayes par exemple). Mais l'homme porte certainement la plus grande part des responsabilités par son action sur le milieu : feux de brousse dans les zones arides ; surpâturage ; déboisement intensif ; chasse ; dans quelques rares cas, lutte antivectorielle.

Cependant, si les glossines désertent les zones arides, elles avancent vers les régions plus humides où leur présence était exceptionnelle il y a quelques années : Kuzoé *et al.* (1985) ont montré qu'en Côte d'Ivoire *G. tachinoides* est descendue en dessous du 8ème parallèle. Là encore le climat n'est pas le seul en cause, l'homme en modifiant l'équilibre forestier a créé les conditions propices à certaines espèces : en ouvrant des routes, en abattant la forêt, en créant des savanes artificielles, en introduisant ses animaux domestiques.

VI-3- L'accouplement et la fécondation

Presque toutes les femelles sont fécondées dès la sortie du puparium, avant même le premier repas : l'effet de phéromones spécifiques, qui attirent le mâle, a été démontré.

Durant l'accouplement, le mâle maintient la femelle par ses pattes antérieures posées entre tête et thorax et par ses cerques enfoncées dans le tégument abdominal (fig. 92). Il dépose, au fond de l'utérus, un spermatozoïde, petite masse cubique gélatineuse contenant le matériel spermatique à l'intérieur d'une vésicule. Le liquide séminal et les spermatozoïdes sont alors stockés dans les spermathèques et le spermatozoïde est rapidement éliminé.

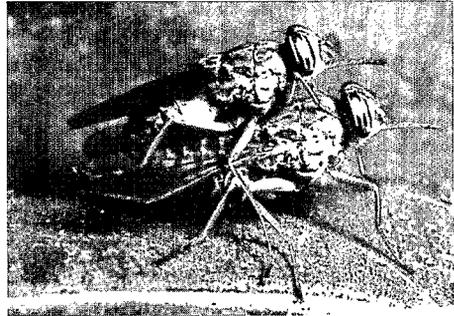


Figure 92 : Accouplement.

La femelle n'a en principe pas besoin d'accouplements ultérieurs, les spermatozoïdes pouvant survivre près de 200 jours dans les spermathèques.

Toutes les espèces de glossines ne peuvent s'accoupler entre elles et donner des œufs fécondés principalement à cause de l'incompatibilité des organes génitaux externes, le mâle pouvant éventrer la femelle avec ses cerques. Il est possible cependant d'obtenir des hybrides viables (*G. morsitans* x *G. swynnertoni*) mais généralement la mortalité au stade larvaire ou nymphal est très élevée ou bien l'hybride est stérile (une méthode de lutte basée sur ce fait a été préconisée).

VI-4- De la larve a la puppe

Le premier œuf, fécondé au passage du canal des spermathèques, descend dans l'utérus entre le huitième et le onzième jour de la vie de la femelle.

La larve issue de l'œuf va passer par trois stades successifs.

> Au début du premier stade la larve est encore enfermée dans le chorion de l'œuf qu'elle déchirera avec la "dent d'éclosion", excroissance chitinisée de la cuticule au niveau de la "bouche". La larve ne possède encore aucune structure visible sauf les deux troncs trachéens, canaux servant à la respiration (fig. 93).

> Après la première mue, la larve du deuxième stade (4 mm) commence à se structurer et se nourrit des sécrétions des glandes utérines, sécrétions dont la majeure partie est stockée dans le tube digestif pour être utilisée pendant la période nymphale.

> Après la seconde mue, la larve du troisième stade présente un aspect caractéristique avec un corps lisse annelé et deux lobes polypneustiques (fig. 93). Ces lobes noirciront et durciront peu avant la larviposition.

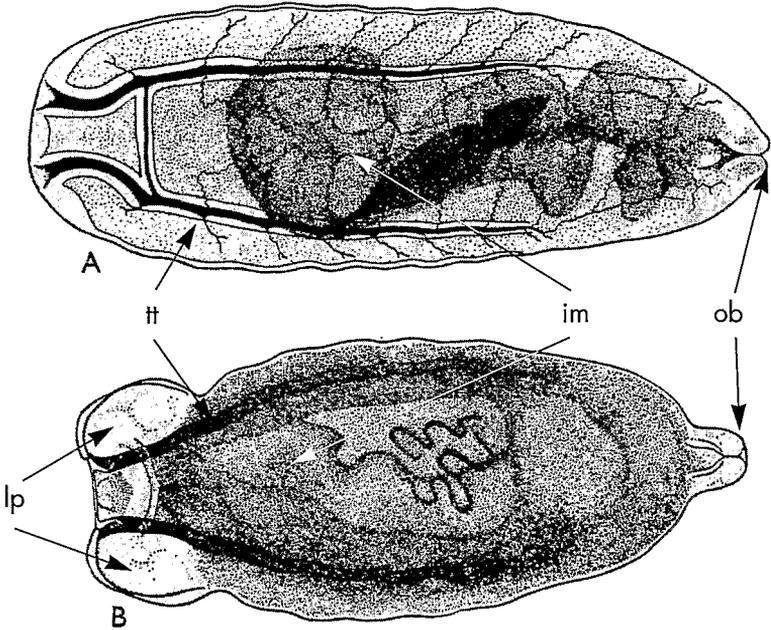


Figure 93 : Larve du premier (A) et du second stade (B.) (in Buxton, 1955).
tt = tronc trachéen ; ob = orifice buccal ; lp = lobe polypneustique ;
im = intestin moyen.

Durant toute cette période, la vie de la larve dépend étroitement de la nutrition de la femelle et des conditions du milieu ; il s'ensuit des taux d'avortement parfois importants.

Parvenue à maturité, la larve est déposée par la femelle (fig. 94) - deux à trois jours après le dernier repas de sang - dans le lieu choisi par cette dernière pour achever la gestation, un lieu de repos diurne souvent proche du terrain de chasse (voir chap. VI-7).



Figure 94 : Larviposition.

Si la larviposition peut avoir lieu au sol, de nombreuses femelles laissent simplement choir leur larve du haut d'une branche ou d'un tronc d'arbre (voir fig. 99).

Une fois à terre, la larve, pour échapper à la dessiccation doit rapidement s'enfoncer dans le sol avant de se transformer en puppe. Généralement elle rampe avant de s'enfourir (fig. 95) mais elle ne semble pas guidée par un phototactisme négatif bien qu'on la trouve dans les endroits ombrés du gîte. La profondeur

d'enfouissement dépend de la structure, du compactage, de la température et de l'humidité du sol : les pupes sont le plus souvent découvertes entre 2 et 8 cm de profondeur (la moyenne pour *G. tachinoides* dans la terre en saison chaude est de 2,8 cm) mais il est fréquent, en saison humide, d'en trouver à la surface du sol sous les feuilles mortes.



Figure 95 : Larve en reptation.

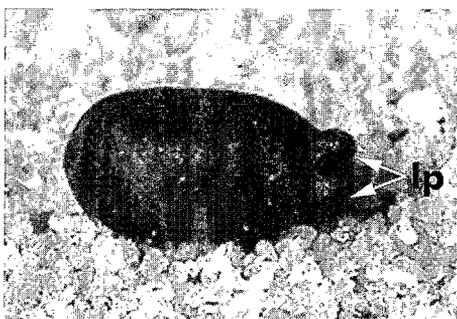


Figure 96 : Pupa de glossine.
lp = lobe polypneustique.

Installée, la larve subit sa troisième et dernière mue : le tégument s'arrondit en durcissant puis se mélanise. La nymphose va se passer à l'intérieur de cet étui imperméable, le puparium ; le seul contact de la nymphe avec l'extérieur se fera par les lobes polypneustiques (fig. 96).

VI-5- La période nymphale

La larve du quatrième stade va subir, à l'intérieur du puparium, les transformations nécessaires pour l'amener au stade préimaginal. Mais du fait de son immobilité, elle sera soumise, pendant une longue période, à des risques importants dont l'incidence va déterminer l'évolution de la population.

VI-5-1- La durée

La durée de la nymphose est très variable, exclusivement sous la dépendance de la température. Il a été montré que les températures minimales du sol ont une importance aussi grande sinon plus que les maximales (Laveissière *et al.*, 1984). L'équation donnant, en jours, la durée du stade pupal pour une femelle *G. tachinoides* est de la forme :

$$D = 18 + e^{-0,1183 m - 0,0871 M} + 7,8707$$

où *m* et *M* représentent les températures minimales et maximales moyennes subies par la pupa.

L'exposition, quelques jours durant, de pupes de *G. tachinoides* à une température de 37°C provoque 100 % de mortalité (*in* Buxton, 1955) mais ces conditions sont exceptionnelles sur le terrain d'autant plus que le site "choisi" par la femelle pour déposer sa larve offre généralement de bonnes chances de survie eu égard à ses températures clémentes et à son humidité élevée. Les basses tem-

pératures, par contre, sont fréquentes et au-dessous de 14 - 18°C tout développement est bloqué (Bursell, 1960). Les mâles ont une durée de nymphose moyenne plus longue que celle des femelles (2 à 4 jours) : cette durée varie entre 20 et 80 jours selon la saison et l'espèce.

Des températures moyennes élevées provoquent un raccourcissement notable de la durée du stade nymphal avec pour principale conséquence la sortie d'un adulte dépourvu de réserves suffisantes : un allongement excessif de cette période, dû à des températures plus fraîches, donne le même résultat.

L'humidité du sol n'a que très peu d'importance car même un terrain sableux, apparemment très sec, contient assez d'eau pour assurer une humidité relative suffisante, supérieure à 60 % : un assèchement accidentel n'aurait aucun effet sur la consommation des réserves mais sur les pertes en eau par respiration.

Généralement la saison humide est beaucoup plus favorable aux pupes à condition que le sol ne soit pas inondé.

VI-5-2- Les accidents

L'inondation des gîtes de reproduction, qui survient chaque année dans les galeries forestières, est fatale aux pupes qui ne supportent la submersion totale que quelques heures.

Une modification de la végétation du gîte (défrichage, débroussaillage) a pour conséquence une élévation fatale des températures. Les incendies, qui ravagent périodiquement les savanes et parfois les zones forestières, ont le même effet. Enfin le compactage du sol par le piétinement des animaux provoque l'écrasement de la pupa ou empêche la jeune glossine de sortir.

VI-5-3- Les ennemis naturels

Les fourmis (genre *Pheidole*) peuvent s'attaquer aux larves et aux pupes mais leur effet est très certainement limité.

Parmi les parasites les plus répandus on peut citer :

- *Nesolynx glossinae* (ex *Syntomosphyrum* sp.) (fig. 97) petit hyménoptère réparti depuis le Nigeria jusqu'en Afrique de l'est ; les taux de parasitisme se situent entre 0,2 et 2,4 % pour *G. palpalis* et *G. morsitans* ;
- les Mutillidae (fig. 98A), hyménoptères d'Afrique de l'est parasitant près de 10 % des pupes de *G. morsitans* dans le nord du Zimbabwe ;
- *Exhyalanthrax* sp. (fig. 98B) (ex *Thyridanthrax* sp.), diptères ; le taux de parasitisme maximal enregistré est de 6,5 % chez *G. tachinoides* au Nigeria et 7,9 % chez *G. morsitans* au Zimbabwe.

L'existence de ces parasites, relativement faciles à élever, avait laissé espérer la possibilité d'une lutte biologique (voir chap. VIII) : les essais réalisés à grande échelle n'ont pas donné de résultats convaincants.

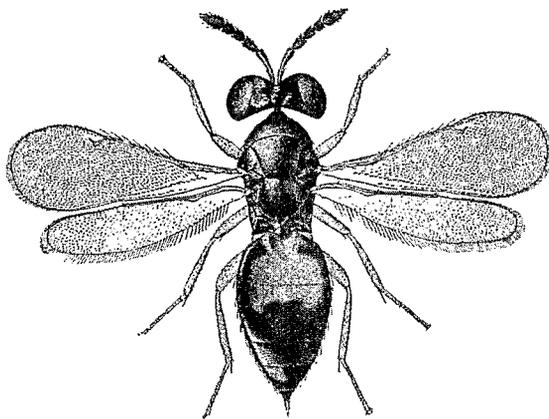


Figure 97 : *Nesolynx glossinae* [in Buxton, 1955].

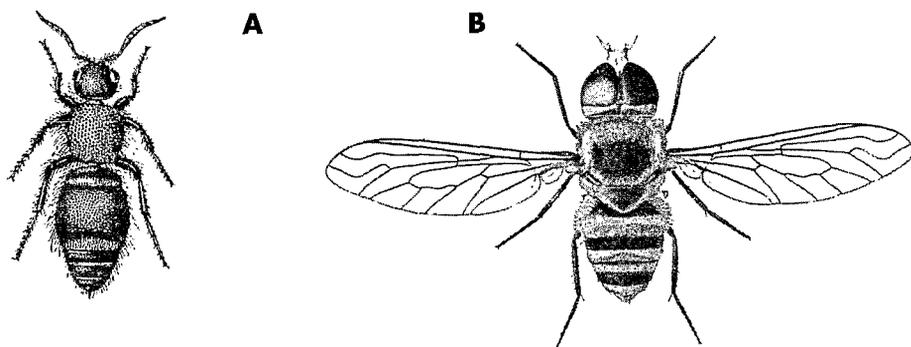


Figure 98 : *Mutilla* sp. (A) et *Exhyalanthrax*'sp. (B) - (in Buxton, 1955).

VI-5-4- Les gîtes de reproduction

Les gîtes de reproduction, comme il a été dit plus haut, sont généralement les endroits où l'adulte femelle trouve un lieu de repos diurne (voir chap. VI-10) : ils se caractérisent le plus souvent par un couvert végétal fournissant une ombre suffisante.

Les pupes des glossines riveraines et savanicoles sont découvertes : au pied des gros troncs d'arbres ; au pied des touffes de jeunes arbustes ou de Mimosacées, entre les racines ; sous les surplombs de rochers ; sous les troncs tombés à terre (fig. 99) ; dans les cavités du sol ; sous les feuilles mortes. En zone forestière bon nombre de pupes se situent à l'aisselle des feuilles de palmiers à huile (fig. 100) entre 0 et 1,5 m de hauteur (Gouteux, 1984).



Figure 99 : Gîtes à pupes de *G. tachinoides*.

A gauche la flèche montre le point de concentration des pupes ; à droite les piquets blancs marquent l'emplacements des pupes alignées sous la branche.

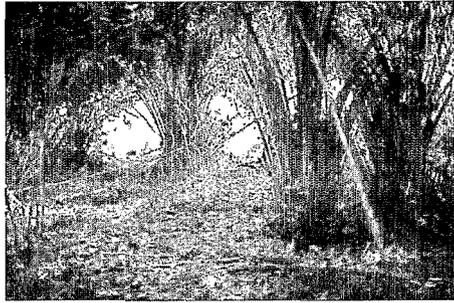


Figure 100 : Gîtes à pupes de *G. p. palpalis* en zone forestière.

Au cours de l'année, compte tenu des exigences particulières de l'imago, les pupes sont d'autant plus "dissimulées" que les températures sont plus élevées : au Zimbabwe la pupaison de *G. m. morsitans* a lieu surtout sous les troncs d'arbres couchés mais en saison chaude une forte proportion de pupes est découverte dans les cavités du sol.

Le rapprochement de la glossine de l'habitat humain entraîne des modifications notables des gîtes de reproduction : au Nigeria et en Côte d'Ivoire, *G. tachinoides* et *G. palpalis* déposent leurs larves sous les buissons entourant les villages, au pied des clôtures des enclos à porcs, au pied des murs, sous les bananiers, etc.

VI-6- Ecllosion imaginale

Arrivée au terme de son développement nymphal et sous l'effet de stimuli encore mal définis, la jeune glossine sort de son puparium. L'extrémité antérieure du puparium est rompue circulairement grâce au gonflement du ptilinum de la tsé-tsé (fig. 101).

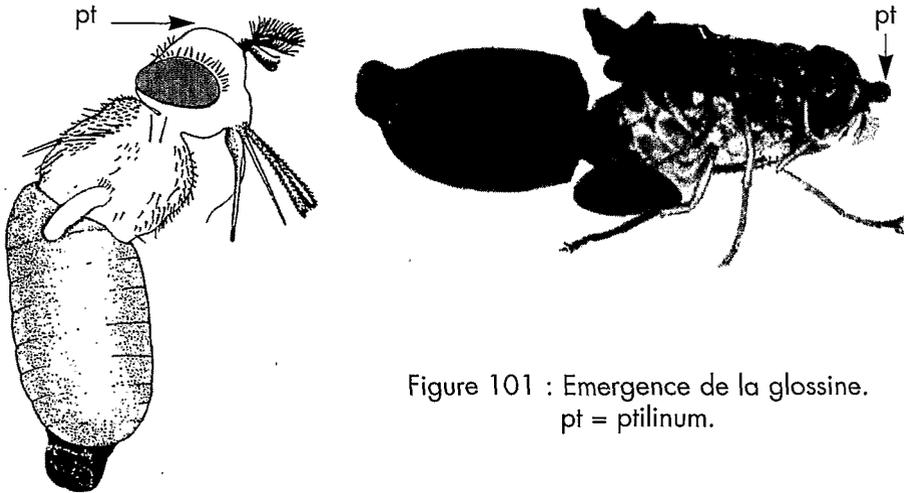


Figure 101 : Emergence de la glossine.
pt = ptilinum.

Il faudra peu de temps à la glossine pour déplier ses ailes, durcir ses téguments, avant de commencer réellement sa vie imaginaire. A cet instant elle est qualifiée de ténérale c'est à dire qu'elle n'a pas encore pris son premier repas sanguin : l'intestin moyen contient le sac résiduel, d'origine larvaire (voir chap. V-2), les muscles thoraciques sont incomplètement développés et la cuticule encore molle.

La glossine ténérale est alors d'une fragilité extrême : ses muscles thoraciques n'ayant pas encore atteint leur volume normal ne lui permettent pas de voler très loin et très longtemps. Les chances de survie de ce nouvel imago seront donc dépendantes de ses réserves de graisses (voir chap. V-2-1), de la température, de l'humidité et surtout de la proximité et de la disponibilité des hôtes.

VI-7- Recherche et prise de nourriture

Trouver un hôte sera le premier souci de la glossine ténérale. Le moment de ce premier repas se situe entre 24 et 72 heures selon les conditions climatiques mais on a vu, en secteur forestier, des glossines (*G. palpalis*) encore ténérales après une semaine.

La glossine trouve son hôte grâce à deux sens : la vue et l'odorat, l'un étant, semble-t-il, plus efficace que l'autre selon les espèces et leur degré d'adaptation aux conditions de leur environnement.

VI-7-1- La vue

La glossine a une vue perçante par rapport à d'autres insectes : *G. swynertoni* perçoit un boeuf à une distance maximale de 140 mètres (in Buxton, 1955). L'efficacité des pièges et écrans en est une autre preuve (voir chap. VIII). Cependant deux autres facteurs modulent le comportement des tsé-tsé : le mouvement et la couleur de leur objectif.

Les mâles de *G. morsitans* suivent un homme ou un animal, en essaim, sans avoir besoin forcément de se nourrir et se posent sur la végétation environnante lorsque celui-ci s'arrête. *G. palpalis* vient facilement sur un homme (captureur par exemple) lorsque celui-ci se déplace par contre *G. tachinoides* est capturée en plus grand nombre sur un homme immobile.

Green (1987) a démontré que *G. palpalis* est particulièrement sensible aux longueurs d'onde situées dans le bleu et le bleu-vert mais se pose de préférence sur les tissus noirs.

La vue seule ne permet pas à la glossine de repérer son hôte : des individus aux antennes peintes (qui recèlent les cryptes sensorielles) se nourrissent moins facilement que ceux qui ont seulement les yeux peints.

VI-7-2- L'odorat

G. pallidipes peut découvrir un bœuf dissimulé derrière un rideau de paille tressée ; le gaz carbonique seul (2 l/mn) peut multiplier par 5 les captures de glossines savanicoles ; associé à l'acétone à raison de 500 mg/heure et à 5 mg/h de 1-octen-3-ol (octénol) il améliore de 4 fois les captures de *G. pallidipes* et de 6 fois celles de *G. morsitans* (Vale & Hall, 1985).

Mais il semble que l'odorat des glossines soit plus ou moins développé selon les espèces, les différences provenant peut-être d'un degré d'adaptation plus ou moins poussé des insectes pour découvrir leurs hôtes selon les conditions propres à leurs gîtes respectifs, adaptation découlant de la plus ou moins grande disponibilité des sources de nourriture. La réaction des glossines à une odeur bien précise dépendant essentiellement de la portée de ces odeurs donc, entre autres, de la vitesse du vent et de ses turbulences (modulées par la densité de la végétation) on peut comprendre qu'en savane le repérage du gibier se fasse d'abord grâce à l'odorat mais qu'en région forestière la vue joue le rôle essentiel.

VI-7-3- Les terrains de chasse

Théoriquement l'ensemble du gîte de la glossine est un terrain de chasse, cependant la localisation plus ou moins stricte des hôtes nourriciers et l'hétérogénéité des conditions écoclimatiques peuvent restreindre singulièrement le secteur où l'insecte va se nourrir. Ceci est particulièrement marqué pour les glossines du sous-genre *Nemorhina* : en zone forestière les glossines pénètrent rarement dans les villages pour agresser l'homme mais restent concentrées dans les broussailles environnantes où se cachent les porcs domestiques ; en zone de plantations, *G. palpalis* se tient à l'affût sur les herbes, les brindilles, le long des sentiers (Gouteux, 1984) ; le long des galeries forestières les densités maximales sont enregistrées près des abreuvoirs des antilopes et autour des lieux fréquentés par l'homme pour la baignade, le lavage du linge, la réparation des filets, etc.

Les glossines savanicoles, plus résistantes à la sécheresse, peuvent s'éloigner des zones boisées pour trouver un hôte en terrain découvert, néanmoins les plus fortes densités sont observées au niveau des lisières là où le gibier lui-même se réfugie durant les heures chaudes.

VI-8- Les préférences trophiques

Le régime alimentaire, plus ou moins strict, des glossines détermine le risque pour l'homme et le bétail. Ce risque est d'autant plus grand que la glossine est plus éclectique ou plus opportuniste ce qui peut la conduire à se nourrir alternativement sur des réservoirs de trypanosomes et sur des individus sains qui n'appartiennent pas à la même espèce. Dans ce cas la variété des hôtes choisis dépend de leur disponibilité relative.

Nous reprenons ici, pour les principales espèces, la classification de Weitz (1963) qui les a regroupées selon leurs hôtes principaux.

+ Espèces se nourrissant surtout sur les Suidés

Entre 60 et 70 % des repas de *G. austeni* et de *G. swynnertoni* sont pris sur phacochères ou potamochères, le reste provient de divers mammifères.

+ Espèces se nourrissant sur Suidés et Bovidés

Les sous-espèces de *G. morsitans* ont un régime alimentaire plus diversifié puisque, selon les conditions locales, les trois quarts des repas proviennent du phacochère et des antilopes avec un pourcentage non négligeable de repas pris sur homme (entre 7 et 18 %).

+ Espèces se nourrissant surtout sur Bovidés

G. pallidipes en Afrique de l'est et *G. longipalpis* au Nigeria manifestent une préférence marquée pour le Guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*) puisque 64 à 92 % des repas sont pris sur cet animal.

+ Espèces piquant d'autres mammifères

Plus de 73 % des repas de *G. longipennis* proviennent de l'éléphant et du rhinocéros tandis que ceux de *G. brevipalpis* se répartissent à peu près dans les mêmes proportions entre hippopotame, phacochère et antilopes.

+ Espèces éclectiques

Du fait de leur éclectisme et de leur opportunisme alimentaires, ces glossines, appartenant surtout au sous-genre *Nemorhina*, représentent un grand danger pour l'homme.

Il n'est pas possible de donner une liste type de leurs préférences trophiques car ces glossines adaptent leur régime aux conditions particulières de leur biotope.

- Les variations locales

En zone forestière de Côte d'Ivoire, autour des villages, *G. palpalis* prend au moins 75 % de ses repas sur le porc domestique, mais dans certaines zones de plantations 46 % des repas proviennent du Guib harnaché et 46 % de l'homme (Gouteux *et al.*, 1982 ; Laveissière *et al.*, 1985b). Plus au nord, dans les forêts riveraines de savane soudanienne, les reptiles fournissent 54 % des repas, l'homme 26 % et les bovidés 15 % (Challier, 1973).

Dans le sud-est de l'Ouganda, près de 50 % des repas de *G. fuscipes* sont constitués de sang humain, 30 % de sang de bovidés et 18 % de sang d'oiseau (Van Vegten, 1971). Mais au bord du lac Victoria, cette espèce se nourrit peu sur l'homme (3 %), essentiellement sur buffles et antilopes (76 %) ou sur reptiles (14 %) (Moloo *et al.*, 1980).

Dans les secteurs d'une galerie forestière très peu fréquentés par l'homme, seulement 8 % des repas de *G. tachinoides* provient de cet hôte (pêcheurs et chasseurs probablement) ; au contraire au niveau des points de baignade, de lavage du linge, l'homme fournit de 36 à 40 % des repas (Laveissière & Boreham, 1976).

- Les variations saisonnières

Les modifications du régime selon la disponibilité des hôtes sont particulièrement marquées entre les saisons. En saison chaude au moment où l'homme et les antilopes (Guib harnaché surtout) ont tendance à se rapprocher de l'eau et de l'ombre, *G. tachinoides* prend de 35 à 55 % de ses repas sur le premier et 30 à 40 % sur les seconds ; le complément est fourni par les reptiles (22 à 28 %). En saison froide, au contraire, les seuls animaux vraiment totalement disponibles sont les reptiles qui procurent de 54 à 67 % des repas ; le sang humain ne représente alors que 8 à 12 % (Laveissière & Boreham, 1976).

VI-9- Les cycles d'activité

L'activité de la glossine est surtout motivée par la recherche de nourriture, d'un lieu de repos convenable et, pour les mâles, par la quête d'une femelle. La majorité des espèces sont diurnes, quelques-unes, sans grande importance médicale ou vétérinaire, sont crépusculaires (sous-genre *Austenina*), d'autres, telles *G. pallidipes* et *G. morsitans* peuvent occasionnellement avoir une activité et piquer durant les nuits à clair de lune.

Il a été démontré que les glossines ne sont actives que quelques instants par jour (35 minutes), le vol se faisant par petits bonds successifs de quelques secondes (Bursell & Taylor, 1980) ; mais les déplacements de *G. palpalis* obser-

vés par Cuisance & Février (1983) sont brutaux et très importants en saison chaude (22 km en 5 jours pour la femelle) (voir chap. VI-11).

L'activité de la glossine varie en fonction des facteurs climatiques et de leurs effets conjugués (température, humidité, déficit de saturation, luminosité, vent, pluviosité) et bien sûr en fonction de facteurs propres aux individus (état nutritionnel, gravidité). A titre d'exemple on peut signaler qu'au-dessus de 32 °C le phototactisme de *G. morsitans* devient négatif vraisemblablement sous l'effet d'un stimulus induit ("token stimulus") lui faisant associer obscurité et basse température (ce qui est souvent le cas - voir chap. VI-10); le nombre de vols spontanés de *G. fuscipes* augmente avec la température et la lumière mais l'humidité a peu d'effet; une glossine affamée est plus active en air sec qu'en air humide.

Le cycle quotidien, par tranches horaires, présente d'importantes variations saisonnières : généralement bi-modal en saison chaude (réduction de l'activité durant les heures chaudes), il est unimodal très accentué en saison froide (l'activité commence tard et se termine tôt) et pratiquement uniforme en saison humide.

Le rythme d'activité déterminera pour chaque espèce ses chances de rencontrer un hôte ou d'accéder à certains hôtes : en saison chaude *G. tachinoides* prend 51 % de ses repas sur les antilopes et 23 % sur l'homme, tous cherchant eau et ombrage dans la galerie forestière mais, en revanche, en saison froide plus de 50 % des repas proviennent des reptiles, seuls hôtes vraiment disponibles (voir chap. VI-7).

VI-10- Le repos

La majeure partie du temps de la tsé-tsé se passe en repos, consacré soit à la digestion soit à la gestation, et, une fois encore, du choix de la glossine dépendront ses chances de survie.

Il existe une différence essentielle entre les lieux de repos diurne et nocturne : la nuit la tsé-tsé se pose presque exclusivement sur les feuilles (fig. 102); le jour elle se pose plus bas, surtout sur les parties ligneuses de la végétation (fig. 103).

Guidée par un phototactisme négatif la glossine va se réfugier dans les endroits les plus obscurs de son gîte, qui sont généralement des zones fraîches et humides : au moins le quart des *G. tachinoides* se dissimulent dans les trous de troncs d'arbres ou dans les excavations entre les racines. Vraisemblablement par tâtonnements successifs, la glossine sélectionne, grâce aux thermorécepteurs de ses tarsi, des supports dont la température est bien plus basse que la température ambiante : les faces inférieures des organes ligneux vivants, inclinés, d'un diamètre excédant 20 à 30 cm sont les plus fréquemment choisis par toutes les glossines. Même à plus de 20 m de la berge le support a une température inférieure de 8 à 10 °C par rapport à la température ambiante avec, en outre, un écart de 4 à 5 °C entre 0 et 2 m de hauteur. Les limites thermiques supportables par l'espèce détermineront donc une répartition plus ou moins grande verticale-

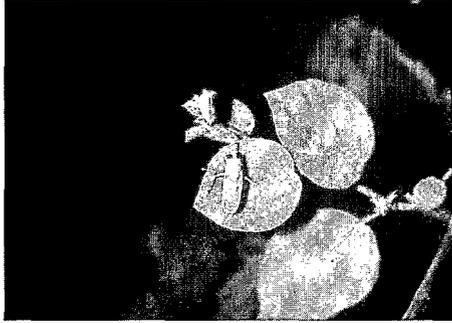


Figure 102 : *G. tachinoides* au repos, la nuit, sur une feuille.

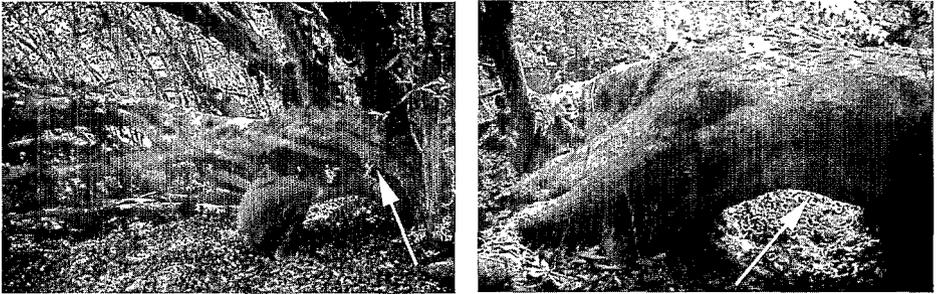


Figure 103 : Lieu de repos diurne de *G. tachinoides*.
Les flèches indiquent la position de la glossine sur le tronc.

ment et transversalement. En savane *G. morsitans* se repose entre 0 et 3m de hauteur en pleine journée pour monter jusqu'à 9m la nuit. Dans les galeries forestières *G. palpalis* et *G. tachinoides* dépassent rarement un mètre de hauteur et leur plus ou moins grand regroupement transversal dans le gîte dépend de la densité de la végétation et de la largeur du gîte, de la saison et de l'état nutritionnel : ce regroupement est maximal en saison sèche chaude durant laquelle 90 % des individus sont près de l'eau dans une bande correspondant au seizième de la largeur du gîte. Les glossines gorgées, grâce à l'effet rafraîchissant dû à l'évaporation de l'eau de leur repas, supporteront des conditions plus difficiles. En zone forestière les conditions climatiques généralement clémentes permettent aux *G. palpalis* de rester pratiquement n'importe où, principalement le long des axes de passage des hôtes, cependant la concentration des pupes dans certains lieux (aisselle de feuilles de palmiers - chap. VI-5-4 – fig. 100) montre que la tsé-tsé manifeste, là aussi, une nette préférence pour les endroits sombres, ombragés et frais.

Cette localisation précise des glossines aura permis de mettre au point des méthodes de lutte très efficaces : les pulvérisations sélectives d'insecticides rémanents (voir chap. VIII-5).

VI-11- Le vol et la dispersion

Il faut distinguer le vol normal de la glossine qui, normalement au cours de sa vie, se déplace en va-et-vient dans une zone restreinte (l'ambit) pour les motivations citées plus haut (chap. VI-9) et la dispersion qui reste généralement exceptionnelle et qui ne provoque aucune migration.

En savane, il a été démontré que la majorité des *G. morsitans* sortent peu d'une aire de 40 hectares (in Glasgow, 1963) : les individus qui s'en éloignent en suivant des lisières savane/forêt, y reviennent par le même chemin.

Les espèces riveraines du sous-genre *Nemorhina*, localisées dans un gîte linéaire, ne se déplacent qu'à l'intérieur d'un tronçon de 100 à 200 mètres : elles volent principalement le long du cours d'eau, qui représente une ligne de vol bien dégagée, en suivant les berges (zone de densité maximale); cependant elles peuvent pénétrer transversalement à l'intérieur de la galerie forestière à la recherche d'un hôte et, exceptionnellement, quitter leur gîte et faire des incursions de deux kilomètres en savane (en saison humide) (Cuisance & Février, 1983).

Pour des motifs encore inconnus, principalement en saison chaude, les glossines riveraines peuvent effectuer des déplacements extrêmement importants (17 km en 3 jours pour *G. tachinoides* femelle; Cuisance & Février, 1983). Cependant la médiane, distance parcourue par 50 % glossines ayant bougé après marquage et recapture, varie seulement entre 800 m et 2,4 km en saison froide pour *G. palpalis* et *G. tachinoides*; en saison humide la progression est plus faible mais régulière. Une dispersion monotone et de faible amplitude caractérise de même les populations de *G. palpalis* de la zone forestière : les déplacements sont faibles mais continus, le long des voies de communication, des lisières et des bas-fonds. Il faut noter cependant que les glossines vivant en lisière des villages (voir chap. VI-1) paraissent peu enclines à se déplacer et ne font que quelques incursions dans la végétation boisée environnante (Gouteux, 1984).

Il faut enfin signaler que la dispersion passive (transport par les hommes, les animaux ou les véhicules) est un phénomène commun à ne pas ignorer qui joue aussi un grand rôle dans la réinvasion de zones assainies par une campagne de lutte.

Il est évident que cette capacité de dispersion est extrêmement importante dans la dissémination des trypanosomes humains ou animaux.

VI-12- Longévité et taux de reproduction

VI-12-1- Longévité

La durée de vie des glossines peut être évaluée grâce à deux techniques : le marquage et la recapture; l'analyse de l'âge physiologique.

Le record absolu approche neuf mois pour *G. palpalis* au Sénégal (Challier, 1973) et en Côte d'Ivoire (Sékétéli, comm. pers.); *G. pallidipes* et

G. morsitans, au Zimbabwe, peuvent atteindre respectivement les âges de 173 et 226 jours (Phelps & Vale, 1978). Cependant pour étudier une population il est plus raisonnable de ne considérer que la longévité moyenne qui reflète la capacité de l'insecte à supporter son milieu : le climat et la disponibilité des hôtes sont les facteurs essentiels. Cette longévité moyenne est maximale durant la saison des pluies puis subit une décroissance durant la saison sèche froide et la saison chaude (généralement les jeunes individus sont les plus rapidement et les plus fortement affectés par des conditions rigoureuses). Les chiffres donnés pour *G. m. morsitans* en Zambie sont 160, 110 et 50 jours pour chacune des trois périodes (Okiwelu, 1976). Toutefois les variations régionales peuvent être très importantes compte tenu des conditions locales.

Les mâles ont une vie plus courte que les femelles : au Zimbabwe, les mâles de *G. pallidipes* et de *G. morsitans* ont, en saison sèche chaude, une durée de vie moyenne d'environ deux semaines alors que les femelles survivent respectivement 29 et 48 jours (Phelps & Vale, 1978).

VI-12-2- Taux de reproduction

Le rythme de reproduction de la glossine est lent (voir chap. IV-4-3) : on peut estimer que chaque femelle dépose une larve en moyenne tous les 10 jours et cette larve ne deviendra adulte qu'après une nymphose de 25 à 60 jours environ (voir chap. VI-5-1). Le rythme de larviposition dépend, lui aussi des températures : Challier (1973) a montré que *G. palpalis gambiensis* ovule entre 7 à 8 jours après son éclosion en saison chaude et au bout de 12 à 14 jours en saison froide. Le taux de reproduction est encore réduit par une assez forte proportion d'avortement en cours de gestation : en Zambie on estime que près de 9 % des femelles avortent (*in* Challier, 1982). Ces accidents ne sont pas liés à l'âge mais au climat : ils sont toujours plus fréquents en saison chaude qu'en saison humide.

VI-13- Sex-ratio

A la naissance la proportion de mâles et de femelles est voisine de 1. Mais dans la population imaginaire le pourcentage de femelles sur l'ensemble de la population est toujours supérieur à 50 % du fait de leur plus grande longévité. Les captures au filet de *G. tachinoides* fournissent entre 28 et 45 % de femelles alors que dans le même temps le piège biconique en donne entre 40 et 79 %, chiffres plus proches de la réalité (Challier & Laveissière, 1973). Au Zimbabwe les captures à la main (avec écran attractif) de *G. morsitans* donnent 5 % de femelles ; les captures sur bœuf en donnent 20 % et les écrans électrifiés (avec odeur de bœuf) 60 %. Les chiffres correspondants pour *G. pallidipes* sont 45 %, 40 % et 70 % (Vale & Phelps, 1978).

Le sex-ratio dépend aussi de l'emplacement des points de capture : en zone dégagée et ensoleillée le piège biconique capture 67 % de *G. palpalis gambiensis* femelles et seulement 57 % sous un couvert végétal bas et dense.

VI-14- Etat nutritionnel des populations

Les captures manuelles, comme les captures avec appât olfactif, donnent des échantillons composés essentiellement d'individus affamés ; les pièges pourraient capturer plus de glossines gorgées mais la plupart du temps, après son repas, l'insecte reste à proximité de l'endroit où il s'est nourri.

Le pourcentage de glossines gorgées lors de la capture manuelle est toujours relativement bas mais variable selon le sexe : les mâles se présentent plus souvent que les femelles avec un repas incomplètement digéré dans l'intestin. Il existe une très forte corrélation entre le pourcentage d'individus gorgés et, d'une part, la température et l'évaporation (corrélation positive), l'humidité relative minimale d'autre part (corrélation négative). Entre la saison humide et la saison sèche chaude (périodes où le régime alimentaire est presque identique), ce pourcentage pour *G. tachinoides* passe de 5 % à 14,5 % (Laveissière, 1977). Par contre Lambrecht (1972) constate que l'état nutritionnel de *G. morsitans* est pratiquement constant au cours de l'année et quel que soit le gîte.

La nature du régime, le choix de l'hôte principal, modifient aussi la composition des effectifs : en saison froide le nombre de *G. tachinoides* capturées gorgées est d'autant plus élevé que la proportion de repas pris sur reptiles est grande (Laveissière, 1977). Il semble donc qu'au cours de l'année les besoins qualitatifs et quantitatifs de l'insecte ne soient pas toujours satisfaits. Mais Vale & Cummings (1976), en analysant le poids sec résiduel ("residual dry weight"), ont montré que l'élimination de certains hôtes principaux de *G. m. morsitans* (ou dans le cas de *G. tachinoides* leur inaccessibilité momentanée) n'a pas d'effets vraiment catastrophiques sur la population.

VI-15- Composition par groupes d'âges

Les individus ténéraux qui représentent théoriquement 10 % de la population sont pris en très grand nombre sur captureurs (jusqu'à 43,5 % chez *G. tachinoides*). Les pièges, au contraire, sont aussi attractifs pour ce groupe que pour tous les autres (sauf s'ils sont associés à un appât olfactif) puisque les pourcentages sont toujours voisins de 10-12 % pour *G. palpalis* et pour *G. tachinoides*.

La composition par groupes d'âge physiologique des échantillons obtenus par piégeage est donc très proche de la réalité ; beaucoup plus que la composition des effectifs obtenus par des captureurs. Il existe néanmoins des fluctuations notables selon l'emplacement des points de capture : en secteur forestier de Côte d'Ivoire les très jeunes glossines (nullipares, ténérales) sont surtout capturées près des points d'eau, les îlots forestiers et sur les sentiers ; en lisière de village, en revanche, les pièges capturent essentiellement des femelles âgées (Gouteux, 1987). Ceci démontre une fois encore que les pièges sont de bons outils d'échantillonnage, capturant les groupes de façon équitable et non préférentielle : un fort pourcentage de glossines ténérales dans un gîte prouve qu'il s'agit

d'un bon gîte de reproduction dont les nullipares s'éloignent peu contrairement aux glossines plus vieilles qui peuvent le quitter sous l'influence de divers stimuli.

VI-16- Dynamique des populations

La dynamique des populations, soit ses variations quantitatives et qualitatives, est sous la dépendance directe des facteurs biotiques et abiotiques du milieu ; il est donc délicat de tenter de donner un schéma général pour l'Afrique intertropicale, ceci d'autant plus que les méthodes d'échantillonnage utilisées ne sont pas toujours les mêmes ou que les espèces visées n'y répondent pas de la même façon.

Les variations saisonnières de la taille des populations, plus exactement de la densité apparente sont essentiellement liées à la longévité des imagos d'une part et à la mortalité pupale d'autre part. Or nous avons vu plus haut que ces deux critères sont eux-mêmes sous la dépendance directe du climat, en particulier de la température. Pour les glossines d'intérêt médical, telles les espèces du sous-genre *Nemorhina*, la nourriture, à moins d'un accident grave, ne constitue pas la contrainte essentielle compte tenu de leur opportunisme.

En Afrique occidentale, dans les zones aux contrastes climatiques bien marqués (une saison des pluies de 4 mois, une saison sèche), la densité apparente augmente rapidement dès les premières pluies qui modèrent les températures (leur effet se fera d'autant plus sentir que cette saison sera plus longue) : la longévité des adultes s'accroît et les pupes ont une durée de développement optimale (30-35 jours). Malgré les crues qui détruisent une grande part de la population pré-imaginale (les pupes déposées près des cours d'eau avant les inondations), la densité ira croissante pour atteindre son maximum au cœur de la saison humide : en fait les températures ne sont pas seules en causes, les femelles, pour se nourrir, suivent leurs hôtes et déposent leur larve en dehors des zones à risque. A la fin de cette période ou un peu avant, la population va décroître à cause du vieillissement des adultes, de la moindre disponibilité des hôtes mammifères et du fait d'une mortalité pupale plus forte. Cette décroissance est accentuée en début de saison sèche froide par une augmentation de la durée du stade pupal (50 à 60 jours) et ses deux principales conséquences : une mortalité précoce élevée parmi les pupes et la sortie de jeunes ténéales très faible. L'élévation des températures du début de saison sèche chaude, accélérant le développement nymphal (50 à 35 jours), induit une poussée démographique par apport de ténéales possédant de bonnes réserves de graisses. Le cœur de la saison chaude (avril-mai) constitue une période critique où le sort de la population va dépendre de l'ombrage du gîte et de la précocité des pluies pouvant rafraîchir le sol : des températures trop élevées provoquent une mortalité élevée chez les imagos et les pupes qui de plus subissent un développement exagérément accéléré (20 à 25 jours). Les glossines auront néanmoins la possibilité de se maintenir grâce à la plus grande disponibilité de leurs hôtes (homme et antilopes) qui se rapprochent de l'eau.

En zone forestière de l'ouest africain, la remontée des densités apparentes, se situe un peu plus tôt, au cœur de la saison dite sèche : en fait cette sai-

son se caractérise non par la sécheresse mais par une pluviosité moindre et les pluies d'orages qui surviennent généralement dès le mois de mars ont un effet favorable. Cet effet favorable s'ajoute à celui du facteur nourriture, surtout en zone de plantations : pendant toute la période la plus sèche de l'année, l'homme, lors des travaux agricoles, est éminemment disponible dans les gîtes principaux de *G. palpalis*.

L'évolution des populations de glossines sylvicoles est presque identique : chez *G. morsitans*, la densité augmente dès le début des pluies, atteint son maximum 2 à 3 mois après pour décroître tout au long de la saison sèche. Toutefois il existe des variations marquées selon la nature du gîte fréquenté : au Zimbabwe les populations de *G. m. morsitans* vivant dans les forêts riveraines s'accroissent au cœur de la saison sèche tandis que celles qui fréquentent les forêts à Mopane décroissent (Hargrove & Vale *in* Challier, 1982) : ce phénomène peut s'expliquer par une certaine concentration des insectes, durant les périodes les plus difficiles de l'année, dans les formations offrant des conditions de survie optimales. Ainsi en Afrique de l'ouest, *G. m. submorsitans* se réfugie dans les galeries forestières entre les mois de décembre et février quand souffle l'Harmattan, vent très sec venu du Sahara.

VII

IMPORTANCE MEDICALE

Si le rôle de la Glossine dans la transmission de la maladie du sommeil est aujourd'hui évident pour le scientifique, il faut préciser que la notion de vecteur reste encore un concept abstrait pour bon nombre de populations. Au début du siècle, certains naturalistes décrivaient encore la tsé-tsé comme un insecte plutôt inoffensif se nourrissant simplement de jus sucrés ! De nos jours les paysans ne la considèrent que comme une nuisance ; dans beaucoup de pays, la maladie, quand elle est connue et non confondue avec une autre, est généralement un acte maléfique jeté par un sorcier.

En réalité, ce n'est que très récemment que le mécanisme de la transmission du trypanosome a commencé à être plus ou moins compris. Nous précisons bien "plus ou moins" car beaucoup de points sont encore obscurs.

Dans ce chapitre nous n'aborderons que le problème de la Trypanosomiase humaine à *Trypanosoma (Trypanozoon) brucei gambiense* et *T. (T.) b. rhodesiense*, tous deux transmis à l'homme par injection de la salive lors de la piqûre.

VII-1- La capacité vectorielle

Selon la définition de Challier (1973), la capacité vectorielle d'une espèce de glossine pour un trypanosome est l'aptitude de celle-ci, 1°) à s'infecter en se nourrissant sur un hôte réservoir, 2°) à développer l'infection, 3°) à transmettre le trypanosome.

Seules quelques espèces peuvent être considérées comme vectrices :

- + pour *T. b. gambiense* :
 - *Glossina palpalis* et sous-espèces
 - *Glossina fuscipes* et sous-espèces
 - *Glossina tachinoides*
 - *Glossina caliginea*
- + pour *T. b. rhodesiense*
 - *Glossina morsitans* et sous espèces
 - *Glossina pallidipes*
 - *Glossina swynnertoni*
 - *Glossina fuscipes* et sous-espèces

Il existe chez les tsé-tsé, des barrières intrinsèques s'opposant à l'établissement d'une infection, barrières renforcées par certains facteurs écologiques.

VII-1-1- Le cycle du parasite chez le vecteur

T. b. gambiense, *T. b. rhodesiense*, *T. b. brucei* : lors du repas sur un hôte infecté, la glossine ingère les trypanosomes sanguicoles qui vont suivre le trajet du sang (fig. 104) : œsophage, jabot, puis intestin à l'intérieur de la membrane péritrophique ; ils se transformeront successivement en forme procyclique dans l'intestin puis en forme métacyclique, infectante, dans les glandes salivaires.

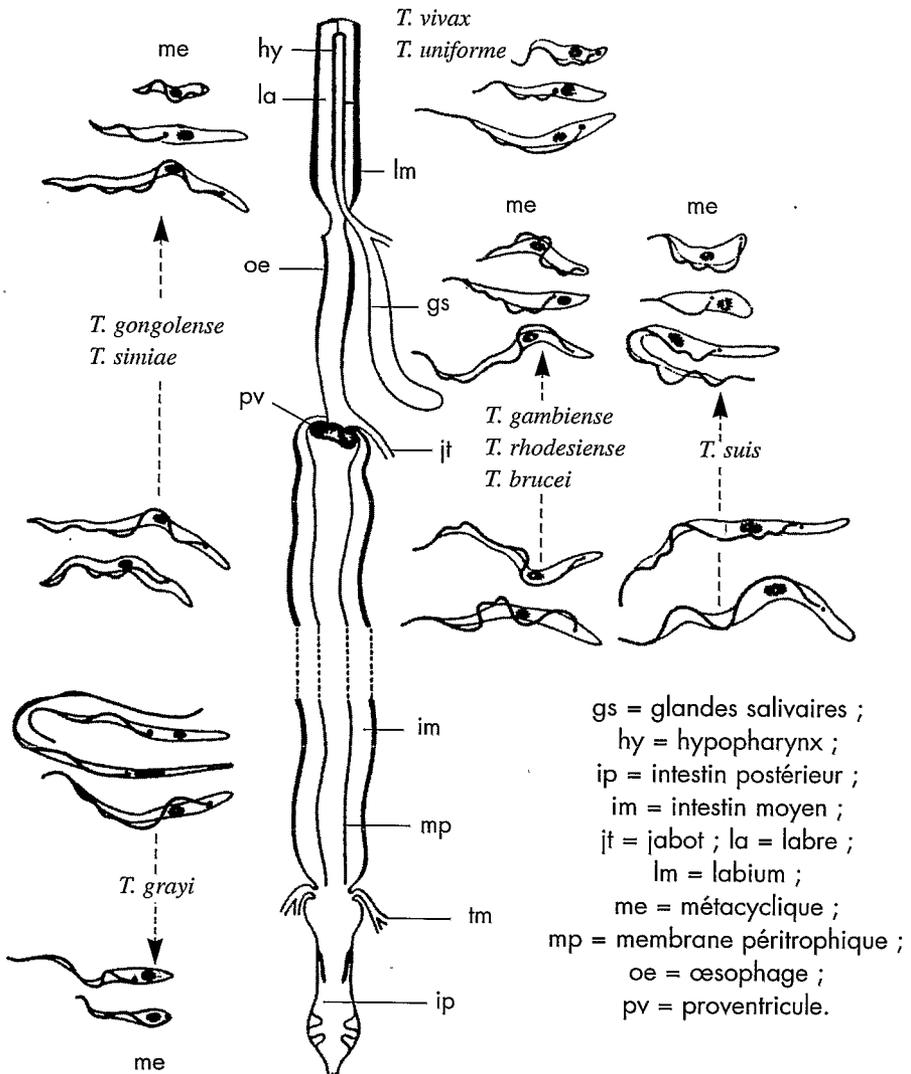


Figure 104 : Cycle de développement des trypanosomes chez la glossine (in Mulligan, 1970).

T. suis, parasite des porcs, mais relativement peu fréquent, suit le même parcours.

Le cycle des autres trypanosomes diffère de celui du groupe *brucei* :

♦ *T. vivax* : il s'attache à l'intérieur de la cavité du proboscis, entre labre et labium, où il se multiplie ; les formes infestantes pourront aussi se retrouver dans l'hypopharynx ;

◆ *T. congolense* et *T. simiae* : après ingestion ils se développent dans l'intestin moyen puis migrent vers le proventricule et l'œsophage vers le proboscis ; ils se fixent à la paroi et s'y multiplient ; les formes métacycliques infectantes migreront vers l'hypopharynx ;

◆ *T. grayi* : ce trypanosome de reptiles (crocodiles) se développe dans l'intestin moyen puis passe dans l'intestin postérieur où il se transforme en forme infectante métacyclique ; les reptiles sont contaminés lorsque la tsétsé dépose ses excréments sur leurs muqueuses ou quand elle est écrasée.

Les avis diffèrent sur le circuit parcouru par les trypanosomes du groupe *brucei* : il était classiquement admis que ce dernier traversait la membrane péritrophique à son extrémité postérieure puis remontait l'espace ectopéritrophique pour retraverser la membrane, fraîchement sécrétée, au niveau du proventricule, puis passait dans l'œsophage, dans l'hypopharynx et rejoignait les glandes salivaires où il se multipliait. Certaines observations tendent à prouver le contraire : Ellis & Evans (1977) ont démontré que *T. b. rhodesiense* traverse la membrane péritrophique de *G. m. morsitans* dans la partie médiane de l'intestin, au niveau des plis et poches formés par la membrane ; le trypanosome traverse ensuite les différentes couches de cellules de la paroi intestinale (Evans & Ellis, 1975) pour rejoindre l'hémocèle (Mshelbwala, 1972 ; Otieno *et al*, 1976) et enfin les glandes salivaires où il se multiplie activement.

Environ 15 à 35 jours après le repas infectant, la glossine peut transmettre à son tour et restera infectante toute sa vie.

VII-1-2- Quelle glossine peut s'infecter ?

Une fois encore les hypothèses admises jusqu'ici sur la transmission du groupe *brucei* sont peu à peu remises en cause.

Harmsen (1973) a démontré qu'il existe une barrière physique et chimique dans l'intestin de *G. pallidipes*, affectant la capacité de l'insecte à s'infecter. Chez la jeune glossine ténérale, la membrane péritrophique encore courte ne peut recevoir immédiatement la totalité du sang ingéré stocké dans le jabot (voir chap. IV-1) ; les trypanosomes restent donc dans le jabot de 1 à 3 heures, subissant ainsi une transformation enzymatique indispensable pour les protéger du milieu intestinal qui leur est hostile. Chez les individus déjà âgés, la membrane péritrophique peut immédiatement contenir tout le repas et les trypanosomes sont détruits.

Ces résultats montrent que seules les ténérales peuvent s'infecter mais Gingrich *et al* (1982), ont démontré, au laboratoire il est vrai, que de vieux mâles de *G. morsitans* (21-25 jours), maintenus à jeûn pendant 3-4 jours, peuvent mûrir une infection dans les mêmes proportions que des mâles ténéraux (8 à 12 %).

Des travaux récents permettent de mieux comprendre le cycle du trypanosome et les modalités de l'installation de l'infection (Maudlin & Welburn, 1987, 1988, 1994; Welburn *et al.*, 1989, 1993, 1994).

Selon ces auteurs la tsé-tsé est naturellement réfractaire à l'infection par les trypanosomes : une lectine, le GlcNAc/glucosamine, sécrétée au niveau de l'intestin, provoque la mort des trypanosomes procycliques. Cependant chez certains individus, durant la période pré-imaginale, les symbiontes de type Rickettsie de l'intestin moyen ("Rickettsia-like organisms") fabriquent des endochitinases servant à la dégradation de la chitine durant la pupaison; ce phénomène entraîne une accumulation d'oligosides qui, inhibant l'action de la lectine, permet aux trypanosomes procycliques de survivre et de s'installer définitivement dans l'espace ectopéritrophique.

Les travaux de Maudlin et Welburn vont plus loin avec l'hypothèse que la lectine intestinale qui empêche l'infection de s'installer est, en même temps, nécessaire à la maturation du trypanosome, tout dépendant de la quantité de stimuli : dans un cas la population de trypanosomes reçoit un signal de maturation, dans l'autre cas un signal de mort (apoptose).

Ce sujet est capital et demande à être approfondi, car si l'on découvre les facteurs de régulation des différentes molécules intervenant dans l'installation des infections on pourra certainement mieux comprendre l'épidémiologie de la Trypanosomiase humaine africaine, et, peut être, intervenir en modifiant ces facteurs.

La transmission cyclique pourrait ne pas être la seule voie possible car les travaux de Gingrich *et al.* (1983) montrent que la transmission mécanique de *T. b. rhodesiense* par *G. morsitans* n'est pas exceptionnelle : au laboratoire, près de 51 % des glossines nourries de façon interrompue sur souris infectées peuvent transmettre le trypanosome à d'autres souris.

La capacité vectorielle des glossines est un sujet qui reste encore à éclaircir : les relations vecteur/parasite sont extrêmement complexes et pourraient être autant influencées par des facteurs extrinsèques que par des facteurs intrinsèques et génétiques des deux acteurs.

VII-1-3- Les conséquences de l'infection

On a longtemps hésité pour affirmer si l'infection des glandes salivaires a, ou non, une répercussion sur la longévité de la glossine. Jenni *et al.* (1980), Livesey *et al.* (1980) ont prouvé que l'insecte infecté a tendance à se nourrir, ou du moins à sonder, plus souvent que les non-infectés : le flux sanguin est notablement réduit dans le tiers proximal du labre par la présence des trypanosomes qui s'associent aux mécanorécepteurs, modifiant ainsi le stimulus perçu par les sensilles. Dans ces conditions on peut comprendre que, dans la nature, des taux d'infection élevés des hôtes des glossines, homme ou animaux, ne sont pas for-

cément liés à de forts taux d'infection des tsé-tsé ou à des densités importantes de populations glossiniennes.

Plus récemment, Maudlin *et al.* (1998) ont démontré au laboratoire que la longévité de *G. m. morsitans* n'est pas affectée par l'infection de l'intestin (par *T. congolense*) mais que l'infection des glandes salivaires (par *T. b. rhodesiense*) réduit l'espérance de vie de façon significative. Selon Fairburn & Culwick (1950), le mâle, ayant une meilleure susceptibilité à l'infection des glandes salivaires, est un meilleur vecteur que la femelle ; en fait le risque pour l'homme est contrebalancé par un raccourcissement notable de la durée pendant laquelle il peut transmettre.

VII-1-4- La transmission du trypanosome

La glossine infectée peut ne pas transmettre, sa capacité étant sous la dépendance de facteurs encore mal définis. Ainsi en Ouganda, Rogers *et al.* (1972, in Challier, 1982), avec une population de *G. fuscipes* dont 4,1 % des individus étaient infectés par *T. b. brucei* et nourris individuellement sur souris, n'ont réussi à obtenir que 1,8 % d'infections.

Le nombre de trypanosomes injectés à l'hôte détermine son infection : on estime que pour infecter un homme il faut entre 300 et 500 trypanosomes or des glossines infectées, sans que l'on sache pourquoi, n'injectent pas systématiquement la "dose" nécessaire lors de tous leurs repas.

VII-2- Les réservoirs

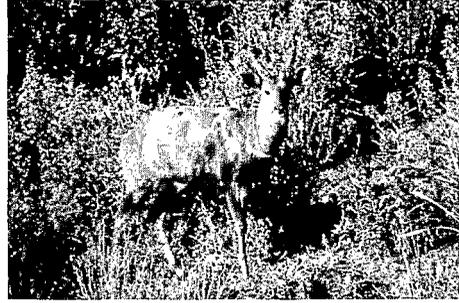
L'étude des réservoirs non humains de trypanosomes pathogènes pour l'homme constitue un sujet particulier mais étroitement lié à celui de la transmission ; il est donc nécessaire de l'aborder ici car l'identification de ces réservoirs est primordiale pour la compréhension de l'épidémiologie.

+ *Trypanosoma brucei gambiense*

Van Hoof *et al.* (1942) ont été les premiers à suspecter le rôle de réservoir joué par les animaux domestiques comme le porc (fig. 105), la chèvre et le mouton. Le passage expérimental du parasite chez ces animaux, malgré une parasitémie très discrète, laisse intacte son infectiosité pour *G. palpalis* et sa virulence pour l'homme durant quatre années. Les travaux plus récents de Mehlitz (1985) confirment que *T. b. gambiense* est effectivement présent chez le porc en Côte d'Ivoire et au Liberia. Certains faits épidémiologiques dans ces régions tendent à minimiser le rôle de réservoir de cet animal puisque les trois-quarts des malades vivent loin des porcs domestiques et qu'au niveau des villages il existe des relations quasi exclusives entre ces porcs et *G. palpalis* (voir chap. VII-3). D'un autre côté certains paysans emmènent leurs porcs dans leur campement de culture, au cœur des plantations : le porc aurait dans ce cas un rôle de réservoir vraiment actif.



Figure 105 : Le porc domestique.

Figure 106 : *Tragelaphus scriptus*.

En ce qui concerne les animaux sauvages, il serait nécessaire que soient entreprises des recherches et plus particulièrement sur le Guib harnaché (*Tragelaphus scriptus* - fig. 106) antilope qui a une très nette tendance à vivre à proximité de l'homme (synanthropisme) et que l'on suspecte depuis longtemps d'héberger le trypanosome (*in* Molyneux, 1973). En zone de plantations d'Afrique occidentale, elle fournit 46 % des repas des *G. palpalis*, autant que l'homme, et dans les mêmes biotopes (Laveissière *et al.*, 1985b).

Il ne faut donc pas négliger l'importance du réservoir animal domestique ou sauvage qui par sa présence pourrait expliquer la persistance à bas bruit de l'endémie et ses réveils de type épidémique sous certaines conditions et qui peut remettre en question les résultats d'une campagne de lutte. Identifier le réservoir exigera ensuite de trouver une solution pour l'assainir.

+ *Trypanosoma brucei rhodesiense*.

L'identification de ses réservoirs a été beaucoup plus facile compte tenu de l'épidémiologie particulière de la maladie du sommeil en Afrique orientale (voir chap. VII-4). Parmi les espèces de mammifères sauvages connus pour être réservoirs on peut citer le Guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*) et le Bubale (*Alcelaphus buselaphus*); le bétail est un réservoir secondaire et accidentel.

VII-3- Epidémiologie de la THA

VII-3-1- Facteurs influençant la transmission

De nombreux facteurs entrent en jeu dans la transmission de la maladie du sommeil. Si certains d'entre eux sont maintenant bien connus, d'autres sont encore à l'étude ou méconnus.

L'installation d'un foyer endémique de maladie du sommeil dépend de la rencontre de trois acteurs principaux - l'homme, le vecteur, le réservoir - et des

relations, souvent complexes, qu'ils entretiennent entre eux et avec le trypanosome. Chacun d'eux possède ses caractéristiques qui influencent plus ou moins le schéma épidémiologique.

L'homme :

son mode d'habitat
ses pratiques culturelles ou occupations
ses relations avec l'eau
sa mobilité

Le vecteur :

sa capacité vectorielle
son degré d'anthropophilie
son éclectisme alimentaire
sa longévité
sa capacité de dispersion

Le réservoir animal :

sa densité
sa résistance à l'infection
sa longévité
sa mobilité
son degré de synanthropisme

La densité de vecteurs n'est pas forcément le facteur essentiel, du moins dans le cas de *T. b. gambiense*, car certains auteurs ont montré que de petites populations de glossines peuvent entretenir un foyer dès lors qu'elles entretiennent avec l'homme des contacts intimes et répétés. Nous verrons plus loin qu'au niveau d'un point d'eau un petit groupe de glossines peut être responsable de dizaines de cas de trypanosomiase humaine.

VII-3-2- Le risque de transmission

Dans certaines zones bio-géographiques le nombre et l'étendue des gîtes à vecteurs sont tels que la mise en place d'une campagne de lutte antivectorielle est gênée par des contraintes financières et logistiques (chap. VIII-3). Il a donc été rapidement nécessaire de déterminer une hiérarchie parmi les biotopes en se basant sur les risques de transmission du parasite à l'homme.

Nous donnons ici comme exemple l'étude qui a été menée dans la région forestière de Côte d'Ivoire (Laveissière *et al.*, 1994b).

Si on admet que seule la glossine ténérale peut s'infecter au cours de son premier repas de sang sur un hôte porteur de trypanosomes, le risque augmente avec la proportion de glossines ténérales dans la population totale, proportion que l'on évalue par leur densité soit le nombre capturé \mathbf{t} divisé par le nombre de pièges \mathbf{p} ayant capturé pendant \mathbf{j} jours.

En forêt de Côte d'Ivoire, Gouteux & Buckland (1984) ont trouvé la relation existant entre l'effectif réel \mathbf{N} d'une population et la densité apparente (DAP) estimée par piégeage :

$$N = 623 (\text{DAP})^{1,23}$$

Il s'ensuit que pour la fraction ténérale \mathbf{T} d'une population nous avons la relation :

$$T = 623 \left(\frac{t+1}{pi} \right)^{1,23}$$

Pour qu'une glossine infectée puisse transmettre le trypanosome à son tour il faut qu'elle puisse au moins survivre 20 jours, temps moyen pour que le parasite effectue son cycle chez l'insecte. Le taux de transmission sera ensuite d'autant plus élevé que la longévité moyenne sera plus élevée. Pour évaluer le risque on doit donc prendre en compte deux fois le facteur longévité évalué par le taux de survie journalier (tsj) : il sera proportionnel 1°) à la fraction survivante au bout de 20 jours soit (tsj)²⁰ et 2°) à la durée moyenne du temps qu'il reste à vivre soit

$$\frac{-1}{\log(\text{tsj})}$$

Enfin le contact **P** entre l'homme et la glossine doit être suffisamment intense et/ou régulier pour que l'insecte puisse jouer son rôle vecteur entre une personne malade et une personne saine. Si **P** représente dans la population totale **N** le nombre de glossines gorgées sur l'homme et **n** le nombre d'individus dans un échantillon **C** (capturé par **p** pièges en **i** jours) ayant un repas de sang humain dans l'intestin on doit avoir la relation :

$$\frac{P}{N} = \frac{n}{C} \text{ soit } P = N \frac{n}{C} \text{ où } N = 623 \text{ (DAP)}^{1,23} \text{ et } \text{DAP} = \frac{C}{pi}$$

soit, tous calculs faits : $P = k \frac{n \cdot C}{pi}^{0,23}$ (k étant une constante).

D'autres facteurs peuvent bien sûr influencer la transmission : facteurs externes comme l'importance des populations humaines et/ou animales infectées ; facteurs externes à l'insecte comme les RLO's, les lectines, etc. Les connaissances sur ces facteurs sont si faibles à l'heure actuelle que l'on ne peut malheureusement les prendre en compte.

Le risque de transmission prend donc en compte : la taille **T** de la population ténérale ; la proportion **P** de repas de sang humain pris par la population totale ; la proportion **(tsj)²⁰** de glossines atteignant la limite des 20 jours ; et la durée moyenne de survie (-1 / log(tsj)) au-delà des 20 jours.

L'indice de risque **r** peut alors se calculer de la façon suivante :

$$r = k \times T \times P \times (\text{tsj})^{20} \times (-1 / \log(\text{tsj}))$$

soit en remplaçant chaque facteur par sa valeur :

$$r = \frac{(t+1)^{1,23} \times n^2 \times C^{0,46}}{pi^{3,69}} \times \frac{-(\text{tsj})^{20}}{\log(\text{tsj})}$$

avec t = nombre de mâles et femelles ténéraux
 n = nombre de repas de sang humain
 ts_j = taux de survie journalier
 C = nombre de glossines capturées
 j = nombre de jours de capture
 p = nombre de pièges utilisés

Les études entomo-épidémiologiques menées dans plusieurs foyers montrent qu'il existe une forte corrélation entre le risque ainsi calculé et la prévalence de la maladie. Nous donnons ci-dessous les valeurs de l'un et de l'autre pour le foyer de Sinfra et une région adjacente sans maladie du sommeil.

Secteur	r	Prévalence (%)
Ensemble du foyer	9 030	13,85
Zone nord du foyer	3 440	6,52
Zone sud du foyer	21 800	21,19
Pays <i>bété</i> (sans THA)	19	0,00

L'indice de risque étant corrélé à la prévalence de la maladie il est possible, en le calculant pour chaque type de biotopes, de déterminer le risque de transmission. Soit dans le foyer de Sinfra (Côte d'Ivoire) :

Biotopes	r
Ensemble du foyer	9 030
Campements	3 167
Bas fonds	20 671
Points d'eau	177 615
Puits au campement	6 006
Tous points d'eau à usage personnel	5 574
Tous points d'eau à usage multiple	119 088

En forêt de Côte d'Ivoire, le risque augmente fortement avec la présence de l'eau : les bas-fonds sont plus dangereux que les campements même si ceux-ci ont un puits (le risque y est alors multiplié par 2). L'approvisionnement au puits ou au trou d'eau, qui entraîne une présence humaine quasi-permanente, décuple le risque. Toutefois on s'aperçoit partout que l'utilisation des points d'eau par une seule famille entraîne un risque bien moindre que s'il est utilisé par tout un groupe (plusieurs famille ou campements).

VII-3-3- *En Afrique occidentale et centrale*

La diversité des gîtes à glossines oblige à faire la distinction entre les zones de savanes et les zones forestières.

+ *En savane*

Dans les savanes où les glossines riveraines se réfugient le long des galeries forestières, on peut affirmer que l'homme subit une situation qu'il n'a pas créée.

En général, quelle que soit la population humaine considérée, les relations entre l'homme et l'eau sont assez constantes et déterminent pratiquement partout les mêmes relations entre lui et le vecteur potentiel, des relations intimes (Nash, 1948). Chaque jour, presque à heures fixes, la population humaine se rend sur la rivière ou le point d'eau pour ses activités ménagères (fig. 107), les loisirs (baignade) ou certains travaux (pêche, fig. 108). Cette fréquentation permanente éloigne les hôtes sauvages de la glossine qui adapte son régime presque exclusivement à ce nouvel hôte particulièrement disponible (voir chap. VI-8). Il s'ensuit une certaine stabilisation de la population glossinienne qui s'agrandit rapidement en se multipliant sur place : les gîtes fréquentés par l'homme dans une forêt riveraine se caractérisent par des densités cinq à dix fois plus élevées que la

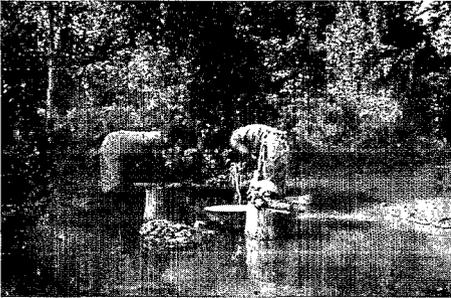


Figure 107 : Lessive au marigot.



Figure 108 : Pêche.

moyenne. Cette cohabitation étroite entraîne, si un porteur de trypanosomes vient dans le gîte, la dissémination du parasite au sein du groupe villageois puis, par la dispersion de la glossine le long de son gîte, aux autres communautés villageoises installées sur le même réseau hydrographique : on assiste là à la création d'un foyer primaire.

A partir de ce foyer initial peuvent se développer des foyers satellites, ou secondaires, dans des réseaux hydrographiques adjacents. Les causes en sont multiples : la dispersion longitudinale et, dans une certaine mesure, la dispersion radiaire de la tsé-tsé (par transport passif ou en suivant les troupeaux) ; la circulation de l'homme (voyageurs, pêcheurs, bergers, visite à des parents vivant dans un autre village, etc.).

Dans ces foyers de savane, toute personne est exposée au même risque à condition de fréquenter le gîte de la tsé-tsé. Il existe cependant des exceptions, des foyers où certaines catégories sont soumises à un risque plus grand :

> dans le foyer de Ouélessebougou (Mali), sans qu'il y ait différence entre les sexes, 60 % des malades avaient entre 11 à 30 ans c'est à dire inclus dans une tranche fréquentant le plus les cours d'eau pour la baignade, le lavage du linge et la pêche (Challier *et al.*, 1973);

> inversement dans le foyer de Casamance orientale (Sénégal), la quasi-totalité des malades étaient des femmes et des enfants, les premières cultivant le riz dans la plaine inondable (fig. 109), les seconds surveillant les rizières; les hommes s'occupant des autres cultures vivrières dans les zones de savane éloignées des gîtes à glossines étaient indemnes (Laveissière *et al.*, 1976).



Figure 109 : Riziculture.

+ En zone de forêt

Contrairement à ce qui se passe en savane, en zone forestière, l'homme subit une situation qu'il a lui-même créée. La forêt primaire n'est pas le domaine des glossines du sous-genre *Nemorhina* mais celles-ci commencent à s'installer dès que l'influence de l'homme s'y manifeste par une déforestation intense, par une densité importante, par l'installation des cultures de rente (café, cacao), par l'apport d'animaux domestiques. Les glossines colonisent alors tous les faciès anthropisés ou non : les lisières de village, les plantations principalement au niveau des lisières avec la forêt résiduelle ou les bas-fonds, les campements de cultures, les galeries forestières, tous les bas-fonds humides, boisés ou non, cultivés ou non et bien sûr tous les points d'approvisionnement en eau (puits aménagés, puits traditionnels, sources, trous d'eau, marigots). Dans tous ces gîtes elles bénéficient de conditions climatiques très favorables et surtout d'une nourriture particulièrement disponible et accessible offerte soit par l'homme durant son travail ou ses activités ménagères et ludiques, soit par les petites antilopes soit encore par les animaux domestiques.

Malgré l'ubiquité du vecteur, on constate cependant que la maladie du sommeil peut frapper la population de manière sélective : dans certains foyers

de Côte d'Ivoire son incidence atteint à peine 1,4 % dans la population autochtone mais dépasse 6 % chez les planteurs allogènes ; dans d'autres foyers la maladie touche tous les groupes. Dans la mesure où il est possible de faire des dépistages exhaustifs, on note que plus de 70 % de la population malade vit dans les campements de culture, au cœur des plantations donc au cœur des gîtes à glossines : l'incidence parmi la population villageoise n'est que de 11 % contre 24 % dans la population vivant sur le lieu de travail. Mais il ne faut pas oublier que la population résidant au village se rend chaque jour sur le lieu du travail, la plantation.

Il existe donc une très forte relation entre le risque d'infection et les activités humaines d'une part et entre le risque et le mode d'occupation de l'espace (Laveissière & Hervouët, 1991). De façon schématique on peut estimer que :

➤ le risque est d'autant plus important que l'homme travaille plus longtemps dans le gîte à glossine ; généralement les caféières sont plus dangereuses que les cacaoyères compte tenu des densités de *G. palpalis* plus importantes et d'un contact homme/glossine beaucoup plus fréquent en raison de la quantité de travail que l'on doit y fournir (fig. 110) ; on constate cependant que le risque est plus important dans une jeune cacaoyère que dans une jeune caféière (jusqu'à 7 ans) en raison d'une plus grande densité de végétation ; au-delà de la limite des sept ans le phénomène est inversé car la récolte du café et l'entretien de la plantation sont plus longs que les travaux nécessaires dans une cacaoyère ; la cacaoyère n'est cependant pas sans risque car implantée en zone humide près d'un bas-fond, elle est fréquentée, en lisière, par une population de glossines issue de ce bas-fond et présentant toutes les qualités requises pour assurer la transmission ;



Figure 110 : Cueillette du café.

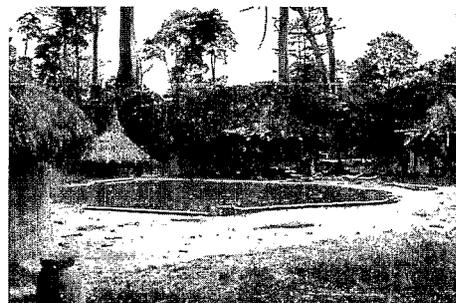


Figure 111 : Campement de culture.

➤ le risque est plus important quand l'homme vit dans la plantation, dans un campement de culture (fig. 111) : ce mode de vie en lui-même n'est pas à risque mais entraîne un mode d'approvisionnement en eau particulier qui lui-même induit un risque : la famille est relativement protégée si elle dispose d'un puits personnel au campement mais la plupart du temps l'eau est puisée à une source ou dans un trou installé en forêt ou dans un bas-fond, gîtes les plus favorables aux glossines, où le risque de transmission est maximal ;

> ces points d'eau dans les bas-fonds sont d'autant plus dangereux que plus de familles s'y approvisionnent : la nourriture pour la tsé-tsé y est plus abondante et plus fréquemment à sa disposition ; le rassemblement des hommes favorise la dissémination du parasite. Cependant au-delà d'un certain nombre de familles, donc au-delà d'une certaine densité de population humaine, le risque diminue compte tenu des modifications insupportables pour la tsé-tsé qu'engendre une présence humaine trop importante ;

> le risque s'accroît avec l'importance et la fréquence des déplacements la plupart du temps dus au morcellement de l'exploitation individuelle en plusieurs parcelles éloignées les unes des autres ou à une vie communautaire très active. Ces déplacements peuvent être imposés aussi par :

- ◆ la scolarisation des enfants vivant loin de leur école ;
- ◆ la recherche et l'achat de produits vivriers ;
- ◆ la récolte du bois ;
- ◆ les cultes, les marchés, etc. (Méda *et al.*, 1993) ;

Hommes, femmes et enfants sont donc obligés de se déplacer souvent, parfois longtemps, en empruntant routes et sentiers qui sont autant de lignes de vol pour les glossines, et en traversant des bas-fonds lieux de contact homme/glossines particulièrement propices ;

> le risque enfin dépend des pratiques spécifiques de chaque groupe ethnique ou socioculturel :

- ◆ le travail en collectivité induit un brassage permanent entre hommes, sains et malades, et glossines, saines et infectées, et favorise la dissémination du parasite à l'ensemble du groupe ; à l'opposé, un comportement individualiste, un travail "familial" limite la transmission à la "famille" ;
- ◆ les enfants (et les adultes) pratiquant la pêche à la ligne ou à la nasse (fig. 112) sont particulièrement soumis au risque, comme les femmes au moment du lavage du linge ou de la vaisselle ;
- ◆ la riziculture, surtout en petites parcelles disséminées dans un bas-fond plus ou moins boisé, est une activité extrêmement dangereuse ;
- ◆ la récolte du vin de palme (*Raphia sp.*, *Elais sp.*), activité typique des autochtones forestiers, les conduit dans les biotopes où le risque est maximal.



Figure 112 : Pêche au marigot.

+ La transmission péri-domestique

La transmission péri-domestique est un sujet de controverse. Elle a une importance réduite en Afrique occidentale, eu égard aux occupations de l'homme qui le conduisent très souvent dans des gîtes où l'agressivité de la glossine est plus manifeste qu'au niveau du village, mais la transmission se produit autour des agglomérations dans les cas suivants :

- proximité d'un bas-fond (lessive, vaisselle, baignade, pêche) ;
- points d'eau villageois dans une forêt proche ;
- installation des douches et latrines dans la végétation environnante.

Il n'en va pas de même en Afrique centrale, particulièrement au Congo, dans le foyer du Couloir : les villages, et la végétation arborée qui les entoure, sont cernés par une savane herbeuse impropre à la circulation des glossines ; celles-ci, concentrées en lisière des agglomérations villageoises, entretiennent donc des rapports étroits et fréquents avec le porc domestique et l'homme dont les activités agricoles et domestiques se situent à la périphérie immédiate de l'habitat. Il existe alors un brassage quasi permanent entre les trois populations, humaine, porcine et glossinienne (sans équivalent en Afrique de l'ouest) qui permet une contamination péri-domestique voire familiale (Frézil, 1983).

VII-3-4- En Afrique orientale

A l'inverse de la trypanosomiase humaine à *T. b. gambiense*, la trypanosomiase à *T. b. rhodesiense* est une anthroponose : selon Molyneux & Ashford (1983) les cas de cette maladie sont dus à l'intrusion de l'homme dans un cycle normal animaux sauvages-glossines (les plus fréquemment touchés sont les chasseurs, pêcheurs, pasteurs, cultivateurs à la limite des zones à tsé-tsé) où *G. morsitans*, *G. pallidipes* et *G. swynnertoni* sont les vecteurs. Cependant il est prouvé depuis longtemps que le bétail peut être lui aussi réservoir de *T. b. rhodesiense*. En outre la rapidité de l'incubation et les manifestations aiguës de la maladie, contrairement à la trypanosomiase ouest-africaine, ne permettent pas à l'homme de jouer un rôle important de réservoir dans ce cycle compte tenu de son indisponibilité quasi immédiate.

Il existe des cas où la transmission, assurée par *G. fuscipes*, peut être péri-domestique. Le chien, le chat, le mouton et la chèvre peuvent être des sources d'infection pour l'homme, du fait de leur synanthropisme, bien que naturellement ces animaux ne soient pas considérés comme des réservoirs. Toutes les classes de la population humaine sont touchées : on assiste alors à une explosion épidémique de la maladie.

VIII

LA LUTTE ANTIVECTORIELLE

S'il existe quelques grands principes à respecter pour lutter contre les glossines vectrices de trypanosomes humains, il n'y a par contre aucune recette vraiment stricte : les techniques et le protocole doivent être choisis et adaptés selon les conditions du foyer à assainir. Nous essaierons donc ici de dresser la liste des méthodes qui ont été utilisées contre la tsé-tsé en soulignant non seulement le "mode d'emploi" mais aussi les avantages et les inconvénients.

Il faut immédiatement faire une distinction entre trypanosomiase humaine et trypanosomose animale, même si les deux sont bien souvent le fait des mêmes glossines. Les trypanosomoses animales (Nagana) constituent un véritable fléau dans la quasi-totalité des pays en voie de développement pour lesquels l'élevage constitue la source essentielle de protéines et bien souvent une source importante de revenus. Les pertes subies chaque année par le cheptel sont donc graves à double titre : pour l'équilibre alimentaire de la population d'une part, pour la balance économique d'autre part. Bien qu'il existe maints problèmes que nous n'aborderons pas ici, l'indispensable lutte contre ces zoonoses est facilitée par la relative accessibilité des animaux, par la panoplie assez large de trypanocides palliant les éventuelles résistances des parasites et enfin par la facilité d'autant plus grande à trouver des capitaux que les travaux de lutte laissent espérer une rentabilité. En matière de santé humaine, la lutte antivectorielle se heurte aux problèmes strictement opposés : la population à risque est trop souvent inaccessible et les crédits nécessaires ne peuvent bien souvent pas être délégués par les services de santé confrontés à beaucoup d'autres maladies parmi lesquelles la trypanosomiase n'est pas forcément la plus préoccupante.

VIII-1- Parasitologie et/ou entomologie ?

Pour assainir un foyer de trypanosomiase humaine deux tactiques sont envisageables. La première, qu'ont pu préconiser certains auteurs (pour des régions où la lutte antivectorielle paraissait trop difficile), consiste à neutraliser le réservoir humain par des prospections médicales systématiques et aussi exhaustives que possible. Ce protocole se heurte déjà à une première difficulté : l'inaccessibilité des individus qui, par exemple en forêt, sont dispersés dans une multitude de petits campements de culture inconnus des services de santé ou même dans des hameaux de plus de 1.000 personnes non cartographiés. En outre cette population n'est jamais recensée de façon exacte, qu'elle soit autochtone ou immigrée pour des raisons économiques ou politiques. Dans ces conditions les prospections médicales classiques ne concernent qu'une fraction infime de la population, fraction dans laquelle, trop souvent, ne se trouvent pas les malades (voir chap. VII-3). Même en admettant que l'on puisse visiter 100 % des individus et que l'on dépiste la totalité des malades au cours d'une première visite, on peut difficilement s'imaginer avoir abouti à l'arrêt de la transmission puisqu'il subsiste dans le foyer à la fois les glossines infectées et le réservoir animal, domestique et sauvage. Il serait donc nécessaire dans ce protocole d'effectuer des passages réguliers pour récupérer toutes les personnes déclarées saines lors de la visite médicale mais infectées dès les jours suivants : c'est irréaliste.

Une solution complémentaire pourrait pallier cet inconvénient : la prophylaxie par lomidinisation systématique. Là encore, si les pouvoirs publics admettent cette mesure, on se heurte à l'inaccessibilité des personnes et, selon Kayembe & Wéry (1971) à un risque important d'échec, voire de résistance du trypanosome. Enfin durant combien d'années devra-t-on poursuivre ce travail si le vecteur potentiel est toujours là pouvant assurer le cycle du trypanosome à partir du réservoir animal ? Quelle sera aussi la réaction de la population humaine forcée de recevoir des injections assez douloureuses ?

L'autre option consiste à éliminer seulement le vecteur et espérer que par dépistage passif tous les malades pourront être sortis du foyer : quand on sait que le temps d'incubation de la maladie à *T. b. gambiense* peut aller jusqu'à plusieurs années on imagine aisément les limites d'un tel protocole et le coût de l'entreprise.

Ainsi pour obtenir le meilleur résultat, dans le minimum de temps avec le minimum d'effort et de crédits, faut-il obligatoirement associer la voie parasitologique et la voie entomologique : neutralisation du réservoir humain et destruction des glossines en maintenant la pression aussi longtemps que les surveillances médicales de routine n'indiqueront pas un retour à une situation "normale" c'est à dire une prévalence supportable pour la population. Le problème reste alors de savoir jusqu'à quel niveau il faut abaisser les densités glossiniennes.

VIII-2- Eradication ou réduction ?

L'éradication, c'est à dire l'élimination totale et définitive des glossines, est bien sûr la solution idéale pour enrayer la transmission et aboutir à l'extinction d'un foyer, or comme tout idéal l'éradication est très difficile, voire impossible, à atteindre surtout si l'on veut préserver le milieu. A l'issue des (rares) campagnes de lutte qui ont pu être effectuées jusqu'à maintenant aucune n'a obtenu ce résultat : en l'absence de barrières naturelles réellement infranchissables par les tsé-tsé, la puissance de dispersion de ces dernières les conduit tôt ou tard à l'intérieur de la zone protégée surtout si un plan d'aménagement avec implantation humaine et développement de l'élevage est en cours.

L'entomologiste doit donc rester réaliste : il lui faut obtenir une réduction drastique des populations de glossines, et la maintenir aussi longtemps que possible, en s'appuyant au mieux sur les caractéristiques du terrain et en utilisant judicieusement les techniques de lutte, pour laisser aux équipes médicales le temps nécessaire au dépistage de tous les malades, dépistage actif dans un premier temps, passif ensuite.

Il subsistera néanmoins une inconnue : le réservoir animal. Persistera-t-il encore au terme de la campagne et rejouera-t-il son rôle dès que les glossines auront naturellement réinvesti la région ? Faudra-t-il aussi traiter le réservoir ani-

mal domestique ? Peut-on espérer qu'à court terme les porcs soient servis aux repas de fêtes ? Mais qu'en sera-t-il du réservoir sauvage ?

Dans l'état de nos connaissances on ne peut être certains d'aboutir à l'extinction complète et définitive de la maladie dans un foyer, au moins peut-on espérer un retour à ce que nous nommons plus haut une situation "normale", une situation où la prévalence est assez basse pour que les prospections de routine des équipes médicales ou un dépistage passif soient suffisants ; une situation où la maladie du sommeil ne serait plus un problème grave de santé publique.

VIII-3- Impératifs de la lutte antivectorielle

Comme nous l'avons dit plus haut plusieurs impératifs doivent être respectés lorsque l'on doit réaliser une campagne de lutte.

VIII-3-1- Délimitation du foyer

Lutter contre l'endémie sommeilieuse exige d'abord de connaître avec précision l'étendue de la zone d'intervention, les limites du "foyer".

Cette notion de foyer doit être reprécisée dès maintenant car les problèmes sont très différents entre les diverses régions de l'Afrique, et même entre les zones bio-géographiques d'une même région.

Le terme de foyer, dans son sens classique, s'applique aux zones de savanes d'Afrique occidentale et à certaines zones épidémiques d'Afrique orientale (foyer de Busoga en Ouganda par exemple) ou centrale (foyers du Congo) où l'endémie est circonscrite dans une aire bien déterminée eu égard d'une part à la restriction des gîtes à glossines (galeries forestières) et à la localisation stricte des hommes. Dans ce cas les prospections médicales peuvent facilement délimiter la zone d'endémicité et l'entomologiste, même à l'aide de photos aériennes peu récentes, peut recenser les points de contacts homme/glossine et évaluer de façon précise la superficie à traiter. En savane d'Afrique orientale, où la trypanosomiase à *T. b. rhodesiense* reste une anthroponose accidentelle, on ne peut plus parler de foyer mais de zones à risques comme en forêt ouest africaine.

Le domaine forestier de Côte d'Ivoire est, à l'heure actuelle, le meilleur exemple : compte tenu de la mobilité relative des populations, humaine et glossinienne, on constate qu'il existe un épicycle, avec une incidence élevée de la maladie, entouré d'une "nébuleuse" de cas dont la fréquence diminue du centre vers l'extérieur. La multiplication des parcelles, appartenant à un seul individu et l'imbrication des zones de cultures propres à chaque village et à chaque groupe ethnique, est telle que la maladie se propage non pas de façon continue et limitée comme en savane mais anarchique si bien qu'une campagne de lutte antivectorielle n'aurait comme limites que la savane au nord et l'océan au sud.

Pour lutter avec le maximum d'efficacité contre la trypanosomiase, il est impératif de préciser autant que faire se peut la zone d'endémicité et de déborder largement pour englober toute l'aire d'endronomie c'est à dire le territoire couvert par l'ensemble de la population soumise au risque : ceci est relativement aisé en savane, plus complexe en forêt. Une solution consiste à utiliser les Soins de Santé Primaire et confier le dépistage à des Agents de Santé Communautaire, formés à cet effet : appartenant à la communauté villageoise ces Agents peuvent facilement aller jusqu'au fond de la brousse et découvrir le malade le plus éloigné (Laveissière *et al.*, 1996). La cartographie de la maladie du sommeil est ainsi rapide et aisée même si tous les cas ne sont pas découverts.

VIII-3-2- La rapidité

Une campagne de lutte contre les glossines doit évidemment pouvoir être mise sur pied très rapidement dès que les services de santé ont révélé l'existence d'un foyer : ceci implique que l'on doit pouvoir disposer immédiatement des hommes et des techniques, ce qui, malheureusement, n'est pas toujours le cas dans les pays concernés et qui limite bien souvent la rapidité de l'intervention et en diminue toujours l'efficacité.

La technique utilisée doit aussi permettre l'obtention rapide de résultats spectaculaires sur les populations de glossines : d'une part (comme nous le verrons ultérieurement) l'effet est bénéfique sur la participation de la population humaine mais en outre il accroît les chances de succès en provoquant un arrêt immédiat de la transmission durant le travail des équipes médicales.

Quoiqu'il en soit, la rapidité d'intervention sera d'autant plus grande que les connaissances, sur les différentes zones bio-écologiques et sur les techniques de lutte qui y sont applicables, auront déjà été acquises et qu'il ne sera pas nécessaire de tâtonner ou de mener des recherches complémentaires.

VIII-3-3- L'efficacité

Cette condition s'impose évidemment et dans la panoplie dont dispose le glossinologiste il est aisé de trouver une méthode efficace : mais répondra-t-elle à trois impératifs essentiels : respect de l'environnement, modicité du coût et faisabilité ?

+ Respect de l'environnement

Dans la liste des techniques de lutte visant la destruction de la tsé-tsé toutes celles qui utilisent la modification des caractéristiques de l'environnement présentent un réel danger sur un continent comme l'Afrique où l'équilibre naturel entre les facteurs biotiques et abiotiques est si fragile. La destruction de la végétation ou de la faune sauvage, efficace parfois, inutile souvent, offre plus d'inconvénients que d'avantages : érosion des sols, augmentation de l'albédo, réduction de l'évapotranspiration potentielle (ETP) et raréfaction de la faune sau-

vage ce qui n'est pas un facteur négligeable dans l'attrait touristique de certains pays.

Les pulvérisations de pesticides ne sont pas sans risques non plus : la faune aquatique non cible subit les conséquences de traitements répétés et plusieurs maillons de la chaîne alimentaire sont irrémédiablement détruits dans des pays où les protéines animales font défaut (Koeman *et al.*, 1980).

Il ne faut cependant pas perdre de vue que les priorités du tiers-monde lui sont spécifiques, totalement différentes de ceux des pays industrialisés, et que le choix de la technique doit en tenir compte (Allsopp, 1978) : s'il faut lutter contre la maladie du sommeil, que cela soit le moins nocivement possible.

+ Modicité du coût

Ce problème a déjà été évoqué plus haut : la lutte contre la trypanosomiase humaine doit être efficace mais la moins onéreuse possible, compatible avec les moyens financiers des Etats. Cela limite encore le choix des techniques, par exemple pour des pays qui ne disposent pas de flottes d'avions ou d'hélicoptères pour des pulvérisations aériennes.

+ Faisabilité

Il faut enfin que la technique envisagée soit réellement applicable dans la zone d'intervention : toute campagne de lutte doit donc reposer sur une étude préalable sérieuse et surtout une très bonne connaissance du milieu, des glossines et des méthodes, sans oublier une bonne connaissance des populations humaines. L'entomologiste doit constamment garder à l'esprit que ce qui a été fait ailleurs n'est pas forcément valable chez lui.

On ne peut donc que recommander d'entreprendre toutes les études indispensables (entomologie, épidémiologie, etc.) avant qu'une tragédie ne survienne, pour être prêt à intervenir.

VIII-4- Techniques de lutte sans pesticides

Aujourd'hui on peut distinguer cinq groupes de techniques de lutte anti-tsé-tsé, possédant chacune des avantages et des inconvénients, basées sur des études approfondies de la bio-écologie des vecteurs.

VIII-4-1- Manipulations de l'environnement

On peut éliminer la glossine en modifiant les caractéristiques de son environnement, en supprimant ses sources de nourriture ou en détruisant plus ou moins son habitat.

+ Action sur les sources de nourriture

Ces méthodes ne concernent que les glossines de savane, vectrices de *T. b. rhodesiense* et des trypanosomes animaux ; elles sont totalement inefficaces

pour les espèces du sous-genre *Nemorhina* pour lesquelles l'homme et les reptiles fournissent une part importante des repas.

+ *Destruction du gibier.*

Cette technique consiste à chasser tous les animaux-hôtes des glossines visées pour les priver de nourriture. Elle nécessite un travail important, d'une part très mal considéré aujourd'hui sur le plan international du fait d'une sensibilisation poussée pour la protection de la vie sauvage et d'autre part inefficace pour trois raisons :

- circulation incessante du gibier donc réinvestissement permanent ;
- inaccessibilité des petits mammifères et des reptiles ;
- opportunisme alimentaire des glossines qui les conduit à adapter leur régime (voir chap. VI-8) : rappelons que *G. tachinoïdes* prend 60 % de ses repas sur varans et serpents quand le Guib harnaché et l'homme lui font défaut.

+ *Eloignement du gibier.*

Dans ce cas, le gibier est simplement éloigné d'une région et maintenu à l'écart par une double clôture de câbles d'aciers tendus sur des poteaux délimitant une zone totalement déboisée. L'inutilité de ces clôtures, très onéreuses en installation et en entretien, est évidente : les petites antilopes et les phacochères peuvent aisément passer ; les glossines de même, surtout si à l'intérieur sont installés des troupeaux.

Globalement ces méthodes, possibles en savane, irréalisables en forêt, sont peu réalistes puisque de toutes façons les animaux sauvages seront en partie remplacés par des animaux domestiques : on aura alors réduit le réservoir de trypanosomes mais, sans technique complémentaire, on maintiendra les tsé-tsé.

+ **Action sur la végétation des gîtes**

Nous avons vu plus haut (chap. VI) que la glossine est particulièrement sensible aux températures et humidités extrêmes dont elle est protégée par la végétation. Manipuler la végétation des gîtes revient donc à créer des conditions défavorables pour l'insecte : cette manipulation peut se présenter sous plusieurs aspects.

+ *Destruction totale de la végétation.*

Cette technique, équivalente à l'élimination du gibier, a souvent été utilisée soit pour éliminer une espèce soit pour protéger une région assainie (barrière physique) particulièrement en Afrique de l'est. Elle consiste à détruire toute forme de végétation non herbacée, manuellement ou mécaniquement à l'aide d'un bulldozer (fig. 113) ou de couples de bulldozers reliés par d'énormes chaînes. Le bois abattu est ensuite incinéré et, pour des surfaces limitées, les souches sont traitées avec des produits régulateurs de croissance empêchant toute repousse.



Figure 113 : Destruction de la végétation des gîtes à glossines.

Cette solution présente plusieurs désavantages :

- nécessité d'un entretien constant pour éviter la repousse et l'installation d'une végétation de type buissonnant souvent plus favorable à certaines tsé-tsé que la végétation arborée ;
- coût très élevé en main d'œuvre pour la création des zones déboisées et leur entretien ;
- nocivité pour les sols arables si aucun projet agricole n'est immédiatement mis en place (lessivage, érosion par les vents, plus d'apport de matière organique, modification de l'albédo et de l'ETP) (fig. 114) ;
- inutilité dans la plupart des cas si la superficie couverte n'est pas suffisante compte tenu du pouvoir de dispersion des glossines.
- enfin, inutilité totale en région forestière à cause de la repousse rapide de la végétation.



Figure 114 : Destruction totale d'une galerie forestière.

+ Les feux de brousse

L'utilisation des feux de brousse (fig. 115) visant à détruire graminées et buissons, et par la même occasion les insectes présents, a été l'objet de nombreuses controverses.

Les feux précoces n'ont qu'un effet limité sur une végétation non encore totalement sèche : les arbres et arbustes sont protégés, les glossines aussi. Les feux tardifs sont plus efficaces détruisant même toute végétation arborée. On peut alors craindre, dans le premier cas, la persistance des populations de glossines, et, dans le second, la création d'un paysage buissonnant très favorable à certaines espèces.



Figure 115 : Feu de brousse contrôlé.

Inversement certains auteurs se sont inquiétés de l'absence des feux de brousse, absence qui favorise la densification de la végétation donc l'installation de biotopes propices aux glossines sylvicoles.

+ *Les défrichements partiels.*

Les études bio-écologiques ont montré qu'il existe des relations étroites entre la glossine et certaines espèces végétales ou groupement d'espèces (pour leurs lieux de repos) : dans le souci d'éviter la destruction totale de la végétation il a donc été préconisé d'éliminer certaines associations (éclaircissement discriminatif) ou quelques éléments des associations (éclaircissement sélectif).

Les éclaircissements discriminatifs ont couramment été employés pour limiter le contact homme/glossine par élimination de la végétation dans les zones épidémiologiquement dangereuses de savane, comme les ponts, les gués, tous passages de l'homme et des animaux en travers d'un gîte riverain ou les fourrés gîtes de *G. pallidipes*.

Les éclaircissements sélectifs, par exemple l'élimination du sous-bois ou de la lisière d'une galerie forestière qui modifie les caractéristiques écidoclimatiques du gîte, bien que peu nocifs pour le milieu, ont été moins utilisés car ils sont plus complexes à réaliser (mécanisation impossible) et surtout plus onéreux en main d'œuvre pour assurer l'entretien.

+ *La prophylaxie agronomique.*

Ce n'est qu'une variante du défrichement dont l'originalité réside en deux points :

➤ faire intervenir la population concernée (fig. 116) pour détruire la végétation dans les zones à risque (ponts, gués, proximité des villages) et supprimer le contact homme/glossine ;

➤ implanter des cultures (riz, céréales, canne à sucre,) en lieu et place de la végétation naturelle pour éviter toute réimplantation de la glossine donc éviter le problème de l'entretien.



Figure 116 : Ancien trypanosomés recrutés pour le débroussaillage des gîtes à tsé-tsé.

Cette pratique couramment utilisée du temps de la colonisation dans toute l'Afrique occidentale française a permis d'obtenir, en association avec les prospections médicales et la chimioprophylaxie, une réduction importante de la prévalence; cependant, elle non plus, ne présente pas que des avantages. En premier lieu elle nécessite une population humaine suffisamment importante et motivée pour réaliser un travail difficile, apparemment sans rapport; elle est inutilisable en zone forestière où, au lieu de réduire les contacts épidémiologiquement dangereux, elle les augmente en élargissant les lignes de vol, en dégagant les terrains de chasse (rizières) et surtout en exacerbant l'effet lisière (voir chap. VI-1).

VIII-4-2- La capture

+ Captures à la main

La capture manuelle, à l'aide de filets ou de panneaux enduits de glu, méthode longue et onéreuse, a été très rarement utilisée autrefois en raison de son inefficacité dans les régions non isolées.

+ Les pièges

Utilisés très tôt pour la surveillance des densités des populations, les pièges ont servi ensuite pour la lutte avec des résultats variables; mais tous ces essais ont permis de mettre au point des modèles de plus en plus performants par une meilleure compréhension du comportement de l'insecte.

Le premier modèle, conçu pour *G. pallidipes*, (Harris, 1930, 1938 ; voir fig. 51) a eu un succès retentissant au Zululand : en 1931, 487 pièges Harris capturaient 7 millions de glossines, mais en 1937, 8.928 pièges n'en capturaient plus que 57.000 ! Vinrent ensuite toute la série de pièges énumérée plus haut (chap. V-1) dont bien peu servirent à la lutte avant que cette technique ne soit abandonnée après la seconde guerre mondiale.

+ Les écrans

Les écrans n'ont pas connu, pour la lutte proprement dite, le même essor que les pièges en raison de leur conception même, qui obligeait à mobiliser du personnel en grand nombre ; dans la quasi-totalité des cas, l'écran devait "capturer" et non simplement forcer la glossine à se poser pour prendre une dose de produit toxique. Maldonado (1910) (voir fig. 50), dans l'île du Prince, fit porter par des manœuvres des dossards noirs enduits de glu ; Swynnerton (1936) utilisa un système électrifié monté sur véhicule ; les écrans ont servi à attirer les tsé-tsé capturées ensuite par des hommes (Jack, 1941) ; etc.

Rupp (1952) fut le premier à concevoir un écran au sens moderne du terme c'est à dire un leurre attractif visuellement, imprégné d'un insecticide : malheureusement le produit utilisé, le DDT, qui faisait alors son apparition sur le marché civil, n'était pas suffisamment efficace à faible dose pour des contacts brefs. Ce n'est qu'à partir de 1978 (Challier & Gouteux, 1978) que seront reprises les idées de Rupp pour lutter contre les glossines dans les régions où toute autre méthode se révélait impossible ou trop onéreuse.

Le piégeage-lutte sera développé dans le chapitre VIII-7.

VIII-4-3- Les ennemis naturels

La lutte par les ennemis naturels de la puppe de glossine a paru suffisamment séduisante pour justifier quelques essais au Malawi, au Nigeria et en Tanzanie (in Simmonds *et al.*, 1977). Le lâcher de plusieurs millions de *Nesolynx sp.* (ex *Syntomosphyrum sp.*) n'a pas permis d'obtenir un taux de parasitisme dans la nature supérieur à 10 % et par conséquent n'a pas abouti à une réduction notable des populations de glossines.

VIII-4-4- Les méthodes génétiques

Le taux de reproduction très faible des glossines en fait théoriquement des cibles faciles pour toute technique visant à modifier le patrimoine génétique. Il faut cependant reconnaître que toutes ces méthodes, mis à part celle du mâle stérile, n'ont jamais eu d'applications pratiques.

+ L'incompatibilité génétique

Il a été montré que des lâchers de *G. m. morsitans* mâles pourraient être efficaces contre *G. m. centralis* et *G. m. submorsitans* : les croisements donnent des individus stériles (Curtis, 1972). De même *G. morsitans* relâchée dans l'habitat de

G. swynnertoni pourrait entraîner une réduction considérable des densités de cette dernière espèce (Vanderplank, 1947).

+ Lâchers d'individus transloqués

De jeunes mâles de *G. austeni* soumis à des radiations ionisantes sub-stérilisantes, croisés avec des femelles, donnent une descendance mutante partiellement stérile qui, relâchée dans la nature, pourrait conduire à l'extinction d'une population sauvage (*in* Jordan, 1986).

+ La méthode du mâle stérile

Elle consiste à introduire dans une population sauvage des individus de la même espèce, stérilisés physiquement ou chimiquement, pour compromettre la descendance et, à la longue, aboutir à la disparition de cette population. Cette technique repose sur le fait que les femelles ne s'accouplent généralement qu'une fois et conservent toute leur vie le sperme du mâle, fécond ou non, dans leurs spermathèques. Cependant elle pose, comme les méthodes précédentes, une première série de problèmes : l'élevage de masse de l'espèce, le choix de la méthode stérilisante, la compétitivité des mâles de laboratoire, la taille des effectifs à lâcher.

Si l'on se base sur l'expérience du Centre de Recherches sur les Trypanosomoses animales (CIRDES, ex CRTA de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso), l'élevage de masse des glossines (*G. palpalis gambiensis*, *G. tachinoides*, *G. m. submorsitans*) est délicat mais possible, demandant toutefois un appui logistique très important ne permettant pas de créer partout des centres identiques.

La stérilisation peut être réalisée selon deux voies :

➤ radiostérilisation : les rayons gamma fournis par du cobalt 60 sont les plus efficaces ; l'irradiation des mâles ténéaux avec des doses de 8 000 à 16 000 rads donne des individus stériles à 95 % avec de très bonnes chances de survie tandis que l'irradiation des pupes provoque une forte mortalité à l'éclosion sans toutefois réduire la longévité ou la compétitivité.

➤ chimiostérilisation : les stades adultes et préimaginaux peuvent être traités, soit par ingestion soit par contact, par diverses substances chimiques, des alkoylants, comme le Tepa, le Metepa ou l'Apholate, ou des antihormones, des phéromones et même des antibiotiques.

Les méthodes génétiques présentent d'autres limites que celles évoquées plus haut :

➤ il est indispensable d'utiliser une méthode complémentaire pour abaisser la densité des populations à un niveau très bas pour permettre aux individus relâchés d'être compétitifs ;

➤ il faut relâcher constamment, pendant des durées assez longues, d'importantes cohortes pour parvenir à l'extinction d'une population ;

➤ il est primordial de maintenir des barrières (physiques, chimiques, pièges...) pour prévenir toute réinvasion.

Il est évident que toutes ces méthodes présentent un risque majeur si l'espèce relâchée à une capacité vectorielle au moins égale à celle de l'espèce visée. On ne mentionnera que pour mémoire l'augmentation de la nuisance, pour les populations humaines, causée par des milliers d'insectes hématophages qui, tôt ou tard, auront besoin de se nourrir.

Bien que l'on constate une décroissance de la stérilité chez les individus traités, la chimios térilisation pourrait être une solution pour l'avenir. Elle ne pourrait remplacer totalement les systèmes utilisant des produits toxiques pour l'insecte mais potentialiserait leurs effets en fin de campagne, c'est à dire permettrait d'atteindre les populations résiduelles : mais ceci uniquement dans la lutte contre les vecteurs de trypanosomoses animales.

VIII-4-5- Les régulateurs de croissance

Jordan & Trewern (1978), Jordan *et al.* (1979) ont testé avec succès, sur *Glossina morsitans morsitans*, l'efficacité du diflubenzuron qui, en tant que régulateur de croissance, intervient sur la synthèse de la chitine : la longévité des femelles traitées n'est pas affectée mais les pupes produites ne sont pas viables. Denlinger (1975) et Meidell (1982) ont montré que des applications topiques d'un analogue d'hormone juvénile (I-75) pouvaient multiplier par 5 le nombre d'avortements. L'effet des benzyl-1,3-benzodioxoles (considérés à tort comme anti-hormones juvéniles), démontré chez certains diptères, a été confirmé par Langley *et al.* (1982) sur la fertilité des glossines femelles. Le pyriproxifen® (S-31183, Sumitomo), autre analogue d'hormone juvénile, a montré une efficacité intéressante (Langley *et al.*, 1988, 1990) : production de pupes anormales, transfert de produit par le mâle lors de la copulation, faible toxicité pour les mammifères. Ce produit utilisé avec des écrans de Vale *et al.* (1985), au Zimbabwe, a eu un effet significatif sur les populations de *G. m. morsitans* et *G. pallidipes* : taux d'émergence réduit de 34 et 20 % par rapport au témoin ; développement arrêté chez 50 et 70 % des pupes récoltées (Hargrove & Langley, 1990, 1993). Expérimentée sur une zone plus vaste la technique aurait pu entraîner une réduction plus importante de la densité des populations imaginales.

Un essai de lutte contre *Glossina palpalis palpalis*, mené dans la zone forestière de Côte d'Ivoire en utilisant des pièges Vavoua et des supports imprégnés de pyriproxifen à la dose de 2 mg/cm², sans réimprégnation ultérieure, a confirmé son efficacité : densité apparente réduite de 87 % après 2 mois et maintenue à un faible niveau durant 150 jours ; pourcentage de femelles nullipares nul entre les 40ème et 120ème jours. Mais si ce produit peut être recommandé dans le cadre de la lutte contre les glossines vectrices de trypanosomes animaux, son action trop lente ne permet pas de l'utiliser pour la lutte contre la trypanosomiase humaine qui exige une réduction drastique et immédiate des populations de vecteurs (Laveissière & Sané, 1994).

VIII-4-6- Virus, Champignons et Bactéries

Les méthodes suivantes relèvent encore de la recherche et n'ont jamais été appliquées sur le terrain.

Certains micro-organismes voisins des virus (virus-like organisms), dont l'identité est méconnue et le nombre certainement sous évalué, provoquent une hypertrophie des glandes salivaires de la tsé-tsé : au Kenya, plus de 15 % des *G. pallidipes* présentent ce symptôme (Odindo, 1982). Il a été démontré que ces virus, présents aussi au niveau des gonades, stérilisent 100 % des mâles mais pas les femelles (Odindo, 1988 ; Jura *et al.*, 1989) et que la transmission se fait par voie transovarienne ou par ingestion (Odindo *et al.*, 1981 ; Jura *et al.*, 1989).

La mise en contact de *G. m. morsitans* avec des spores de champignons *Beauveria bassiana* et *Metarhizium anisopliae* provoque 98 à 100 % de mortalité chez les glossines (Kaaya *et al.*, 1991). La transmission de ces champignons peut aussi se faire soit par contact entre individus sains et contaminés, notamment lors de l'accouplement, avec de bons résultats (jusqu'à 75 % de mortalité), soit de la femelle à la larve (jusqu'à 90 % de mortalité avec *B. bassiana*) (Kaaya & Okech, 1990).

Des bactéries entomopathogènes induisent par contact une mortalité variable selon leur type et la concentration. *Bacillus thuringiensis* (sérotype 1) induit seulement 33 % de mortalité au bout de 8 jours chez *G. m. morsitans* avec des contacts répétés, tandis que *Pseudomonas aeruginosa* ou *Serratia marcescens* entraînent 70 % de mortalité. Les résultats sont meilleurs lorsque les bactéries sont ingérées au cours d'un repas (Kaaya & Darji, 1989).

Bien que ces recherches apportent certains espoirs, aucune étude n'a encore été faite pour mettre au point une technique de diffusion de ces pathogènes.

VIII-4-7- Les produits médicamenteux

L'ivermectine, antiparasitaire puissant utilisé contre les nématodes gastro-intestinaux chez les animaux ou utilisé contre *Onchocerca volvulus* chez l'homme, a des effets variables sur les glossines selon le mode d'administration : 100 % de mortalité lorsque *G. m. morsitans* est nourrie sur membrane avec du sang de porc contenant de 0,1 à 1,6 mg/ml d'ivermectine (Langley & Roé, 1984) ; aucun effet létal mais une forte réduction de la fécondité des femelles qui produisent moins de larves ou des larves plus petites lorsque *G. p. palpalis* est nourrie sur cobayes ayant reçu 0,5 mg/kg d'ivermectine (Van Den Abbeele *et al.*, 1988).

Les trypanocides injectés chez les hôtes de la glossine n'ont par contre aucun effet, ni sur la longévité ni sur la reproduction (Van Den Abbeele *et al.*, 1988).

Les antibiotiques, comme les tétracyclines, injectés aux hôtes des glossines provoquent, au laboratoire, une forte mortalité des imago par suppression de leurs symbiontes (*G. m. morsitans*; Schlein, 1977) ou bien une réduction de leur fécondité (*G. tachinoides* et *G. p. palpalis*; Ahmed & Onyiah, 1994).

Ces expérimentations de laboratoire n'ont encore jamais trouvé de confirmation lors d'un essai sur le terrain et il y a peu d'espoir d'en voir un. Le régime alimentaire de la glossine est très diversifié et les hôtes sauvages étant les plus sollicités, il n'est pas envisageable de leur administrer des produits médicamenteux pour lutter contre la tsé-tsé.

VIII-5- La lutte chimique

Les insecticides ne furent utilisés contre les tsé-tsé qu'à partir de 1945, après l'apparition sur le marché du DDT. Les résultats spectaculaires obtenus au Nigeria (Glover, 1961) ont alors laissé penser que le problème glossinien pourrait être rapidement résolu et de nombreux travaux ont été entrepris pour perfectionner les techniques et les produits.

Les modalités de la lutte contre les glossines par voie chimique sont plus complexes que l'on peut le penser car elle doit tenir compte de très nombreux facteurs conditionnant les chances de réussite : le climat, le relief, la nature de la végétation. Il faut en outre, sachant que l'on épand des produits relativement toxiques, prendre toutes les précautions pour éviter certains désastres écologiques et choisir les produits moins en fonction de leur efficacité que de leur innocuité pour l'environnement. Enfin il ne faut pas oublier que le choix de la méthode d'épandage, du matériel et des produits est conditionné non seulement par des facteurs économiques mais aussi par la disponibilité de l'appareillage dans les pays où s'impose une intervention contre la maladie du sommeil.

VIII-5-1- Les insecticides

Parmi les familles d'insecticides, seules deux ont été retenues pour leurs qualités dans la lutte contre les glossines :

+ Les organochlorés

❖ D.D.T. (OMS 16) : ce composé particulièrement stable et peu onéreux possède une rémanence exceptionnelle pouvant atteindre une année sur des troncs d'arbres à l'abri de la lumière, cependant, non biodégradable, il s'accumule chez les invertébrés et les vertébrés tout au long de la chaîne alimentaire et ne peut plus être recommandé.

❖ Dieldrine (OMS 18) : ce produit a presque les mêmes caractéristiques que le DDT; son coût plus élevé est compensé, pour les régions à forte pluviosité, par une meilleure rémanence; hautement toxique pour les mammifères, la dieldrine, comme le DDT doit être employée avec précautions et de toutes les façons n'est plus utilisée.

❖ Endosulfan (OMS 570) : moins rémanent que les deux premiers insecticides, l'endosulfan est cependant plus efficace sur les glossines et plus soluble ce qui permet son utilisation à faibles doses avec des gouttelettes plus fines. Sa toxicité, même si elle est plus faible, n'est cependant pas à négliger.

+ Les pyréthriinoïdes de synthèse

Les pyréthriinoïdes de synthèse, apparus relativement récemment sur le marché, n'ont pas encore été utilisés aussi largement que les précédents. De nouvelles formulations et même de nouveaux composés sont sans cesse créés : perméthrine, cyperméthrine, alphacyperméthrine, cyfluthrine et surtout, le plus employé, la deltaméthrine.

❖ Deltaméthrine (OMS 1998) : l'un des insecticides les plus toxiques, même à très faible dose, pour les tsé-tsé. Moins rémanent, car photodégradable, et plus cher que les organochlorés, il possède néanmoins des qualités indiscutables : biodégradabilité, très faible toxicité pour les mammifères, faible volatilité. L'un des désagréments les plus marquants des pyréthriinoïdes est leur effet irritant : liposolubles, ils traversent rapidement les parois cellulaires par contact, inhalation ou ingestion. Toutefois cet effet est de courte durée et ne représente pas un risque important (la sensation de brûlure peut être calmée par friction avec un demi citron).

Les pyréthriinoïdes possèdent la particularité de provoquer un effet knock-down sur les insectes : une glossine recevant ou prenant une dose sub-léthale d'insecticide tombe et reste plus ou moins immobilisée pendant plusieurs heures. Des femelles de *G. m. morsitans* recevant 15 % d'une dose létale ne retrouvent leur capacité à voler qu'au bout de 30 heures (Quinlan & Gatehouse, 1981). Mais 85 % des tsé-tsé tombées à terre sont dévorées par les prédateurs (fourmis) au bout de 6 heures et 100 % au bout de 12 heures (Laveissière *et al.*, 1985a). L'effet knockdown ne réduit donc pas l'efficacité des pyréthriinoïdes car contrairement à ce que l'on observe avec les autres insecticides, les faibles doses entraînent indirectement la mort de l'insecte.

La deltaméthrine trouve de nombreuses applications en agriculture, dans l'élevage et en santé humaine du fait de sa faible toxicité pour les mammifères. Elliot (1989) a comparé les doses létales 50 (en milligrammes par kilogramme) de différents composés :

	Glossines	Mammifères
Parathion	1	5
DDT	30	120
Dieldrine	10	50
Deltaméthrine	0,008	100

Ces quelques chiffres prouvent que la deltaméthrine peut, sans danger, être utilisée sur le bétail, ou bien être manipulée par un non-spécialiste.

VIII-5-2- Les formulations

Chacun des produits énumérés ci-dessus peut être utilisé sous diverses formulations selon la technique d'épandage et les caractéristiques climatiques des zones à traiter. Nous n'énumérons ci-dessous que les formulations les plus couramment utilisées.

❖ Poudre mouillable : poudre très fine comprenant la matière active (de 50 à 75 %), de l'argile ou de la silice pulvérisée, et un dispersant pour homogénéiser la suspension après dilution dans de l'eau. Formulation peu onéreuse, relativement stable, à utiliser en saison sèche compte tenu de sa vulnérabilité durant les pluies.

❖ Concentré émulsifiable : la matière active (entre 10 et 50 %) est dissoute dans un solvant organique avec un émulsifiant donnant un mélange stable avec l'eau. Plus cher que la poudre mouillable, mais d'un emploi plus aisé, le concentré émulsifiable est recommandé pour les traitements en régions humides ou durant la saison des pluies. Le solvant est à l'origine de plusieurs désagréments : odeur forte, irritabilité, absorption par les surfaces poreuses.

❖ Solutions pour U.L.V. (Ultra Low Volume) : ces solutions dispensent de dilution dans l'eau ce qui représente un avantage (inaccessibilité des points d'eau, transport...) mais exigent l'utilisation d'un matériel approprié. La matière active (plus de 35 %) est dissoute dans un solvant spécial, peu volatile, qui favorisera le passage de l'insecticide à travers la cuticule de l'insecte. Le produit est pulvérisé sous forme de très fines gouttelettes (20-40 microns) formant un aérosol dans lequel seront prises les glossines.

❖ Flowable (ou concentré en suspension) : ce sont des suspensions stables de particules cristallines de matière active d'un diamètre d'environ 5 microns dans un liquide pouvant contenir des agents empêchant l'agglutination de ces particules. Sous forme cristalline et en l'absence de solvant, la matière active est moins agressive pour les mammifères et l'homme. Cette formulation peut donc être recommandée pour le piégeage, le dipping ou le "pour-on" des animaux, cependant elle est nettement plus chère qu'un concentré émulsifiable.

❖ Suspensions micro-encapsulées : la matière active est emprisonnée dans de microscopiques capsules de matière plastique en suspension dans de l'eau. Les capsules assurent une vie prolongée du produit (en le protégeant du rayonnement solaire) et un dégagement lent de l'insecticide. Ce type de formulation n'a pas été essayé à grande échelle dans la lutte contre la tsé-tsé, le coût étant son principal désavantage.

Ces formulations peuvent être associées à certains additifs spécifiques :

➤ des absorbants d'ultraviolets pour tenter de réduire la dégradation de la matière active (surtout les pyréthrinoïdes) par la lumière solaire ;

- > des huiles minérales ou végétales pour réduire la perte de matière active par lessivage ;
- > des dispersants pour augmenter la surface couverte par un volume donné de produit ;
- > des anti-irritants ou des vitamines pour rendre supportables aux animaux les opérations de dipping ou de "pour-on" avec les pyréthrinoïdes.

VIII-5-3- Nature du traitement

❖ Pulvérisation rémanente : le dépôt d'insecticide (et la nature du produit) doit être tel que son efficacité persiste 1^o) au moins le temps que mettront à se développer à l'intérieur du puparium les larves déposées juste avant la pulvérisation (jusqu'à 2 mois), 2^o) suffisamment longtemps pour freiner la réinvasion et réduire le nombre de traitements.

Les insectes sont visés au niveau de leurs lieux de repos, diurne ou nocturne. L'insecticide est déposé sous forme de grosses gouttelettes sur tout ou partie de la végétation. Ce genre de traitement est utilisé pour créer des barrières chimiques destinées à isoler une région.

❖ Pulvérisation non rémanente : l'insecticide utilisé dans ce cas à petite dose est nébulisé pour tuer les adultes présents dans le gîte traité sans que l'on puisse espérer un effet rémanent supérieur à quelques jours, voire quelques heures. Plus économique en insecticide et en main d'œuvre, moins polluant qu'une pulvérisation rémanente, ce mode de traitement exige un matériel spécialisé et plusieurs passages successifs espacés de 2 à 3 semaines pour atteindre les jeunes imagos issus de leur puparium entre deux traitements avant qu'ils n'aient pu mûrir une éventuelle infection trypanosomienne.

❖ Pulvérisation totale : tout le gîte est soumis à une pulvérisation (aérosol ou pulvérisation rémanente par aéronéf). Ce mode de pulvérisation, employé pour créer des barrières, peut présenter de graves dangers pour le milieu en cas d'emploi de fortes doses d'insecticide ou d'un insecticide très toxique pour la faune non cible.

❖ Pulvérisation partielle : dans ce cas seule une partie de la végétation est traitée (pulvérisation rémanente au sol). La pulvérisation est dite discriminative lorsqu'une bande restreinte du gîte est traitée : dans ce cas on traite la zone où la quasi-totalité de la population glossinienne se repose (voir chap. VI-10) soit environ le quart de la largeur d'une galerie forestière en saison sèche chaude entre 0 et 2 m. La pulvérisation peut être sélective : seule une catégorie de plantes est traitée, parfois même seulement certaines parties (troncs d'arbres lisses d'un diamètre supérieur à 10 cm entre 0 et 3 m du sol).

VIII-5-4-Techniques d'épandage

Selon l'objectif visé et la nature de la zone à traiter, la technique d'épandage de l'insecticide est différente.

❖ Pulvérisation rémanente au sol : l'insecticide, quel qu'il, soit est épan-
du à l'aide d'appareils portés à dos d'homme : pulvérisateurs à pression préca-
lable (fig. 117) ou à moteur (fig 118) ou, dans certaines savanes, à l'aide de
pulvérisateurs plus puissants montés sur camions (fig 119). Cette technique per-
met de pratiquer des pulvérisations discriminatives ou sélectives en réduisant le
risque de pollution cependant elle nécessite une main d'œuvre nombreuse et un
appui logistique très lourd. On considère que pour un appareil il faut disposer
de trois hommes : un porteur, un débroussaillier, un approvisionneur sans comp-
ter les chefs d'équipe et les chauffeurs. Le travail est généralement long mais au
Nigeria des milliers de kilomètres carrés ont pu ainsi être libérés pour l'élevage.
Les consommations en matière active par hectare sont estimées à : 150-600 g
de DDT, 150-450 de dieldrine et 12 à 60 g de deltaméthrine (essais d'épanda-
ge, Sékétéli *et al*, 1985).

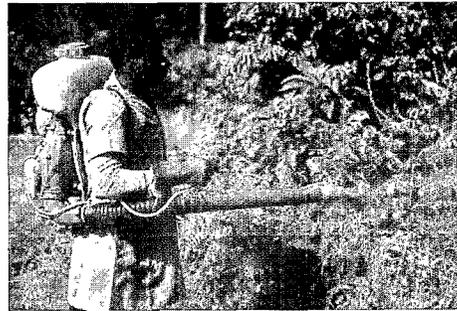


Figure 118 : Pulvérisation avec appa-
reil à moteur.

Figure 117 : Pulvérisation avec pulvérisateur
à pression préalable.

❖ Pulvérisation rémanente aérienne (fig. 120) : l'insecticide (surtout
dielldrine et endosulfan) est épan-
du par des pulvérisateurs spéciaux montés sur
avion ou hélicoptère volant entre 1 et 3m de la canopée. La pulvérisation est tota-
le avec de grands risques pour la faune non cible, particulièrement la faune
aquatique. Le coût d'une telle opération n'est pas forcément plus élevé que celui
des pulvérisations au sol et le travail est très rapide. Mais ce genre de pulvéri-
sations exige un matériel adapté et du personnel qualifié. Les opérations sont
aussi tributaires des conditions climatiques : les inversions thermiques, en empê-
chant le dépôt de l'insecticide, limitent le traitement à quelques heures par jour,
le matin et le soir.

Les consommations d'insecticides, en matière active par hectare, sont évaluées à : 800-1000 g de dieldrine, 1000 g d'endosulfan et 12,5 à 30 g de deltaméthrine.

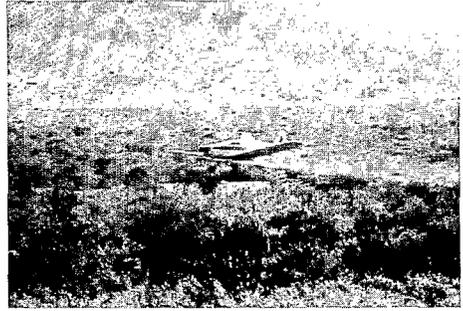
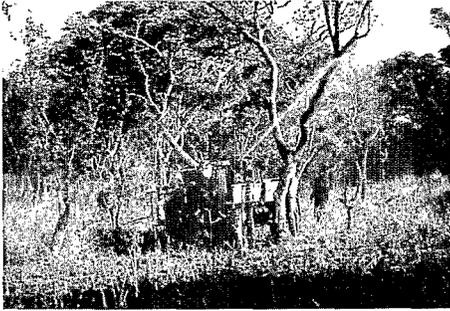


Figure 119 : Pulvérisation mécanisée.

Figure 120 : Pulvérisation par avion.

❖ Brumisation au sol : cet épandage non rémanent au sol est réalisé avec des appareils type Swingfog (fig. 121) ou TIFA (Todd Insecticide Fog Applicateur) produisant un brouillard à partir de l'insecticide en solution huileuse et d'un courant d'air chaud. Ce mode de traitement, malgré quelques succès, ne s'est pas généralisé du fait des complications dues aux conditions atmosphériques et aux risques d'inhalation d'un brouillard hautement toxique.



Figure 121 : Swingfog.

❖ Ultra Low Volume (U.L.V.) : l'insecticide (surtout l'endosulfan) est nébulisé par un atomiseur (type Micronair), monté sur avion ou hélicoptère volant entre 10 et 15 m au-dessus de la canopée et perpendiculairement au vent dominant. Les gouttelettes émises (20 à 40 microns) forment un brouillard qui, sous l'effet de la vitesse de l'aéronef, et plus particulièrement sous celui des pales de l'hélicoptère, englobe toute la végétation (fig. 122). Les avantages et les inconvénients de cette technique sont les mêmes que ceux des pulvérisations rémanentes aériennes, mais la consommation en insecticide est beaucoup moins

importante (bien qu'il faille plusieurs passages successifs) : entre 6 et 20 g de matière active d'endosulfan par hectare.

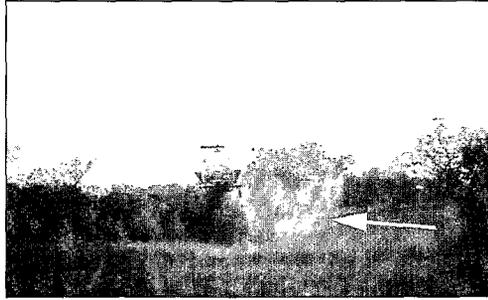


Figure 122 : Nébulisation par hélicoptère.

VIII-5-5- Risque de résistance

La glossine, contrairement à d'autres diptères comme les moustiques, a un faible taux de reproduction (1 larve tous les 10 jours), ce qui réduit considérablement les risques d'apparition d'une résistance aux insecticides. Toutefois certaines campagnes de lutte pouvant durer des années (contre les trypanosomose animales) et les doses de produits devant obligatoirement rester faibles pour la préservation de la faune non cible, ce risque n'est pas nul et oblige à être vigilant. Fort heureusement la panoplie des insecticides est suffisamment importante et il existe d'autres composés utilisables, seuls ou en association, comme les chimiostérilisants ou les régulateurs de croissance.

VIII-6- Le traitement du bétail

Depuis une dizaine d'années certaines techniques spécifiques au domaine vétérinaire, destinées surtout à la protection du bétail contre les tiques, ont été adaptées pour la lutte contre les trypanosomose animales.

La première méthode utilisée fut le bain dans une solution d'insecticide organochloré ou organophosphoré (Sutter, 1948 ; Whiteside, 1949), remplacé récemment par la deltaméthrine (Luguru *et al.*, 1993). Pour être efficace sur les tsé-tsé il faut un bain par animal toutes les 2 à 5 semaines selon la pression glosinaire du lieu d'élevage et une densité d'animaux de 2 à 10 têtes par kilomètre carré (Okello-Onen *et al.*, 1994).

Pour lutter contre les taons et les stomoxes on a utilisé des boucles auriculaires faites d'un matériau qui permet la diffusion lente d'un pyréthrianoïde (cyperméthrine, fenfluthrine) sur le corps de l'animal par l'intermédiaire des sécrétions cutanées (Miller *et al.*, 1983 ; Mayer & Denoulet, 1984 ; Dolan *et al.* 1988). Le résultat a été assez décevant sur les glossines.

Le "pour-on" est basé sur le même principe mais permet d'augmenter la dose utile d'insecticide. Le pyréthroïde (cyfluthrine, lambda-cyhalothrine, alpha-cyperméthrine, deltaméthrine) sous formulation spéciale est appliqué sur le dos ou les flancs de l'animal et diffuse rapidement vers toutes les parties du corps où pique la glossine (Bauer *et al.*, 1988, 1992; Leak *et al.*, 1995). Cette technique, très simple à utiliser pour un éleveur, dispense des "piscines" pour les bains mais la rémanence des produits doit encore être améliorée pour qu'elle puisse être largement diffusée.

Dans certains foyers de maladie du sommeil, surtout en Afrique de l'est où le bétail peut être réservoir de *T. b. rhodesiense*, le traitement des animaux renforce le dispositif de contrôle de l'endémie et de lutte antivectorielle.

VIII-7- Le piégeage : la solution

La lutte contre la tsé-tsé se heurte, on l'a vu, à maints problèmes : étendue des gîtes à traiter, absence de barrières naturelles obligeant à entretenir des barrières chimiques ou physiques, coût élevé de la main d'œuvre et des pesticides, absence de matériel adéquat (pulvérisations aériennes), risques de pollution. Le manque de crédits suffisants rend la lutte contre la maladie du sommeil, par les méthodes dites classiques, quasiment impossible. A cela s'ajoutent les problèmes posés par le milieu lui-même, le milieu forestier notamment qui, à l'heure actuelle, représente la zone de plus forte endémicité (Cameroun, Congo, Côte d'Ivoire, Ouganda, Zaïre...).

Pour pallier ces inconvénients, en 1978, l'OCCGE remettait à jour une technique oubliée depuis 1950 : le piégeage.

Du fait des résultats encourageants obtenus depuis dans diverses régions de l'Afrique, il est nécessaire que toutes les précautions soient prises pour éviter que ne retourne à l'oubli une méthode qui est, dans la plupart des foyers, l'unique solution.

Par la suite nous utiliserons le terme de S.A.T. (Système Attractif Toxique; Challier, 1984) pour désigner globalement le matériel de piégeage.

VIII-7-1- Principe du piégeage

Le piégeage doit être considéré comme un traitement hyper sélectif, d'application rapide sur une vaste étendue, sans risque de pollution.

+ Mode d'action

Son action doit, comme toute autre méthode, être aussi drastique que possible pour éliminer la population de vecteurs ou du moins la réduire à un niveau tel que la transmission soit arrêtée pendant que les équipes médicales dépistent les malades d'un foyer. Pour cela il est primordial d'atteindre très rapidement les mâles et toutes les vieilles femelles pares qui représentent un double danger : poursuite de la reproduction et risque de transmission. Il faut aussi que le piégeage atteigne sinon les femelles ténérales, au moins les nullipares avant que

celles-ci n'aient pu mûrir une infection trypanosomienne qu'elles auraient pu contracter en se nourrissant sur un malade. Il faut enfin que l'effet du piégeage, comme celui d'un traitement rémanent, soit suffisamment prolongé dans le temps 1°) pour toucher les adultes issus des pupariums déposés dans le sol avant l'installation du matériel, 2°) pour éliminer toutes glossines de réinvasion.

En conséquence le matériel de piégeage utilisé pour la lutte doit être celui qui, employé pour l'échantillonnage, donnerait un effectif absolument représentatif de la population.

Selon Challier (1984) il faut, pour éliminer en 10 jours l'ensemble de la population femelle, que le taux de réduction quotidien atteigne ou dépasse 60,2 % (ceci dans une zone idéale sans émigration ni immigration). Mais selon Weidhaas & Haile (1978) il suffirait d'un taux de capture journalier de 7 % pour obtenir 90 % de réduction par génération (*G. morsitans* avec un taux de reproduction de 2X par génération).

Il importe donc que le SAT soit particulièrement attractif, "efficace" et toxique.

+ Attractivité

Le SAT doit être suffisamment attractif pour attirer les glossines au moins d'une distance égale à leur capacité de perception. Sa taille doit donc être suffisante (mais compatible avec les impératifs économiques) et il doit être construit avec des matériaux dont l'attractivité pour les espèces visées a déjà été testée (ces essais peuvent être menés aisément grâce aux grilles électrifiées - Vale, 1974). Il faut éviter d'utiliser "en confiance" un SAT qui a fait ses preuves ailleurs sur des espèces différentes. Au Zimbabwe des SAT de couleur noire attirent un grand nombre de *G. morsitans* et de *G. pallidipes* plus que le bleu (dont les résultats sont variables) et surtout que le blanc (Green, 1986). En Côte d'Ivoire, certains bleus et le blanc manifestent, pour *G. palpalis*, une très grande attractivité proportionnelle à leur réflectivité pour les rayons ultraviolets ; en revanche, le noir n'est pas ou peu attractif (Green, 1987 ; Laveissière et al., 1987a).

L'attractivité doit être assurée suffisamment longtemps par emploi de matériaux physiquement durables et chimiquement stables. Dans le cas des tissus de couleurs, une percale 100 % coton bleu électrique, peu onéreuse, se révèle être mécaniquement peu résistante après une exposition de six mois au soleil, par contre sa teinture (colorant phtalogène) est très stable. Un tissu synthétique 100 % polyester, plus résistant aux intempéries et au rayonnement solaire, se décolore assez rapidement quand il est teint en bleu ; un tissu 100 % polyamide, très résistant après un long usage dans les conditions naturelles, garde remarquablement longtemps sa coloration noire mais perd vite sa coloration bleue (Laveissière et al., 1987b).

L'attractivité doit toujours être, dans la mesure du possible, renforcée par un appât olfactif, d'utilisation pratique, ayant une grande portée et une volatilité

suffisamment faible pour limiter les manipulations. En ce sens les résultats obtenus au Zimbabwe sur *G. morsitans* et *G. pallidipes* sont encourageants (Vale & Hall, 1985) (voir chapitre V-1).

+ Efficacité

Un SAT réellement attractif doit aussi inciter l'insecte à pénétrer ou à se poser. Seulement 7,5 % des *G. palpalis* attirées se posent sur le tissu d'un simple écran bleu ; l'adjonction de deux bandes latérales noires permet de porter ce pourcentage à 15 %. Avec ce même système 82 % des glossines venant directement sur l'écran se posent sur un tissu bleu à haute réflectivité dans les rayons ultraviolets alors qu'avec un tissu bleu ordinaire ce pourcentage atteint seulement 47 % (Laveissière *et al.*, 1987a).

A ce niveau se pose le problème du choix du SAT : vaut-il mieux utiliser un piège, volume à l'intérieur duquel doit pénétrer l'insecte pour être éliminé par le rayonnement solaire, un insecticide ou un autre système, ou bien est-il préférable de choisir un écran, simple surface de tissu sur lequel doit se poser l'insecte pour prendre une dose létale d'insecticide ? Cette question, dépendant, entre autres, de contraintes budgétaires et des conditions du milieu, sera débattue ultérieurement.

L'attractivité et l'efficacité devront toujours être optimisées par le choix judicieux de l'emplacement du SAT : les points de capture, bien dégagés et ensoleillés, sont toujours très favorables (bonne visibilité, forte réflectivité dans les U.V.). Il ne faut cependant pas oublier que le critère principal reste le risque encouru par l'homme dans les divers biotopes : un point d'eau où le risque de transmission est extrêmement élevé sera traité même s'il est très ombragé.

+ Toxicité

Si l'on choisit un SAT nécessitant obligatoirement l'emploi d'un pesticide, il est primordial d'utiliser un produit possédant les quatre qualités suivantes : toxicité à faible dose pour un temps de contact court ; bonne rémanence ; pas d'effet répulsif ; commodité d'emploi et faible toxicité pour le manipulateur. A l'heure actuelle seuls les pyréthrinoïdes de synthèse (deltaméthrine, alphacyperméthrine) répondent à ces exigences. Cependant, là encore, il convient de faire preuve de la plus extrême prudence en choisissant le tissu support du produit. Un tissu attractif et peu onéreux comme le coton 100 % retient mal la matière active des pyréthrinoïdes (rémanence inférieure à un mois) ; les fibres synthétiques réalisent de meilleures performances mais, si l'analyse chimique révèle la présence d'insecticide, la disponibilité de ce dernier pour l'insecte est variable, dépendant du tissage (effet de masquage) et de la nature chimique de la fibre (absorption) ; certains tissus (comme les voiles en polyamide) peuvent donner de bons résultats lorsqu'ils sont teints en noir et de très mauvais lorsqu'ils sont teints en bleu (fixation de la matière active sur les molécules de colorant et dégradabilité variable de ce colorant) (Laveissière *et al.*, 1987b).

+ Maniabilité

Si l'on doit utiliser un SAT attractif, efficace et toxique, ce dernier doit être maniable. Il ne faut toutefois pas sacrifier ses qualités fondamentales à la recherche, coûte que coûte, du prix de revient minimal. Un SAT trop compliqué, ou trop simple, risque de conduire à l'échec d'une campagne. Là encore rien ne doit être tenté sans expérience préalable dans la région à traiter.

VIII-7-2- Quel système utiliser ?

A l'heure actuelle deux types de SAT peuvent être utilisés dans la lutte contre les glossines :

> le piège : volume de forme isodiamétrique dans lequel l'insecte pénètre soit pour être tué (exposition au soleil, contact avec un insecticide, système de capture) soit pour y être pulvérisé par un chimiostérilisant. Les pièges, de par leur forme, sont visibles de tous côtés, interceptant l'insecte à l'intérieur d'un cercle dont le diamètre correspond à la perception maximale de ce dernier : ils agissent plutôt par détournement. A priori, il n'est point nécessaire d'utiliser un insecticide ou de réimprégner très fréquemment.

> l'écran : surface plane en tissu imprégné d'insecticide sur laquelle doit se poser la glossine. L'utilisation d'un pesticide est obligatoire et les réimprégnations sont plus ou moins fréquentes selon le produit et la nature des matériaux utilisés (ou disponibles). Leur rayon d'attraction est plus faible que celui des pièges, ils agissent surtout par interception. Leur efficacité est donc assez bonne quand ils sont placés sur les lignes de vol des tsé-tsé (sur les berges d'une rivière, le long de lisières forêt/plantations) ; elle est assez faible au cœur de gîtes étendus où la glossine se déplace de façon plus aléatoire (à l'intérieur des plantations). Les écrans ont des avantages par rapport aux pièges : construction très facile et prix de revient beaucoup plus faible que celui des pièges (rapport 1 à 3) ; très grande robustesse.

Le choix doit se faire en prenant en compte : l'étendue des gîtes à traiter et leur nature (linéaires ou non) ; la nature du traitement envisagé (lutte ou barrière) ; la possibilité d'effectuer les réimprégnations d'insecticide, donc l'accessibilité des sites traités ; les conditions du milieu ; et bien sûr, le budget disponible en fonction de la surface à assainir.

+ Dans les galeries forestières

Les galeries forestières sont des gîtes linéaires à l'intérieur desquels les glossines se déplacent plus ou moins (voir chap. VI-11), surtout le long des berges du cours d'eau, zone correspondant aux lieux de repos diurne les plus souvent fréquentés. Un SAT doit donc avant tout intercepter la tsé-tsé au cours de son vol : la part réservée à l'attraction proprement dite est réduite. L'écran devrait donc suffire mais, dans la plupart des cas, son utilisation n'est pas à recommander compte tenu de la nécessité de le réimprégner fréquemment et de l'obligation pour le service chargé de la lutte d'effectuer lui-même cette tâche.

Le piège, même s'il est plus onéreux que l'écran, est plus indiqué pour trois raisons : réimprégnations peu fréquentes voire inutiles ; attractivité et interception supérieures permettant d'augmenter l'intervalle entre deux pièges (voir chap. VIII-8-2) ; effet barrière plus important (voir chap. VIII-7-6).

Que l'on utilise un type de SAT ou l'autre il faut prévoir un retrait peu avant les premières crues de saison humide sous peine de perdre la totalité du matériel.

+ En cas de transmission périodestique

Dans les foyers où prime la transmission périodestique le choix peut se fixer indifféremment sur les pièges ou les écrans et doit dépendre seulement du coût : l'effet d'un SAT placé en lisière des villages relève surtout de l'interception ; les réimprégnations peuvent être effectuées par la population (voir chap. VIII-8-4) ; cette dernière pourrait même construire le matériel de lutte, notamment les écrans, plus faciles à fabriquer que les pièges.

+ En zone forestière

L'étendue et la multiplicité des gîtes à glossines et des zones de contact homme/vecteur, l'étendue des zones d'endronomie (voir chap. VII-3) rend obligatoire le traitement de tout le foyer : en secteur forestier chaque plantation, chaque bas-fonds, chaque village devraient être traités. Il n'existe aucun biotope où le risque est nul et la seule présence de tsé-tsé peut faire craindre une possibilité de transmission. Or la nature du milieu botanique est telle qu'un SAT, en l'absence d'appâts olfactifs, ne peut agir que par interception le long des lisières. Le choix entre pièges et écrans ne dépend alors que de la recherche d'un rapport coût/efficacité optimal lui-même dépendant de la stratégie qui sera adoptée.

Les pièges sont d'un prix de revient trop élevé pour être utilisés sur tout un "foyer" ; relativement fragiles ils exigent un entretien constant. Ils peuvent être néanmoins utilisés pour certaines galeries forestières (réimprégnations souvent impossibles) et les lisières des villages (à titre d'échantillonnage).

Les écrans peuvent se révéler tout aussi efficaces à plusieurs conditions :

- être judicieusement placés dans les zones à risque uniquement, pour en réduire le nombre ;
- être réimprégnés tous les 4 mois, ce qui peut être aisément réalisé par les communautés rurales (voir chap. VIII-8-4). Le fait d'impliquer les paysans dans la lutte oblige à utiliser un système robuste, ce qui exclut évidemment les pièges.

VIII-7-3- Quel matériel choisir ?

Il a été dit plus haut que tout emploi, sans essai préalable, d'un SAT efficace ailleurs sur certaines espèces, est à proscrire. De plus il est indispensable d'utiliser un SAT efficace sur toutes les espèces dangereuses vivant dans les gîtes sous peine de favoriser le développement d'une seule (Laveissière & Couret, 1983).

+ Types de pièges

Contre les glossines d'intérêt médical, les modèles de pièges utilisés dérivent du piège biconique (Challier & Laveissière, 1973) à cône inférieur bleu (Challier *et al.*, 1977 ; Laveissière *et al.*, 1979) (voir fig. 54). L'originalité de ce piège consistait en :

- > son attractivité dépendant à la fois de la nature des tissus (cône supérieur en tulle moustiquaire blanc et cône inférieur bleu à haute réflectivité dans les U.V.) et du contraste piège/végétation ;
- > sa conception offrant quatre ouvertures latérales (indépendantes grâce aux écrans noirs internes) permettant à l'insecte de pénétrer directement à l'intérieur puis de monter vers le cône supérieur où il est retenu prisonnier ;
- > sa maniabilité et son coût modeste par rapport à ceux des modèles précédents.

Au Congo, pour limiter le lessivage de l'insecticide par les pluies, Lancien (1981) (voir fig. 55) mit au point le premier type de piège monoconique : le cône supérieur en tulle moustiquaire est remplacé par un cône en PVC (fragile après exposition au soleil) destiné à protéger les parties imprégnées d'insecticide ; le système attractif se réduit à deux écrans noirs et quatre banderoles bleues, ces dernières devant inciter l'insecte à se poser (or les glossines, si elles sont attirées par la couleur bleue, manifestent un comportement d'évitement à son approche).

Ce piège a été remplacé par le modèle pyramidal (Gouteux & Lancien, 1986 ; Lancien & Gouteux, 1987) composé d'une pyramide de tulle moustiquaire blanc supportant deux écrans disposés en croix, l'un bleu, l'autre noir (voir fig. 56).

La rigidité de l'ensemble est assurée par quatre baguettes de plastique semi-rigide, amovibles (qui peuvent être remplacée par quatre baguettes de bois taillées sur place).

Les auteurs ont d'abord délaissé les imprégnations par insecticide pour utiliser un système de capture consistant en un sac ou une bouteille en plastique, percés de quelques ouvertures par lesquelles doivent passer les glossines pour plonger dans de l'eau formolée ou du pétrole.

L'imprégnation par un insecticide procurant de meilleurs résultats, le sac ou la bouteille plastique ont été remplacé par un sac en tulle moustiquaire, cousu au sommet de la pyramide, dans lequel tombent les glossines tuées par le produit ou le soleil (ceci permet selon les auteurs de mieux sensibiliser les populations sur les effets du piège).

En Côte d'Ivoire, le piège "Vavoua" (fig. 57) a été conçu en tenant compte des études du comportement des glossines et des résultats obtenus sur les écrans (Laveissière & Grébaut, 1990) : le cône en tulle fixé sur un cercle en fil de fer galvanisé surmonte trois écrans (larges de 50 cm) cousus à 120° ; la partie externe de chaque écran est bleue, le centre noir avec un rapport des surfaces

bleues et noires voisin de 2. Ce modèle, comme les autres, peut être utilisé avec ou sans insecticide, son principal avantage est son coût réduit.

Le beta trap de Vale (1981) et le N'Gu trap de Brightwell *et al.* (1987) ont déjà été décrits dans le chapitre V-1 (voir fig. 58 et 59)

+ Types d'écrans

Le premier écran utilisé à grande échelle contre les glossines riveraines et forestières, en Côte d'Ivoire, était un simple rectangle de tissu coton/polyester (120 x 90 cm) monté sur une potence en fer à béton (fig. 123) : le tissu était fendu pour, d'une part éviter le vol, et, d'autre part, limiter les effets du vent (Laveissière & Couret, 1981). Ce modèle a été employé au Burkina Faso (contre *G. morsitans submorsitans* et les glossines riveraines) fixé sur deux lattes en bois et suspendu aux branches des arbres à l'aide d'une ficelle (Mérot *et al.*, 1984).

Cet écran a été remplacé par l'écran "noir/bleu/noir" constitué d'une bande de coton/polyester (ou polyester 100 %) bleu électrique (98 à 100 x 50 cm) flanquée de deux bandes de voile polyamide noir (98 à 100 x 17,5 cm). Les glossines, attirées par la couleur bleue, ont tendance à l'éviter et se posent de part et d'autre sur les bandes noires qui sont imprégnées d'insecticide (delta-

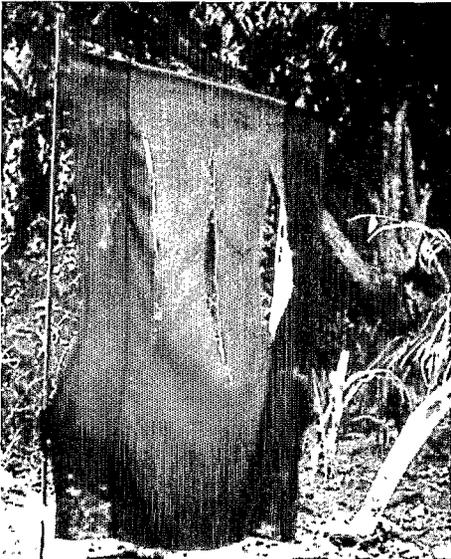


Figure 124 : Ecran monté sur piquets en bois

Figure 123 : Ecran monté sur potence

méthrine). Le système de la potence fut maintenu jusqu'en 1991, l'écran étant fixé par deux languettes (Laveissière *et al.*, 1987a) (fig. 123). En 1995 la potence est abandonnée pour être remplacée par un système plus rustique (fig. 124) : deux piquets de bois durs fichés dans le sol entre lesquels est tendu l'écran grâce à deux languettes cousues au sommet (Laveissière *et al.*, 1996). Cette modification se justifiait par le coût excessif du fer à béton (suite à la dévaluation du francs CFA en 1994), par l'utilisation abusive qu'en faisait certaines personnes

(portes bagages, plaques de béton armé, etc.), par l'encombrement et le manque de maniabilité.

Vale (*in* Cuisance, 1989) au Zimbabwe et Mérot & Filledier (1985) au Burkina Faso ont construit des écrans presque similaires destinés à la lutte contre les glossines d'intérêt vétérinaire.

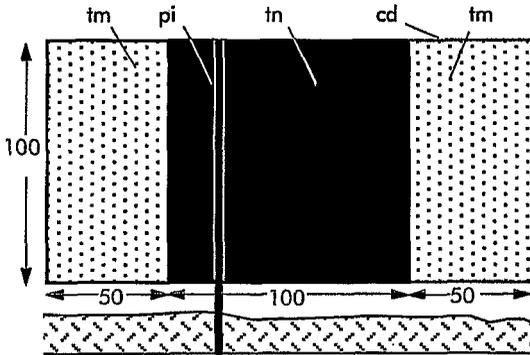


Figure 125 : Ecran de Vale.

cd = cadre métallique ; pi = piquet en fer ; tm = tulle moustiquaire ;
tn = tissu noir.

Dans les deux cas, l'écran est monté sur un cadre métallique pivotant sur un axe décalé par rapport au centre du cadre (fig. 125). Ce système permet à l'écran de s'orienter dans le sens du vent. La partie attractive est un carré de tissu entièrement noir (Zimbabwe) ou moitié bleu/moitié noir (Burkina Faso) ; ce carré est flanqué de deux autres carrés en tulle moustiquaire noir.

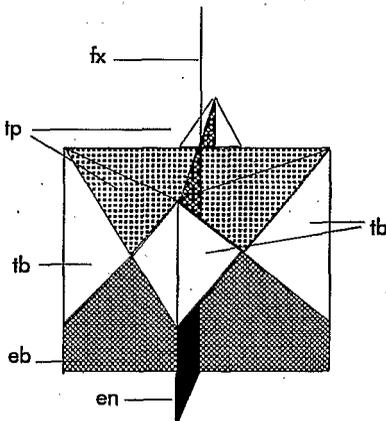


Figure 126 : L'écran piège de Gouteux et Noireau.

Gouteux & Noireau (1986) au Congo ont mis au point l'écran-piège, système qui, de par son volume, se rapproche plus du piège que de l'écran et reprend certaines caractéristiques du pyramidal (fig. 126). Cet "écran" est constitué de quatre panneaux, deux bleus (eb) et deux noirs (en), cousus en croix, et maintenus par des baguettes, recouvert par un toit en plastique (tp) transparent sur lequel sont cousus quatre panneaux de tulle moustiquaire blanc (tb). Le tout, une fois imprégné d'insecticide, est fixé au moyen d'une ficelle (fx) à une branche d'arbre.

+ Evaluation des coûts

En 1992, en Côte d'Ivoire, le prix de quelques-uns de ces SAT (construits avec des matériaux identiques selon les côtes des auteurs, sans tenir compte des axes métalliques pour les pièges) était :

- piège biconique :	2715 francs CFA
- piège pyramidal :	2.100 "
- piège "Vavoua" :	1.450 "
- écran "noir/bleu/noir" :	957 "

En 1995, toujours en Côte d'Ivoire, après dévaluation du Franc CFA, les prix hors taxes sont les suivants :

	tissus "classiques"	tissus synthétiques
Ecran simplifié	778	505
Piège "Vavoua" (sans piquet en fer)	2.337	1.623

Ces prix ne peuvent être obtenus que par un effort de rationalisation de la fabrication. Nous donnons à titre d'exemple le mode de fabrication du piège "Vavoua" (fig. 144). Les cotes des différentes parties constituant le piège ont été calculées moins à partir des essais sur le terrain que d'après les mensurations des coupons de tissu : un piège de taille supérieure capturerait plus mais son coût serait beaucoup plus élevé. Le même principe a été adopté pour l'écran "noir/bleu/noir".

Tous les tissus sont découpés par l'équipe qui va utiliser le piège ou bien par une équipe de tailleurs surveillés par cette équipe. Pour un piège ou pour un écran, chaque pièce a été dessinée sur du contre-plaqué de 8 mm : après avoir placé ces "patrons" sur le tissu il suffit, à l'aide de craies minces, de tracer les lignes de découpe puis de découper soit au ciseau à main soit au ciseau électrique. Les chutes sont minimales et peuvent servir à confectionner des cages de capture, les languettes des écrans, etc.

VIII-7-4- Quels matériaux choisir ?

Nous avons déjà précisé que tous les matériaux utilisés dans la construction des SAT doivent être mécaniquement résistants et choisis en fonction des insecticides utilisables. Okoth (1985), en Ouganda, a cependant proposé l'emploi de plantes locales pour réaliser le piège biconique : il n'est pas certain qu'en cas d'imprégnation le produit toxique se fixe correctement et reste actif suffisamment longtemps. Rien ne prouve non plus que des matériaux ligneux ou fibreux supportent longtemps les effets du climat.

➤ Tissu bleu ; après de nombreux essais sur l'attractivité et la rémanence, il était préconisé d'employer un tissu en coton et polyester mélangés.

(33/67 %) (environ 200 g/m²), teint en bleu électrique (colorant bleu phtalogène pour le coton et bleu plasto-soluble pour le polyester). Bien que ce tissu ne soit pas le meilleur support pour la deltaméthrine, sa coloration est très stable et sa résistance est grande. A l'heure actuelle plusieurs tissus entièrement synthétiques sont pratiquement équivalents à ce Tergal devenu trop onéreux.

> Tissu noir : le meilleur support pour l'insecticide est un voile 100 % polyamide (environ 44 g/m²) teint par un mélange, très stable, de noir et d'orange (sels de sodium d'acide sulfonique). La texture du tissu noir a peu d'importance pour les pièges ; on veillera à choisir un tissu en fonction de la résistance de son colorant au rayonnement solaire. Par contre pour les écrans, il faut choisir un tissu assez fin mais résistant mécaniquement. Le tulle moustiquaire noir offre la meilleure efficacité mais trop fragile il doit être remplacé par un voile le moins opaque possible.

> Tulle moustiquaire : un tulle moustiquaire 100 % polyamide (environ 30 g/m²), comme le précédent, supporte mieux une longue exposition au soleil que le tulle 100 % polyester et convient mieux pour la fabrication des pièges. Il est cependant nécessaire de changer souvent les cônes (au moins une fois par an, parfois deux) ce qui représente un perte même si les autres tissus sont récupérables. Lors d'une campagne de lutte menée en Côte d'Ivoire (Laveissière *et al.*, 1994a) les pièges "Vavoua", construits avec du tulle moustiquaire, ont été peu à peu remplacés par des pièges identiques mais construits avec un tissu polyamide blanc opaque, plus résistant, moins onéreux. La perte d'efficacité de ces pièges n'était pas gênante dans la mesure où les densités apparentes étaient déjà très fortement réduites.

VIII-7-5- Quel insecticide et quelle dose choisir ?

A l'heure actuelle la deltaméthrine (K-Othrine® de Roussel-Uclaf) et l'alphacyperméthrine (Fastac® de Shell), en concentré émulsifiable, donnent les meilleurs résultats. Les autres insecticides, comme les organophosphorés, n'agissent que pour des doses élevées et surtout exigent des temps de contact longs.

Les tests réalisés en Côte d'Ivoire ont montré que la rémanence des deux pyréthriinoïdes dépend :

- > de la nature du tissu (voir plus haut) ;
- > de la plus ou moins grande exposition au soleil (les pyréthriinoïdes sont photodégradable), à la pluie et au vent ;
- > de la dose d'imprégnation : la quantité de matière active résiduelle au bout d'un certain temps est d'autant plus grande que la dose d'imprégnation est plus forte : après trois mois d'exposition la matière active résiduelle de deltaméthrine est 64 fois plus élevée pour une dose initiale de 400 mg/m² que pour une dose de 100 mg/m².

Les doses conseillées sont de :

- > 200 mg/m² pour la deltaméthrine soit une rémanence efficace de trois mois sur coton/polyester et de presque six mois sur voile ou tulle moustiquaire polyamide ;
- > 380 mg/m² pour l'alphacyperméthrine avec une rémanence équivalente.

L'insecticide est indispensable pour les écrans, cependant, sachant que près de 75 % des glossines se posent sur les bandes noires de l'écran "noir/bleu/noir" on peut limiter l'imprégnation à ces parties du SAT, soit seulement 77 à 100 mg de matière active (MA) par écran. Lors d'une campagne de lutte menée en Côte d'Ivoire par des Agents de Santé Communautaire, la deltaméthrine (K-Othrine ®) a été utilisée sous forme de concentré émulsifiable à 25 grammes MA par litre et à raison de 90 mg MA (soit 3,6 cc de produit commercial) par écran (Laveissière *et al.*, 1996) avec des réimprégnations tous les 4 mois.

La dose utile pour un piège type "Vavoua" est comprise entre 400 et 500 mg MA par piège. Les réimprégnations se font tous les 6 mois.

Certains auteurs proposent l'abandon des insecticides et l'utilisation de pièges normaux avec système de capture permanent : cela réduit les manipulations et le coût tout en permettant une évaluation automatique ; l'effet du piégeage est en contrepartie ralenti car bon nombre de glossines, attirées par le piège, se posent à l'extérieur sans y pénétrer.

L'abandon des insecticides représente certainement une économie principalement en main d'œuvre mais ce bénéfice est perdu dans la mesure où les pièges doivent quand même être remplacés souvent du fait de la fragilité du tulle moustiquaire.

D'autres auteurs (Vale, 1981) ont essayé la stérilisation automatique, puis le lâcher, des glossines capturées par un piège : mâles et femelles pris dans un "beta-trap" sont soumis durant 0,5-1 seconde à une pulvérisation d'une solution à 5 % de metepa. Les modèles mathématiques de Langley & Weidhaas (1986) montrent que pour un taux de piégeage quotidien de 1 %, la réduction à 99 % d'une population serait atteinte au bout de 750 jours par piégeage/insecticide et seulement 400 jours avec le piégeage/stérilisation des mâles et des femelles.

Si, sur le plan théorique cette option est réaliste, sur le plan épidémiologique, et surtout pour la Trypanosomiase humaine, elle ne peut être retenue. L'objectif de la lutte par piégeage est dans les premiers jours de supprimer le maximum de vecteurs infectés pour stopper le cycle de la transmission : on ne peut donc, sans la tuer, simplement stériliser la glossine porteuse de trypanosomes sous peine de mettre en péril la vie de plusieurs personnes sur lesquelles elle se nourrit.

VIII-7-6- Avantages et inconvénients

Le piégeage ne doit pas être considéré systématiquement comme une méthode destinée à remplacer partout les épandages d'insecticide ; il peut être, selon les cas :

- une méthode complémentaire : barrières, réduction des densités avant lâcher de mâles stériles ;
- la solution de secours dans toute zone où la lutte s'avère difficile par une autre voie (pulvérisations aériennes en région accidentée) ou totalement impossible (domaine forestier).

+ Rapidité

Le piégeage est une technique de lutte rapide à mettre en place : il aura fallu moins de deux mois (à partir de la commande du matériel) pour construire 41 000 écrans "noir/bleu/noir" destinés à une campagne de grande envergure en Côte d'Ivoire. Il est ainsi possible, en cas d'alerte, d'intervenir dans les plus brefs délais.

Le piégeage est rapide à installer sur le terrain : en galerie forestière deux hommes montés sur un canot à moteur, ou une simple pirogue, peuvent traiter 15 kilomètres par jour ; en zone forestière, 21 jours auront suffi pour protéger près de 1 500 km² dans le foyer de Yavoua.

+ Efficacité

Les essais réalisés jusqu'à maintenant attestent de l'efficacité du piégeage.

❖ En zone de savane de Côte d'Ivoire les populations de *G. tachinoides* ont été réduites de plus de 99 % au bout de cinq mois de piégeage avec le piège biconique (Laveissière *et al.*, 1981a) ; Kupper *et al.* (1982) ont obtenu 100 % de réduction de *G. palpalis gambiensis* après 2 mois.

❖ Au Congo la densité 0 (*G. fuscipes quanzensis* et *G. p. palpalis*) a été atteinte au bout de 6 mois grâce aux pièges biconiques (Lancien *et al.*, 1981).

❖ Au Burkina Faso, Mérot *et al.* (1984) parviennent, avec des écrans bleus, à abaisser les densités de *G. tachinoides* et de *G. p. gambiensis* respectivement de 92,5 % et 88,1 % sur 580 km de galeries forestières (l'opération était destinée à préparer les gîtes pour un lâcher de mâles stériles) ; ces mêmes écrans maintenus en place durant six mois ont permis d'obtenir 98 % de réduction des densités de *G. tachinoides* en 15 jours seulement (Laveissière & Couret, 1981). En revanche, au Congo, ils n'ont pas donné de résultats satisfaisants (Eouzan *et al.*, 1981).

❖ En secteur forestier de Côte d'Ivoire, près de 16 000 écrans bleus plantés dans les plantations ont fait baisser la densité apparente de 90 % au bout d'une semaine, et de 98 % au bout de 5 mois (Laveissière *et al.*, 1986a).

+ Effet barrière

Le piégeage ne nécessite pas de créer des barrières physiques (déboisement) ou chimiques (pulvérisations rémanentes), les SAT eux-mêmes font office de barrière, à condition que la zone protégée soit suffisamment vaste et déborde largement l'aire d'endémicité. Politzar & Cuisance (1983) ont montré que 50 pièges biconiques (soit au moins cinq kilomètres de galerie forestière traités) empêchent les glossines riveraines d'atteindre la région assainie.

+ Coût

A l'heure actuelle la lutte contre les glossines sylvicoles est beaucoup plus rentable, et plus rapide, par avion que par pièges, à condition, évidemment, qu'elle soit possible : au Zimbabwe, Hursey (1985) estime qu'au Zimbabwe le coût d'un traitement aérien ne dépasse pas 254 US dollars/kilomètre carré.

Le coût du piégeage reste néanmoins très largement inférieur à celui de certaines techniques comme les pulvérisations au sol : lors des premiers essais réalisés en galerie forestière avec des pièges biconiques, le traitement d'un kilomètre revenait, en Côte d'Ivoire, à moins de 25.000 Francs CFA (9.200 Francs la seconde année en comptant 25 % de perte de matériel) (Laveissière *et al.*, 1981a). Ce prix de revient peut être aujourd'hui significativement réduit en utilisant des pièges type "Vavoua" construits avec des tissus synthétiques à raison d'un piège tous les 300 mètres à l'exemple de la lutte entreprise en 1983 contre les trypanosomoses animales dans le nord de la Côte d'Ivoire (Kupper & Douati, 1985).

Les écrans sont moins onéreux : le traitement d'un kilomètre de galerie revenait à 12.000 F CFA en Côte d'Ivoire en 1980 (4.500 F la seconde année; Laveissière et Couret, 1981) et à 15.500 F. CFA au Burkina (Cuisance *et al.*, 1987). Ces chiffres sont à comparer au coût des pulvérisations rémanentes au Tchad à peu près à la même époque : 206.000 Francs CFA par kilomètre (Tibayrenc & Gruvel, 1977).

En zone forestière l'utilisation d'écrans imprégnés a permis d'assurer en 1987 un traitement efficace pour 1.940 Francs CFA par hectare (environ 600 US \$/ km²) la première année et 300 Francs CFA les suivantes (moins de 100 US \$/ km²). Le prix de revient par planteur fut évalué à 12.700 Francs CFA.

En 1996, en rendant le traitement plus sélectif par traitement des biotopes à risque exclusivement (campements, points d'eau, bas-fonds), en utilisant un modèle d'écran simplifié et en responsabilisant des Agents de Santé Communautaire, le coût par planteur est ramené à moins de 2.000 Francs CFA.

L'amélioration du matériel et la perspective de trouver des appâts olfactifs efficaces devraient permettre de réduire encore ces coûts par diminution du nombre de SAT par unité de surface.

+ Innocuité

Le piégeage est un mode de traitement totalement inoffensif non seulement pour l'environnement (pour la faune non cible, aquatique principalement), mais aussi pour l'homme (aucune inhalation ou risque d'ingestion).

Le piégeage a cependant ses limites, comme toute autre méthode.

+ Inactivation momentanée du piégeage

L'inactivation des pièges ou des écrans est particulièrement sensible dans les galeries forestières au moment des premières crues : il convient en zone soudano-guinéenne de retirer le matériel dès le mois de juin quitte à observer, durant quelques semaines, une légère remontée des densités des populations de glossines. Cette réinvasion n'est pas redoutable si, dans un foyer de savane, les inspections médicales ont été faites soigneusement et si la réduction des densités, durant 6 à 7 mois, a dépassé les 98 %, ce qui est souvent le cas. En saison des pluies la dispersion des glossines riveraines est constante mais de faible amplitude (Cuisance *et al.*, 1985) ; après quatre mois de suspension du piégeage, la densité de fin de saison des pluies ne dépasse pas 2 % de la densité initiale et le repeuplement est d'autant plus lent que la zone traitée est plus vaste (Laveissière & Couret, 1983). La réinstallation des SAT dès la décrue permet de ramener les populations à un niveau encore plus bas.

En zone forestière la principale cause d'inactivation du piégeage est la repousse, dans les plantations, des plantes adventices qui réduisent la visibilité des SAT. Ce handicap peut être levé en utilisant le potentiel humain (voir chap. VIII-8-4).

Le problème se complique en savane où les graminées masquent les SAT durant les mois pluvieux et où les feux de brousse les détruisent en début de saison sèche. Un désherbage limité autour du SAT réduit les risques d'inactivation : le coût de l'opération est compensé par la réduction des pertes et par la possibilité qu'il y a d'utiliser, pour les glossines savaniques, des appâts olfactifs efficaces.

Enfin, comme nous l'avons mentionné plus haut, les pièges sont relativement fragiles et doivent, sinon être changés régulièrement, du moins constamment surveillés et réparés.

VIII-8- Mode d'emploi du piégeage

L'utilisation rationnelle du piégeage exige à la fois une bonne connaissance de la bio-écologie, de l'écodistribution et du comportement des espèces visées, des conditions du milieu, des éléments importants de l'épidémiologie et bien souvent de la mentalité des populations humaines à protéger. Le mode d'emploi d'un SAT inclut autant sa préparation, qui vient d'être évoquée plus haut, que son installation et son entretien.

VIII-8-1- Période d'installation des SAT

Il est recommandé d'appliquer le piégeage en fin de saison des pluies (après la décrue dans les galeries forestières) pour profiter :

- de la sécheresse relative favorable à une plus grande rémanence des insecticides ;
- de la présence dans certaines régions (forêt notamment) de la quasi-totalité de la population (voir chap VIII-8-4) ;
- du vieillissement progressif de la population imaginaire (réceptivité au piégeage maximale) et d'une mortalité assez élevée dans la population nymphale.

Il serait illusoire de croire qu'il est préférable d'installer les SAT en période sèche froide, au moment où les densités sont minimales : les premières pluies vont réduire la rémanence des insecticides et favoriseront la repousse des plantes pouvant masquer les SAT qui seront d'autant moins efficaces qu'ils devront agir sur de jeunes glossines (moins réceptives au piégeage que les vieilles) issues des pupariums enfouis et accumulés dans le sol pendant la saison froide (jusqu'à 35 % de ténérables en février-mars dans une population très réduite).

VIII-8-2- Mode d'installation

+ Le long des galeries forestières

Ces gîtes linéaires se prêtent facilement à l'application du piégeage. Les pièges sont préférables aux écrans si la réimprégnation et la surveillance ne peuvent être assurées régulièrement par la population (voir chap IX).

Les essais réalisés dans le nord de la Côte d'Ivoire montrent qu'il est possible d'installer un piège tous les 300 mètres sans réduire leur efficacité.

Les pièges doivent être installés :

- aussi près que possible de la berge ;
- dans les endroits les plus dégagés et les plus ensoleillés quitte à modifier localement l'intervalle entre deux pièges ;
- plus nombreux dans les endroits fréquentés en permanence par l'homme (points de baignade, de lavage, d'accostage des pirogues, ponts, gués, etc.) ;
- aussi loin que possible en dehors de la zone d'endémicité pour assurer une barrière efficace (minimum 5 kilomètres).

Ils peuvent être soit fixés au sol par leur axe métallique soit suspendus à des branches basses par une cordelette (bien qu'il y ait un risque d'enchevêtrement dans les branches sous l'effet du vent) ; le bas du piège biconique ou de l'écran doit se trouver à environ 10 cm du sol, tandis que les écrans inférieurs des autres pièges, pyramidal et "Vavoua", doivent être entre 40 et 50 cm du sol.

Leur retrait doit être assuré avant la montée des eaux (fin juin en Afrique de l'ouest)

+ En zone forestière

En milieu forestier, la stratégie de lutte par piégeage a évolué à partir du moment où l'on a pu hiérarchiser les zones à risques et surtout après des campagnes pilotes qui ont permis d'observer le comportement des populations humaines vis à vis du matériel.

Jusqu'en 1991 on tenait compte de l'effet lisière (voir chap. VI-1) : les glossines étaient interceptées au niveau des interfaces entre les divers faciès écologiques, les lisières, qui sont tout à la fois zones de densité élevées, lignes de vol, lieux de repos, lieux de reproduction. Étaient inclus dans ce terme de lisières :

- les lisières de villages ;
- les routes et sentiers séparant deux faciès dont l'un au moins est boisé ;
- les limites entre plantations et îlots forestiers, ou galeries forestières.

Le piégeage portait aussi sur toutes les zones fréquentées en permanence par l'homme : les points d'eau, les campements de culture, les aires de décaissage ou de séchage, où l'on constate une accumulation de glossines qui y trouvent des hôtes totalement disponibles.

Le traitement des galeries forestières, gîtes permanents et zones de contact étroit entre homme et vecteurs, était confié à une équipe de professionnels.

Les pièges et les écrans étaient disposés comme suit :

- en lisière plantation/forêt, le long des routes et sentiers (fig. 127), un écran tous les 100 mètres ;
- un écran ou deux dans chaque campement (fig. 128) et autour de chaque point d'eau (fig. 129) ;
- un écran sur chaque aire de travail à l'intérieur des plantations ;
- un piège tous les 300 mètres dans les galeries forestières ;
- un piège tous les 100 mètres en lisière de village.



Figure 127 : Ecran sur un chemin d'exploitation.



Figure 128 : Ecran au campement.

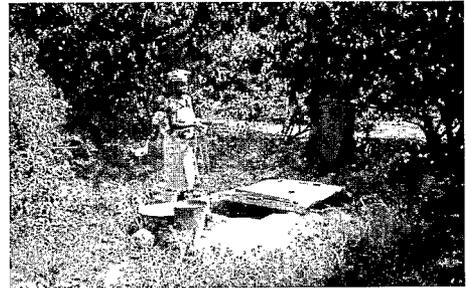


Figure 129 : Ecran au point d'eau.

Chaque fois le SAT devait être placé dans un endroit aussi dégagé et ensoleillé que possible.

Les savanes incluses (lieux de passage accidentels des glossines) et les îlots forestiers ou les jachères, toutes zones boisées, arbustives ou recrûs forestiers, à l'intérieur desquelles les SAT, peu visibles, sont inefficaces (et le risque de transmission nul), n'étaient pas traités : le traitement des gîtes principaux, amenant la disparition des glossines, entraîne aussi leur disparition dans ces gîtes secondaires.

Lors de l'expérience menée à Vavoua entre 1987 et 1991 (Laveissière *et al.*, 1994a), expérience durant laquelle le piégeage était confié aux communautés rurales nous avons constaté que :

- > les planteurs ne placent pas correctement les écrans en lisière de plantation mais que leur installation est parfaitement correcte au campement et au point d'eau ;
- > lorsque l'installation est faite le long des lisières, l'entretien ne se fait pas ;
- > les écrans, qui étaient relativement bien placés, le long des routes et sentiers furent rapidement volés ; les paysans ont donc enlevé le restant et les ont placés... dans leur maison ou leur magasin ;
- > le traitement des galeries forestières par une équipe de professionnels est longue, difficile donc très onéreuse.

Les études épidémiologiques ultérieures permirent aussi de montrer que :

- > toutes les lisières ne sont à pas risque, seule l'interface plantation/bas-fonds présente un risque réel ;
- > le traitement des gîtes de reproduction, sorte de "réservoirs" de glossines, entraîne, comme il a été dit plus haut, la disparition progressive des vecteurs dans les gîtes secondaires : le centre des plantations est ainsi indirectement assaini par traitement des bas-fonds et des campements.

En 1995-1996, une nouvelle campagne de lutte par piégeage a été menée à Sinfra en confiant, comme à Vavoua, le matériel aux paysans. Les écrans devaient être installés uniquement :

- au campement (même si le risque y est faible, c'est le lieu où les paysans sont "sensibles" aux piqûres de tsé-tsé, alors qu'ils les perçoivent moins durant les heures de travail ; ils comprendraient donc assez mal qu'on ne traite pas leur lieu de résidence) ;
- dans tous les points d'approvisionnement en eau (puits, sources, trous d'eau, marigots) ;
- le long des bas-fonds, plus exactement au niveau du champ de riz du planteur, en lisière de plantation ou de forêt.

Certains conseils restent toujours valables :

- Les écrans, après un nettoyage partiel de l'emplacement, sont disposés perpendiculairement à la lisière pour accroître leur visibilité, donc favoriser l'interception ;
- Aussi souvent que possible la végétation doit être coupée autour des écrans ;
- Il est déconseillé de choisir le système de suspension des écrans (et des pièges) car les lisières sont souvent peu fournies en arbres et les risques d'enchevêtrement dans les arbustes, sous l'effet du vent, sont importants ;
- Les lisières des villages sont traitées par pièges, ces pièges pouvant servir pour une évaluation permanente.

Il n'est pas possible de fixer une densité d'écrans à l'unité de surface comme on peut le faire pour les galeries forestières ; le nombre de SAT utilisés dépend de la configuration de la zone, de l'importance du réseau hydrographique et de la surface mise en culture, des cultures elles-mêmes, etc.

A titre indicatif, à Vavoua, selon le premier protocole, chaque planteur recevait en moyenne 10 écrans (avec des maxima à plus de 45). A Sinfra, avec un traitement beaucoup plus sélectif, la moyenne était de 2,2 écrans (maximum 5).

VIII-8-3- L'entretien du piégeage

+ Désherbage

Ce problème intéresse surtout la zone forestière où il est indispensable de dégager les abords des SAT pour améliorer leur visibilité, au moment de la pose et au moins deux fois par an : en juillet et novembre, périodes durant laquelle les planteurs débarrassent leurs plantations des plantes adventices (fig. 130).



Figure 130 : Désherbage autour de l'écran.

+ Remplacement du matériel

En savane on peut estimer que le pourcentage de matériel perdu au cours d'une année varie entre 12 et 20 %.

En forêt, les pertes seront moindres si la zone traitée est vaste : les vols de matériel sont d'autant plus réduits que plus de personnes auront utilisé les SAT (ils existent néanmoins et s'ajoutent à des actes de vandalisme). En forêt de Côte d'Ivoire dans certaines conditions de sécheresse exceptionnelle les pertes d'écrans sont principalement dues aux feux de plantations. On doit prévoir pour la deuxième année 10 à 15 % d'écrans pour le remplacement.

+ Réimprégnations

Dans les galeries forestières de savane, les pièges ne seront réimprégnés qu'avant leur réinstallation en fin de saison des pluies.

S'ils sont construits avec les tissus assurant la meilleure rémanence possible, les écrans utilisés en milieu forestier sont distribués en novembre déjà imprégnés et doivent être réimprégnés trois fois, au cours de l'année, de préférence en mars-avril (saison sèche et premières pluies), juillet (cœur de la saison humide) et novembre (début de saison sèche). En Côte d'Ivoire dans les régions de culture du caféier et du cacaoyer ces deux dernières périodes correspondent à une présence maximale de la population dans les plantations (désherbage et début des récoltes).

VIII-8-4- L'utilisation du potentiel humain

La lutte par piégeage ne pose pas trop de problèmes d'installation et d'entretien le long des galeries forestières de savane : une équipe spécialisée peut rapidement et facilement exécuter toutes les opérations.

Il n'en va pas de même en forêt où, comme partout, le facteur rapidité du traitement est capital et où l'ensemble du foyer doit être traité.

Partant du principe que tous les sites à risques doivent recevoir des SAT, que ces sites sont situés dans l'exploitation du paysan et qu'il est le seul à la

connaître, il est logique de lui confier le soin de réaliser lui-même le traitement au niveau de sa propriété.

Ce protocole utilisé au Congo (Gouteux *et al.*, 1987) et en Côte d'Ivoire (Laveissière *et al.*, 1985c, 1996) repose d'abord sur la sensibilisation - ou plutôt l'information - de la population.

+ Sensibilisation - information

La population rurale vivant dans un foyer connaît généralement bien la maladie et le vecteur, sans pour autant faire de relations entre eux : pour elle le concept de transmission est totalement abstrait et l'origine de la maladie est parfois surnaturelle.

La sensibilisation effectuée au niveau de chaque bourgade doit faire prendre conscience à chaque individu des risques qu'il court, en mettant l'accent sur les principaux faits épidémiologiques : sites et périodes de transmission ; diffusion du parasite par le vecteur et par le malade ; mode de diffusion selon les activités ; intérêt du dépistage parasitologique. Ensuite peuvent être abordés les moyens de se protéger, le mode d'utilisation des SAT, en insistant tout particulièrement sur la responsabilité collective : il faut démontrer que la lutte ne doit pas être le fait de quelques individus mais de toute la population. Chaque individu doit être aussi persuadé que la lutte contre la maladie du sommeil ne se limite pas à l'installation des SAT mais passe aussi 1°) par un effort constant d'entretien du matériel (désherbage, réimprégnations), 2°) par l'acceptation des prospections médicales.

Tous les moyens doivent être mis en œuvre pour faciliter et accroître la sensibilisation : prise de contact avec les autorités régionales, locales, administratives, villageoises ; discussions au niveau de chaque village avec les comités (femmes, jeunes, etc.) et les planteurs ; présentation de photos, de diapositives ; placardage et distribution d'affiches au graphisme simple mais évocateur des tâches à accomplir ; panonceaux au bord des routes ; utilisation de la radio, de la télévision, des journaux ; etc.

+ Mobilisation et participation

Le degré de mobilisation et de participation de la population dépend avant tout de la nature des foyers à assainir. En milieu forestier de Côte d'Ivoire, une fois la zone de lutte bien délimitée, il est indispensable que toute la population participe puisque tous les sites à risque doivent être traités. Cette mobilisation générale peut être obtenue par un recensement préalable de la population destiné :

- 1°) à connaître nominativement les planteurs et leur nombre. Ce recensement sert évidemment à préparer le nombre nécessaire de SAT et à les distribuer de façon rationnelle ;

- 2°) à réaliser des prospections médicales exhaustives pour assainir le réservoir humain et délimiter la zone d'endémie. En 1987, dans le foyer de Vavoua, le recensement a permis d'établir des cartes de visite médicale pour les

prospections médicales. Ces cartes ont représenté pour chaque personne sa prise en compte dans le système de lutte et ont grandement favorisé la participation à toutes les phases de la campagne : plus de 95 % des planteurs se sont présentés à la première distribution d'insecticide pour les réimprégnations des écrans ; la participation aux prospections médicales a dépassé 85 % (chiffre à comparer avec les 40 % - ou moins - des prospections de routine) allant jusqu'à plus de 98 % pour un village particulièrement touché par l'endémie (Laveissière *et al.*, 1986b).

Dans les zones à transmission péri-domestique (Congo), l'application du piégeage peut être confiée à un petit groupe (Comité de santé, intégration aux soins de santé primaire).

Que les responsables de campagnes de lutte ne se fassent pas trop d'illusions : la motivation des villageois est généralement directement liée aux densités de glossines, à l'importance de la nuisance : l'intérêt pour la lutte, donc la participation, diminuent au fur et à mesure que disparaissent les tsé-tsé (Gouteux *et al.*, 1987). Ceci doit absolument être évité par une meilleure sensibilisation et par un entretien de la motivation : des sociologues et des spécialistes de la communication doivent rapidement apporter les solutions qui manquent aux biologistes.

+ Distribution du matériel et des insecticides

Si la participation de la population est acquise la distribution des SAT peut être faite selon deux modes :

- > au village (fig. 131) après convocation des planteurs résidant dans la bourgade ou vivant à proximité ;
- > au village les jours de marché, de culte, etc.
- > le long des routes d'exploitation (fig. 132) avec des véhicules de transport légers pour les planteurs éloignés d'une agglomération : cette solution est évidemment beaucoup plus onéreuse.



Figure 131 : Distribution au village.



Figure 132 : Distribution en voiture.

Le nombre de SAT donnés, gratuitement, à chaque exploitant est fixé d'après les renseignements qu'il fournit sur sa ou ses parcelles et selon le proto-

cole de traitement : présence d'une lisière avec un bas-fonds, d'un point d'eau, d'un campement, de toutes zones à risque.

Pour les réimprégnations, l'insecticide doit être distribué pur dans de petites bouteilles en verre. Le volume donné dépend du nombre d'écrans que possède le paysan : il est recommandé d'utiliser un concentré émulsifiable à 25 g MA/litre, les doses sont plus aisément manipulables qu'avec du CE50 ou CE100.

A l'occasion de la campagne de lutte à Sinfra toutes les bouteilles, d'un modèle unique, ont été marquée d'un trait tracé au diamant indiquant le volume d'eau nécessaire pour l'imprégnation d'un écran. Le planteur devait verser le produit pur dans un petit seau métallique puis ajouter autant de fois le volume d'eau qu'il possède d'écrans.

C'est au moment de la distribution de matériel et de produit que sont donnés les conseils nécessaires : mode d'installation, entretien, dilution, trempage, séchage à plat, réinstallation après nettoyage, lavage des mains, etc. La plupart des paysans étant habitués à manipuler des produits phytosanitaires beaucoup plus toxiques que la deltaméthrine, aucun accident n'est à redouter.

+ Le problème du domaine public

Si le paysan accepte volontiers de traiter sa propriété, il est plus difficile de trouver des volontaires pour s'occuper du domaine public : grandes routes, forêts riveraines, villages, bois sacrés, etc.. Ce handicap peut être levé en utilisant selon le cas une équipe professionnelle ou les services des ASC (voir chapitre IX).

IX

CAMPAGNES DE LUTTE

A plusieurs reprises nous avons évoqué les deux campagnes de lutte qui furent menées en Côte d'Ivoire à Vavoua (1987-1990) et à Sinfra (1995-1997). Ces deux campagnes, les premières du genre, ont en commun d'avoir utilisé le piégeage et le potentiel des communautés rurales mais différent sur les modalités.

Dans le premier cas, une équipe de professionnels s'est chargé de toutes les opérations depuis la sensibilisation jusqu'aux distributions en passant par les visites médicales. Dans le second cas, toutes ces tâches ont été déléguées à des Agents de Santé Communautaire.

En Ouganda, Lancien (1991, 1993) a mené une campagne de lutte associant professionnels et communautés rurales.

IX-1- Expérience de Vavoua (Côte d'Ivoire)

Entre 1987 et 1990, dans le foyer de Vavoua, un protocole original fut testé pour pouvoir répondre à trois questions essentielles :

- la lutte antivectorielle est-elle possible à grande échelle par piégeage ?
- le matériel de lutte peut-il être confié aux communautés rurales ?
- les paysans peuvent-ils assurer l'entretien de ce matériel suffisamment longtemps pour arrêter la transmission ?

Tous les travaux relatifs à cette campagne furent menés afin de satisfaire à quatre impératifs : rapidité, simplicité, efficacité, modicité du coût.

La zone de lutte abritait 26.890 personnes représentées par 3.789 chefs de famille planteurs. Comme dans les autres régions forestières de Côte d'Ivoire, les principales caractéristiques de cette population sont l'hétérogénéité (une vingtaine d'ethnies dont 6 principales), la mobilité, un habitat dispersé en une multitude de campements. Ces chiffres furent obtenus par un recensement aussi exhaustif que possible mené par l'équipe OCCGE, en excluant toutefois, par manque de temps et de personnel, la ville de Vavoua où, pourtant résidait un grand nombre de planteurs travaillant dans la zone d'endémie.

Durant trois semaines, deux équipes de l'OCCGE ont visité les villages et les hameaux, dès la tombée de la nuit, pour des séances de sensibilisation/information avec projection de diapositives. La maladie a été présentée sous tous ses aspects (épidémiologie, transmission, dépistage, etc.). Le programme de la campagne et les différentes activités auxquelles la population serait associée ont été détaillés. Le matériel de lutte et son mode d'emploi ont été présentés.

Les planteurs ont reçu 38.753 écrans "Noir/Bleu/Noir" déjà imprégnés de 180 mg de matière active de deltaméthrine. La distribution s'est faite dans les villages et le long des routes durant 17 jours. A certains carrefours importants

une équipe de 2 personnes restait en poste toute la journée pour intercepter les planteurs non encore servis. Chaque planteur a reçu du matériel en fonction de la description qu'il donnait de sa (ou de ses) plantation(s) ainsi que les instructions nécessaires pour l'installation et l'entretien : 1 écran tous les 100m le long des lisières forêt/plantation, des chemins, des ruisseaux temporaires, 1 ou 2 écrans au campement et dans tous les endroits de travail et de repos, 1 ou 2 écrans au point d'eau. En moyenne les paysans ont reçu 10,5 écrans mais les variations entre les groupes ethniques, entre catégories socioprofessionnelles et entre types de culture furent très importantes.

Tous les 4 mois la première année, puis tous les 6 mois la seconde, les paysans ont reçu de l'insecticide (90 mg MA/écran) pour procéder eux-mêmes à la réimprégnation.

Ces écrans ont couvert près de 5.000 parcelles d'une superficie totale de 29.413 hectares (surface sous-estimée) et leurs alentours.

Une équipe de professionnels s'est chargée du traitement des lisières de villages avec des pièges "Vavoua" (moyenne de 8,6 pièges/village). L'entretien des pièges fut ensuite confié à des jeunes volontaires villageois travaillant bénévolement. Cette même équipe a aussi traité la galerie forestière principale qui traverse le foyer (1 piège/300m) : ces pièges imprégnés de 450mg de matière active de deltaméthrine furent pulvérisés tous les 6 mois.

Pratiquement 100 % des planteurs se sont présentés à la distribution des écrans en novembre 1987 : cette mobilisation a entraîné quinze jours après une participation exceptionnelle aux visites médicales. Près de 40 personnes, médecins, infirmiers, chauffeurs, recenseurs, ont mené une prospection médicale exhaustive durant 15 jours. 21.075 personnes ont pu être examinées soit un taux de 88,3 % par rapport au total présent.

La présentation aux redistributions d'insecticide a été globalement bonne durant deux ans - aux alentours de 80 % - bien qu'à partir du sixième mois commencent à apparaître des problèmes liés aux activités agricoles, aux mentalités particulières des groupes et surtout aux relations qu'ils entretiennent entre eux.

La participation est généralement minimale quand le planteur ne doit pas se rendre sur sa plantation (hors des périodes de récolte ou d'entretien) : ou bien au moment des retours au pays ou région d'origine (voyages annuels) ou bien quand il n'estime plus nécessaire d'entretenir ses écrans n'étant plus gêné par les piqûres.

Elle varie aussi avec l'âge du planteur : globalement l'assiduité augmente avec l'âge. Mais si ceci est exact pour certains groupes allogènes, c'est faux pour les autochtones.

En outre, plus la plantation est grande et plus l'assiduité est importante.

Enfin, la nature du village a une très grande importance sur la participation : plus le village est hétérogène, ou plus le village est important, et moins l'assiduité est forte. Selon l'ethnie "dominante" (pas forcément sur le plan numérique) il y a des interrelations "positives" qui incitent les allogènes à se présenter ou bien "négatives" qui au contraire les en empêchent.

D'autres facteurs socioculturels modifient la participation des planteurs tels que la religion : les musulmans sont moins assidus que les chrétiens ; parmi ces derniers les protestants viennent en tête, tandis que les catholiques sont devancés par les animistes.

Bien que de nombreux problèmes survinrent lors de cette campagne, on a pu affirmer que la majorité des planteurs a bien entretenu les écrans. On a cependant enregistré de nombreux vols et dégradations qui étaient le fait d'un seul groupe ethnique, le moins touché par l'endémie et dont la plupart des membres vivait en ville. L'entretien des pièges de lutte/évaluation autour des villages et la participation aux visites médicales ont apporté la preuve que les facteurs ethniques et socioculturels jouent un rôle essentiel dans la lutte.

Sur le plan entomologique, dès les premiers jours, une réduction spectaculaire des densités du vecteur, *Glossina palpalis palpalis*, fut enregistrée :

- autour des villages : densité réduite de 90 % en un mois, puis de 99,8 % après 3 mois : durant 140 semaines la densité s'est peu éloignée de 0,01 ;
- dans les plantations : réduction aussi rapide pendant le premier mois (91 %) mais par la suite on a enregistré des variations liées à l'abandon saisonnier des écrans (lui-même découlant du calendrier agricole) et à la baisse de leur efficacité due au masquage par les plantes adventices en saison des pluies.

Au bout de 24 mois de lutte des visites médicales de contrôle ont fait la preuve que la transmission était arrêtée : aucun nouveau trypanosomé n'a été découvert de 1987 à 1991.

Le coût de cette campagne a été calculé comme si une équipe d'un District de Santé rurale l'avait entièrement menée (sans les frais d'investissement, ni les frais liés aux déplacements du personnel).

Coût (1987)

- d'un écran : **957** F CFA pièce
- d'un piège "Vavoua" : **1.961** F CFA
- de l'hectare protégé : **312** F CFA (première année)
44 F CFA (seconde année)
- par planteur : **12.700** F CFA (somme qu'il n'est pas prêt à déboursier bien qu'il reconnaisse l'utilité de la campagne).
- prospection médicale par personne : **238** F CFA

La campagne de Vavoua a permis de répondre oui aux questions posées : le piégeage est efficace quand il est confié aux communautés rurales et les paysans peuvent l'entretenir suffisamment longtemps pour arrêter la transmission.

Cependant cela ne va pas sans de nombreux problèmes dès que les communautés villageoises sont composées d'individus d'origines très diverses avec des mentalités très différentes et des interrelations souvent négatives.

La phase de sensibilisation a sûrement permis d'atténuer ces problèmes mais sans parvenir à les masquer tout à fait. Bien que la méthode soit totalement nouvelle pour la population et bien que la notion de vecteur reste un concept abstrait, les paysans ont fait exactement ce qui leur était demandé et l'attitude réfractaire de certains n'a pas réussi à gâcher l'excellent travail de la majorité. Cependant il serait utopique de penser qu'une telle population pourrait être entièrement autonome et se prendre en charge intégralement.

Cette expérience mettait cependant en évidence deux problèmes majeurs.

- ❖ La majorité des opérations fut menée par une équipe de 12 personnes permanentes auxquelles se joignirent temporairement une trentaine d'autres pour les prospections médicales, ce qui entraînait ;
 - ❖ l'utilisation d'un parc automobile important d'où l'accroissement des frais en carburant, entretien, réparations ;
 - ❖ des indemnités de déplacement du personnel (non pris en compte dans le calcul des coûts) qui représentaient une somme importante.
 - ❖ Il n'est pas certain que l'ensemble de la population ait pu être touché lors de la sensibilisation ni lors des visites médicales, par manque de connaissance exacte de tout le foyer.

On pouvait alors se poser de nouvelles questions.

- ❖ Tous ces frais pourraient-ils être supportés par un pays alors que la maladie du sommeil ne représente qu'un des nombreux problèmes de santé vraiment préoccupants ?
- ❖ Les blocages socioculturels ou d'origine ethnique enregistrés pouvaient-ils être imputés au fait que les opérations de lutte étaient menés par des "étrangers", venant temporairement (à grands frais) en mission dans le foyer et de toutes les façons peu au fait des préoccupations spécifiques de chaque groupe.

Elles furent en partie à l'origine de la mise en place d'un nouveau protocole dans le foyer de Sinfra.

IX-2- Expérience de Sinfra (Côte d'Ivoire)

Le foyer hyperendémique de Sinfra ayant de nombreux points communs avec celui de Vavoua a, entre 1994 et 1996, fait l'objet d'une campagne de lutte intégrée contre la THA qui devait répondre aux questions posées après l'expérience précédente :

- > peut-on se passer d'une équipe de lutte professionnelle ?
- > peut-on intégrer le dépistage de la THA dans les Soins de Santé primaire ?

- > peut-on rendre la lutte antivectorielle plus sélective donc moins onéreuse ?
- > peut-elle être confiée en totalité à des Agents de Santé communautaire ?

Pour cette campagne pilote on ne pouvait entièrement se passer de "professionnels" spécialistes de la lutte contre la THA, mais cette équipe fut composée de 2 personnes seulement : un entomologiste accompagné d'un assistant ou bien un auxiliaire et un assistant.

La première phase de l'opération a consisté en deux séries de visites dans les villages pour l'information/sensibilisation à partir de discussions avec les autorités villageoises et la population. Ces visites avaient surtout pour but d'identifier deux jeunes volontaires, lettrés et dynamiques, désignés par les villageois pour devenir leurs Agents de Santé Communautaire (ASC) (les Soins de Santé Primaire -SSP- n'étaient pas encore installés dans la région).

108 Agents ont ainsi été désignés par 46 villages ou les résidents des 17 quartiers de Sinfra ville. Ces ASC ont reçu une formation spécialisée sur la maladie du sommeil et son contrôle durant 3 jours, puis 5 jours de formation sur les Soins de Santé Primaire.

Dotés du matériel nécessaire et d'une bicyclette ils ont commencé à recenser les villages, hameaux et campements de culture. Dans le même temps ils durent informer la population des raisons et objectifs de leur mission et éduquer sur la THA.

Au bout d'un mois (décembre 94), après un entraînement au prélèvement de sang sur confettis, fait sur le terrain sous la supervision de l'équipe de l'IPR/OCCGE, ils ont débuté la phase de surveillance sérologique. Les confettis ont été analysés dans deux laboratoires à Sinfra et Bayota au cœur de la zone d'endémie. Equipés par le projet, ils sont tenus par deux infirmiers eux-mêmes formés aux techniques de dépistage et de traitement au Projet de Recherches Cliniques sur la Trypanosomiase (PRCT) de Daloa.

Le protocole adopté à Sinfra est résumé dans la figure 133.

Au bout de 6 mois les ASC avaient recensé la population des 46 villages et quartiers ainsi que celle de 80 hameaux et plus de 1.180 campements de culture soit un total de **74.510** personnes.

Les prélèvements ont concerné **50.375** personnes soit plus de **67 %** de la population présente. Les confettis une fois analysés ont permis de découvrir plus de **700** suspects sérologiques parmi lesquels **291** malades (168 malades ont été découverts par des équipes de prospection classiques lors de travaux de recherche et de visites d'évaluation de la campagne).

Le bénéfice de cette première opération fut de :

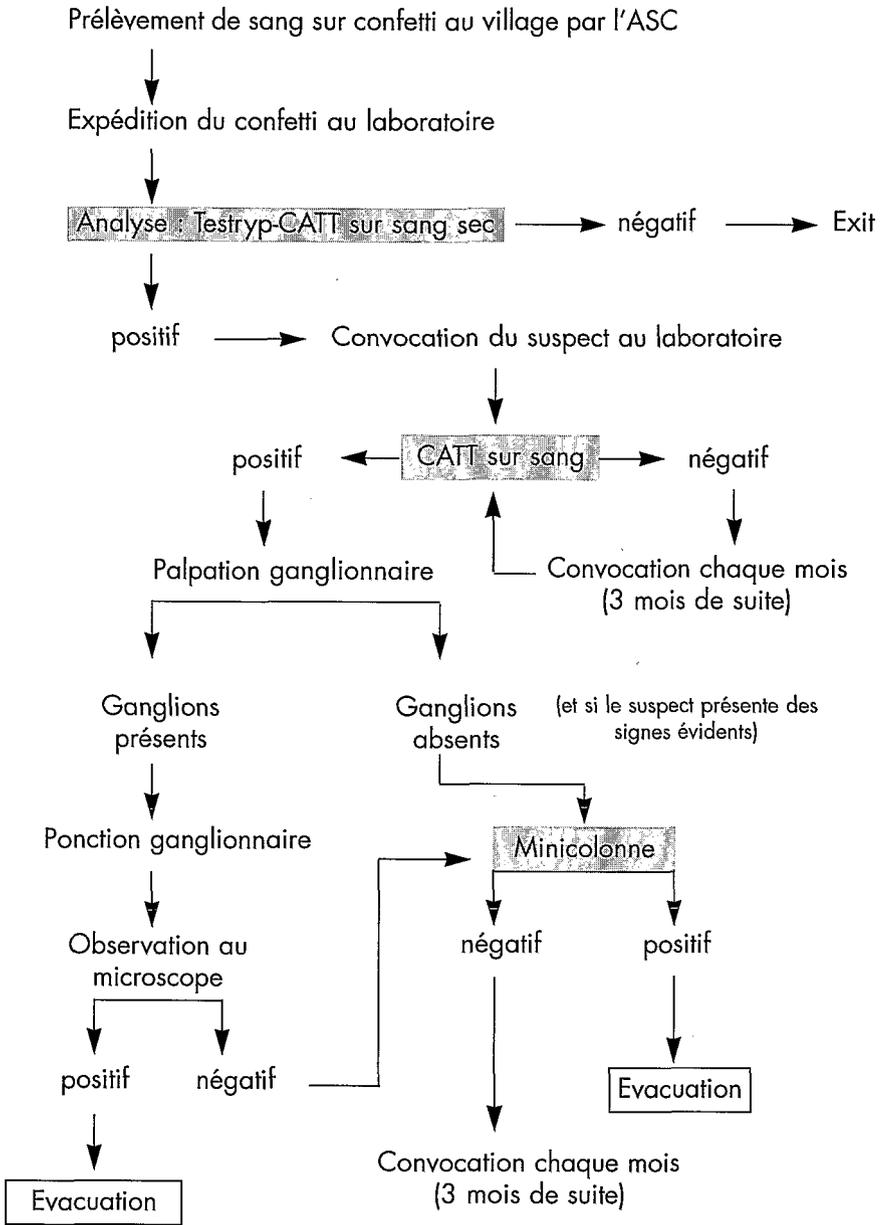


Figure 133 : Protocole de dépistage et de diagnostic utilisé à Sifra (Côte d'Ivoire).

- recenser la population de façon beaucoup plus exhaustive que nous ne l'avions fait à Vavoua ;
- obtenir un taux de participation plus qu'honorable puisque dans 18 villages très importants la population a été visitée entre 80 % et 98 % ;
- fixer les limites de la zone d'endémie autour de 17 villages (sur 46, soit 20.000 personnes à surveiller seulement) tout en participant à l'assainissement du réservoir humain.

De façon moins évidente, mais tout aussi importante, ce dépistage par les ASC a permis d'atteindre les populations les plus reculées du foyer (qu'aucune équipe mobile n'aurait pu visiter), de se faire connaître par l'ensemble de leurs villageois (pour avoir sauvé plusieurs malades) et de les mobiliser pour la phase suivante.

Cette surveillance a permis de restreindre la lutte antivectorielle à Sinfraville et à 28 villages (en gardant le principe que la lutte doit déborder de la zone d'endémie).

En octobre 1995 les ASC ont reçu une nouvelle formation sur la lutte antivectorielle (une demi-journée). En novembre ils ont distribué plus de 13.000 écrans simplifiés à plus de 5.300 planteurs (2,2 écrans/planteur ; 93 % de participation) pour traiter uniquement les campements, les points d'eau et les bas-fonds. Les ASC eux-mêmes ont installé 214 pièges "Vavoua" en lisière des villages. Les réimprégnations se sont faites en mars, juillet et novembre 1996.

L'installation des écrans par les planteurs fut relativement correcte, bien qu'assez lente (estimation : 85 % des sites traités au bout d'un mois) et que les planteurs n'aient pas totalement traité les bas-fonds. Un mois après la densité des vecteurs est passée de 6,8 à 2,2 (soit 67 % de réduction). Elle s'est maintenue au voisinage de 1 pendant une année avec des variations locales très importantes selon les secteurs. Une première analyse fait apparaître une corrélation, évidente mais non quantifiable, entre la qualité du travail de la population en matière de lutte et, d'une part, la motivation et le dynamisme des ASC, et d'autre part la gravité avec laquelle la THA a frappé la population.

Le travail considérable de ces ASC permet de conclure, sur le plan surveillance, que leur efficacité est supérieure à celle des équipes mobiles. Pour 17 villages (plus de 22.000 personnes) surveillés à la fois par les ASC et les équipes mobiles, la différence est évidente :

ASC		Equipes mobile
15.600	visités	9.311
2 mois	en	10 jours
70 %	soit	42 %
50 Francs CFA/personne*	pour	280 Francs CFA/personne*

* ces coûts ne prennent en compte que les dépenses en petit matériel, produits, carburant et indemnités (sans les investissements).

Le travail des ASC est certainement plus lent mais la surveillance touche beaucoup plus de monde et le coût des opérations est plus compatible avec les ressources nationales.

En matière de lutte antivectorielle le protocole simplifié de Sinfra réduit lui aussi les coûts, apparemment sans nuire à l'efficacité. Il aura suffi de 2 personnes pour former les ASC et leur distribuer le matériel. La distribution des écrans a été plus rapide qu'à Vavoua (2 jours) ; les redistributions d'insecticide ont rencontré les mêmes problèmes (absences, désintéressement, etc.) ; le coût par planteur n'excède pas 2.000 francs CFA.

Ce protocole est donc fiable et efficace, méritant d'être reproduit dans les zones endémiques. Il existe cependant des points faibles mais faciles à supprimer :

- au niveau des laboratoires : le personnel doit être qualifié et surtout très motivé, faisant preuve d'un dévouement total pour encadrer attentivement le travail des ASC ;
- au niveau des ASC : le travail bénévole ne peut pérenniser la surveillance de la THA : il faut que les ASC disposent d'une caisse à pharmacie (médicaments essentiels) pour obtenir un revenu minimal ;
- au niveau régional : les autorités, administratives et médicales, doivent aider à la motivation des ASC en s'intéressant à leur travail.

IX-3- Expérience de l'Ouganda

Face à l'épidémie de maladie du sommeil à *T. b. rhodesiense* dans le foyer de Busoga, Lancien (1991, 1993) a mis en place une campagne de surveillance et de lutte anti-tsé-tsé originale.

Le Busoga est une région humide où la forêt domine malgré la mise en place de parcelles de cultures. L'habitat humain est dispersé, le plus souvent l'habitation est installée au cœur de la plantation.

Dans cette région le vecteur, *G. fuscipes*, n'est pas strictement lié à la végétation riveraine mais colonise tous les écotones (forêt/plantation ou forêt/savane). Sans être vraiment péridomestique *G. fuscipes* se rencontre aussi autour des habitations. Enfin le vecteur se retrouve aussi dans les bouquets d'acacias, poussant dans les étangs non permanents, fréquentés par les troupeaux.

La transmission du parasite à l'homme y est saisonnière (mars et septembre), les principaux lieux de transmission étant alors les écotones lorsque les familles défrichent ou débroussaillent les abords de la forêt.

Des Agents communautaires ont été recrutés, formés sur la THA et équipés pour les prélèvements. Mais à la différence du protocole de Sinfra, ces agents étaient salariés. Chargés de la lutte antivectorielle, ils ont placé eux-mêmes les pièges pyramidaux dans les endroits stratégiques. La population ne fut impliquée qu'indirectement puisqu'il lui était simplement demandé de respecter le matériel.

Lors de cette campagne de lutte antivectorielle, Lancien a utilisé des pièges pyramidaux modifiés :

- les écrans étaient en polystyrène bleu et noir et non en tissu ;
- le tulle moustiquaire classique a été remplacé par un tulle à large maille (4mm) ;
- la pyramide en tulle a été équipée d'une nasse, elle aussi en tulle, permettant de faire le décompte des glossines tuées par l'insecticide.

Les pièges ont été imprégnés de deltaméthrine à raison de 300 mg de matière active par piège et n'ont pas été réimprégnés pendant les huit mois où ils sont restés en place. Au bout de ces huit mois, tous les pièges ont été remplacés par du matériel neuf.

Les sites de piégeage ont été choisis par les agents en fonction de la densité des glossines à raison de 10 pièges par kilomètre carré (entre 5 et 20 selon la densité des cultures) :

- le long des lisières de forêt ;
- dans les bosquets d'acacias ;
- aux points d'eau ;
- autour des bouquets de *Lantana camara*.

La lutte dans chaque district a été supervisée par un "field officer" aidé par deux assistants en charge de 2 ou 3 "subcomtés" (environ 150 km² et 16 000 habitants). Dans chaque subcomté, des villageois, recrutés spécialement, furent formés à la lutte et à la sensibilisation de la population pour pouvoir se charger des différentes opérations. Ils étaient soutenus par des Comités de lutte, élus au niveau du District, du subcomté et des communes, dont le rôle était d'informer les communautés, de les mobiliser et les inciter à participer à la surveillance et l'entretien des pièges.

Fin 1990, 12.000 pièges avaient été installés. En deux années de lutte la DAP (variable de 1 à 2,5) était réduite de plus de 99 % ; dans le même temps le nombre de malades passait de 1.680 en 1987 à 62 en 1990.

Les résultats spectaculaires obtenus dans ce foyer prouvent l'efficacité du protocole. Cependant on doit savoir qu'il est difficilement reproductible ailleurs. En Ouganda, le bailleur de fonds a peu déboursé (en dollars US¹) pour le salaire des agents ougandais compte tenu du très faible niveau de vie dans le pays. En Côte d'Ivoire par exemple la somme mensuelle nécessaire pour surveiller le foyer de Sinfra serait voisine de 50.000 US\$.

¹ Le budget annuel de la campagne se situait quand même aux environs de 300.000 US \$. La protection de chaque habitant s'est élevée à 0,95 US\$ par an, presque 500 Francs CFA.

X

CONCLUSION

La glossine est l'un des rares insectes d'intérêt médical qui ait fait l'objet de tant d'études et contre lequel existent des solutions qui ont fait leur preuve lors de campagnes pilotes.

Malheureusement, au moment où la THA redevient un véritable problème de santé publique en Afrique, aucun programme national de lutte n'est vraiment opérationnel, aucune campagne n'est mise sur pied. Des décisions politiques s'imposeraient; les crédits, il est vrai, manquent souvent en matière de santé humaine. Mais on peut se demander si l'entomologiste et l'épidémiologiste ne portent pas leur part de responsabilité.

Il faut reconnaître en effet que dans certaines zones bio-géographiques on ignore à peu près tout du schéma épidémiologique de l'endémie et notamment sur les sites de transmission : le glossinologiste joue un rôle important dans ce genre d'études pluridisciplinaires mais rares sont les pays où elles ont pu être menées sérieusement.

Le rôle de l'entomologiste est de connaître le vecteur, de mettre au point des techniques pour le combattre et de tester des protocoles d'utilisation compatibles avec les ressources nationales et locales. Son ambition ne doit cependant pas être de généraliser partout la lutte antivectorielle mais de participer à la mise au point de la surveillance pour réduire au minimum l'utilisation des matériels de lutte aussi simple soient-ils.

Si on connaissait partout les facteurs de risque de transmission, entomologiques ou non, il serait certainement possible de mettre en place des réseaux de surveillance épidémiologique prévenant l'apparition ou la reviviscence de la maladie, dans tous les cas minimisant le recours à la lutte.

Il est donc temps aujourd'hui de mettre en place des programmes de recherches entomo-épidémiologiques qui, en prenant exemple sur ce qui a pu déjà être fait, préparent une éventuelle intervention lorsque la situation de la THA aura pris des proportions dramatiques.

Il faut aussi que le glossinologiste parvienne enfin à résoudre certains mystères qui subsistent encore. Les sujets ne sont pas nombreux mais fondamentaux :

- > le cycle du trypanosome chez la glossine ;
- > les facteurs déterminants la capacité vectorielle des espèces ;
- > les appâts olfactifs pour le groupe *Nemorhina*.

Enfin, il sera toujours utile de tenter d'améliorer le piégeage en testant de nouveaux outils pour rechercher le meilleur rapport coût/efficacité. Pour y parvenir plus aisément il serait souhaitable que l'on puisse comprendre comment et pourquoi l'insecte réagit à telle couleur ou telle odeur.

XI

GLOSSAIRE

A

Age physiologique : stade de l'ovogenèse chez la femelle permettant de déterminer avec une bonne précision l'âge réel de l'insecte.

Allula : lobe basal des ailes de glossines.

Arista : soie plumeuse sur le bord antérieur du troisième segment antennaire de l'antenne de glossine.

Attractivité : attirance, pour les glossines, d'un SAT mesurée par le pourcentage des glossines capturée sur lui ou à sa proximité par rapport au nombre de glossines capturées sur un SAT témoin.

B

Barrière : partie d'un gîte aménagé ou traité de façon à rendre impossible son franchissement par les glossines ou leur maintien. Une barrière peut être chimique (pulvérisations d'insecticide), mécanique (déboisement) ou constituée d'une série de SAT. Les barrières naturelles sont les zones désertiques, les vastes étendues d'eau, les montagnes suffisamment élevées.

Biodégradabilité : transformation naturelle des pesticides en produits inertes, sous l'influence des éléments du milieu.

Bulbe : partie basale inférieure de la theca, pouvant servir pour la détermination des glossines.

C

Cerques : ou forcipules supérieurs; organes plus ou moins chitinisés, plus ou moins acérés, terminés ou non en griffe, portés sur le X^{ème} segment abdominal du mâle de glossine, servant à maintenir la femelle pendant la copulation. Les cerques peuvent être libres (sous-genre *Austenina*), jointifs (sous-genre *Glossina*) ou reliés par une membrane (sous-genre *Nemorhina*).

Choriothète : épaissement de la paroi ventrale de l'utérus de la femelle de glossine, servant à déchirer le chorion de l'œuf.

Corps adipeux : amas de tissus gras se présentant sous la forme de chapelets de corps sphériques blanchâtres.

Coxa : premier segment basal de la patte d'insecte.

D

D.A.P. : Densité apparente évaluée par le nombre de glossines capturées par piège et par jour.

Discriminatif : se dit d'un traitement par insecticide ou par débroussaillage ne concernant qu'une partie de la communauté végétale constituant le gîte de la glossine.

E

Écoclimat : caractéristiques climatiques de l'ensemble d'un gîte.

Éciod Climat : caractéristiques climatiques de secteurs particuliers d'un gîte, utilisés par l'insecte pour échapper à des conditions écoclimatiques trop rigoureuses (lieux de repos, lieux de larviposition, terrain de chasse, etc.).

Efficacité : pourcentage de glossines effectivement capturées par un SAT ou posées dessus par rapport au nombre de glossines attirées.

Epandrium : vestige du X^{ème} segment abdominal, portant les cerques, replié deux fois à l'extrémité de l'abdomen ; sa présence permet de reconnaître rapidement le mâle de glossine.

F

Facès : aspect général d'une communauté végétale distinguée par sa nature (plantation, forêt, etc.), par son utilisation ou son exploitation par l'homme, etc.

Facteurs biotiques : ensemble des facteurs directement liés aux organismes vivant dans un milieu donné : nature et disponibilité des hôtes, qualité de l'eau, environnement végétal, etc.

Facteurs abiotiques : ensembles des caractéristiques climatiques (température, humidité, déficit de saturation, pluviosité, lumière, vent) et édaphiques (nature, texture du sol) d'une région ou d'un habitat.

Fémur : troisième segment de la patte d'insecte.

Forcípules inférieurs : organes chitinisés, situés à la base de l'édéage du mâle de glossine, dont l'importance est grande en systématique principalement pour distinguer entre elles les sous-espèces.

Forcípules supérieurs : voir cerques.

Forêt riveraine : communauté végétale, plus ou moins large, de type boisé bordant les rives des rivières et ruisseaux ; elle peut être de type fermé (canopée jointive au-dessus du cours d'eau) ou ouverte (canopée disjointe).

Frange antennaire : pilosité du troisième segment antennaire de la glossine ; sa longueur permet de distinguer certaines espèces.

G

Galerie forestière : voir forêt riveraine.

Genitalia : ensemble des organes génitaux externes de l'insecte.

Germarium : ensemble de cellules germinatives donnant naissance aux cellules de l'ovariole.

Glandes utérines : ensemble de tubes blancs ramifiés s'abouchant par un canal sur la face antéro-dorsale de l'utérus de la femelle de glossine ; elles sécrètent un liquide nourricier utilisé par la larve durant la gestation.

H

Habitat : espace relativement bien délimité offrant des ressources suffisantes d'énergie et de matière pour satisfaire aux exigences minimales nécessaires à la vie d'une espèce.

Haltères : reliques de la seconde paire d'aile chez les Diptères, servant de gyroscopes pendant le vol.

Haustellum : voir proboscis.

Hectors : plaques chitinisées brunâtres et velues à la face inférieure de l'abdomen des glossines en avant de l'épandrium ; ils servent au maintien de la femelle pendant l'accouplement.

Hématophage : se dit d'un insecte se nourrissant exclusivement de sang ; chez la glossine, contrairement aux Tabanidae et aux Culicidae, les deux sexes sont hématophages.

Hémocèle : liquide physiologique baignant les organes internes des insectes.

Hypopharynx : stylet très fin, inséré dans le canal alimentaire de la glossine, réuni au canal salivaire impair et servant à l'injection de la salive pendant la piqûre.

J

Jabot : sac extensible contenu dans l'abdomen de la glossine, utilisé pour le stockage provisoire du sang pendant la piqûre d'un hôte ; la durée de ce stockage détermine la possibilité pour un trypanosome sanguin de survivre ultérieurement dans l'intestin.

L

Labelles : dents chitinisées, à l'extrémité du proboscis de la glossine, qui, par un mouvement de va et vient, dilacèrent les tissus de l'hôte et provoquent un micro-hématome à partir duquel le sang est pompé.

Labium : partie inférieure du proboscis de glossine, formant avec le labre, une gouttière servant à aspirer le sang (canal alimentaire) et contenant l'hypopharynx.

Labre : partie supérieure du proboscis de la glossine, fermant le canal alimentaire.

Lobes polypneustiques : hémisphères chitinisés, noirs, très durs, à l'extrémité postérieure du puparium de la glossine, dans lesquels débouchent les deux troncs trachéens de la nymphe (servant à la respiration).

M

Membrane péritrophique : tube chitinisé extensible, semi-perméable, contenu à l'intérieur de l'intestin, sécrété en permanence par le proventricule, servant à contenir le sang durant sa digestion.

Mycétome : ensemble de cellules géantes de la partie médiane de l'intestin moyen de la glossine, contenant des symbiontes dont le rôle serait de sécréter des vitamines.

N

Nullipare : se dit d'une femelle de glossine n'ayant pas encore porté de larve.

O

Ocelles : œil simple rudimentaire chez les insectes.

Oviducte : canal impair, par où passent les œufs, débouchant à l'extrémité antérieure de l'utérus, se divisant en deux oviductes pairs aboutissant chacun à un des deux ovaires chez la femelle de glossine.

P

Paramères : voir forcipules inférieurs.

Pare : se dit d'une femelle de glossine ayant déposé au moins une larve ; on distingue les jeunes pares (1, 2 ou 3 larves) et les vieilles pares (4 larves et plus).

Péridomestique : relatif à l'environnement immédiat de l'habitat humain.

Phéromone : substance sécrétée par un insecte modifiant le comportement des individus de la même espèce, généralement du sexe opposé.

Phototactisme : réaction des insectes à la lumière ; un phototactisme positif les incite à s'approcher de la source lumineuse ; un phototactisme négatif les incite à s'en éloigner.

Plaques génitales : plaques chitinisées à la partie inféro-ventrale de la femelle de glossine, entourant l'anūs et l'orifice génital; dans le sous-genre *Nemorhina* on distingue 2 plaques dorsales (PLV), 1 plaque médio-dorsale (PLMD), 2 plaques anales (PLA) et 1 plaque sternale (PLS); le sous-genre *Austenina* ne possède que 2 PLD, 2 PLA et 1 PLS; chez le sous-genre *Glossina* les PLA sont soudées et les PLD sont absentes.

Pompe cibariale : partie antérieure du pharynx, réunie à des muscles puissants de l'intérieur de la tête de la glossine, qui sert à aspirer le sang lors du repas de sang.

Préférences trophiques : préférences alimentaires des glossines. Certaines glossines sont dites éclectiques lorsqu'elles se nourrissent indifféremment sur plusieurs espèces. D'autres sont dites opportuniste quand elles peuvent adapter leur régime alimentaire selon la disponibilité des hôtes.

Proboscis : pièces buccales de la glossine, horizontales au repos.

Proventricule : organe musculaire faisant office de sphincter, situé entre le jabot, l'œsophage et l'intestin moyen, sécrétant en continu la membrane péritrophique.

Ptilinum : sac dévaginable, contenu dans la tête chez la glossine ténérale, lui servant à briser le puparium et à se frayer un passage dans le sol vers la surface.

Pulvilli : pelotes charnues à l'extrémité du dernier article du tarse des pattes de l'insecte; le passage des insecticides de contact dans le corps de l'insecte se fait par les pulvilli quand l'insecte est posé sur un support empoisonné.

Puparium : coque chitinisée mélanisée, dérivant du tégument de la larve de troisième stade, abritant la nymphe de glossine.

Puĉpe : stade immobile de la période pré-imaginale chez la glossine.

Pyréthroïde : type d'insecticide de synthèse dérivant du pyrèthre.

R

Relique folliculaire : résidu du tube folliculaire après descente de l'œuf ; la présence ou l'absence de relique sur chaque tube folliculaire des quatre ovarioles permet de distinguer les classes d'âge physiologique.

Rémanence : persistance de l'effet toxique d'un insecticide.

Rendement : rapport entre l'efficacité et l'attractivité d'un SAT.

Réservoir : tout vertébré ou invertébré chez lequel peut vivre et se reproduire un agent pathogène susceptible d'être transmis ensuite à un hôte par l'intermédiaire d'un vecteur.

S

S.A.T. : Système Attractif Toxique ; sigle désignant les pièges ou les écrans servant à la lutte contre les glossines.

Sac résiduel : poche translucide, contenant des déchets d'origine larvaire, située dans l'intestin moyen de la jeune glossine : la présence de ce sac est la preuve qu'elle est ténérale. Il disparaît dès la prise du premier repas de sang.

Savanicole : se dit d'une espèce de glossines vivant dans les savanes.

Sélectif : se dit d'un traitement insecticide ou d'un débroussaillage ne concernant qu'une seule catégorie de plantes dans la communauté végétale constituant le gîte de l'espèce de glossines.

Signum : plaque chitinisée brune située antéro-dorsalement dans l'utérus de la femelle de glossine du sous-genre *Austenina* et servant en systématique.

Sous-espèce : groupement géographiquement défini de populations locales, différant taxonomiquement des autres subdivisions du même type faisant partie de l'espèce considérée.

Spermathèques : deux sphères brunâtres accolées servant au stockage des spermatozoïdes chez la femelle de glossine : elles sont reliées à la face antéro-dorsale de l'utérus par deux canaux.

Spermatophore : masse gélatineuse, contenant les spermatozoïdes, déposée par le mâle de glossine dans les voies génitales de la femelle.

Spiracles : orifice des troncs trachéens servant à la respiration et à la régulation des pertes en eau.

Symbionte : organisme vivant dans un autre organisme en association à bénéfices réciproques.

Synanthropique : se dit de tout organisme vivant dans l'environnement immédiat de l'homme.

T

Tarse : dernier segment de la patte de l'insecte composé de cinq articles, le dernier portant les griffes et les pulvilli ; dans le sous-genre *Glossina* seuls les deux derniers articles sont noirs contrairement aux deux autres sous-genres.

Ténérale : se dit d'une glossine nouvellement éclosée tant qu'elle n'a pas pris son premier repas de sang.

Theca : voir labium.

Tibia : quatrième segment de la patte de l'insecte.

Transmission péri-domestique : se dit de la transmission des trypanosomes se passant au niveau de la périphérie immédiate des agglomérations.

Trochanter : deuxième segment de la patte de l'insecte.

Tubes de Malpighi : organes d'excrétion de la glossine se présentant sous la forme de quatre longs tubes blanchâtres réunis par paire et débouchant entre l'intestin moyen et l'intestin postérieur.

V

Vecteur : tout organisme vivant, généralement un arthropode, susceptible de véhiculer d'un hôte à l'autre des agents pathogènes (virus, bactéries, protozoaires,) par piquûre, sécrétion ou déjection.

XII

**CONSTRUCTION DES
PIEGES**

De la qualité du matériel entomologique dépend la qualité des résultats obtenus. Aussi est-il impératif de posséder des pièges parfaitement construits, résistants et homogènes.

Parfaitement construits, selon les normes des inventeurs, pour être certain d'avoir une attractivité et une efficacité optimales.

> Résistants car une étude entomologique peut s'étaler sur plusieurs mois et le matériel doit résister aux manipulations et aux intempéries. Les tissus, notamment, ne doivent pas se décolorer, sous l'effet du soleil ou de la pluie, pour que la réponse des glossines aux couleurs reste constante dans le temps.

> Homogènes pour avoir un échantillonnage d'une qualité irréprochable. Il est peu concevable en effet d'utiliser ici des pièges d'une certaine taille et de certaines couleurs, et là des pièges différents.

Nous donnons donc ci-dessous quelques conseils pour la construction du piège Yavoua, du piège pyramidal, et de leurs accessoires, et quelques détails sur la fabrication des écrans de lutte.

XII-1- Découpe des tissus

S'il faut découper un grand nombre de coupons, pour des pièges ou des écrans, il est rentable d'acheter un ciseau électrique (fig. 133). La découpe est plus sûre, la rapidité accrue. Sans cet appareil la découpe ne peut se faire qu'avec des ciseaux ordinaires : pratique valable pour une centaine d'exemplaires, non pour des milliers.



Figure 133 : Découpe du tissu au ciseau électrique.

Le matériel nécessaire pour la découpe des tissus est simple à construire. Il est composé au minimum :

- > d'une table de découpe ;
- > de gabarits permettant de découper les différentes parties des pièges et des écrans.

Une table de découpe peut être simplement construite avec deux plaques de contre-plaqué (25 mm) fixées ensemble et rigidifiées par une armature en bois posée sur des tréteaux.

XII-1-1- Découpe des pièces rectangulaires

Les gabarits sont des plaques en contre-plaqué (15 mm) découpées aux dimensions voulues et soigneusement poncées.

Ainsi, pour découper les parties en tulle noir d'un écran, le gabarit à utiliser (fig. 134) a une largeur **b** égale à la largeur du coupon de tissu. Sa dimension **c** est égale à la longueur de l'écran plus 25 centimètres pour laisser le passage du ciseau électrique.

Sur cette plaque sont fixées des lames en contreplaqué de 10 mm d'épaisseur, elles aussi parfaitement poncées pour que le tissu ne s'accroche pas et que le ciseau puisse glisser sans risque de blocage. L'espace **e** entre deux lames doit être égal à la largeur du pied du ciseau. La largeur **d** de chaque lame est calculée de façon que $d + e/2$ soit égale à la largeur de la pièce à obtenir.

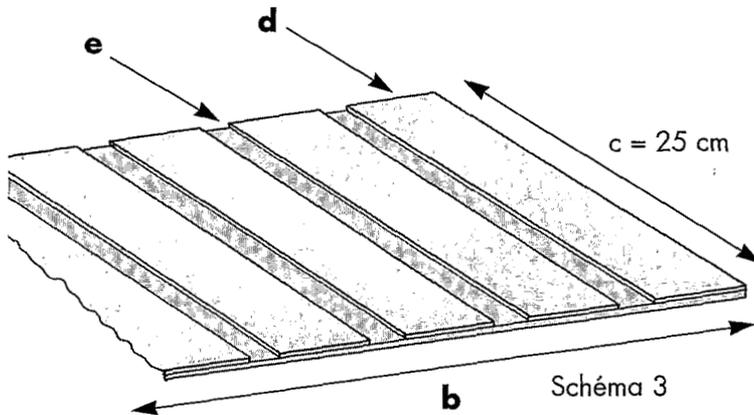


Figure 134 : Exemple de gabarit pour la découpe de nombreuses parties rectangulaires.

Exemple : si le pied du ciseau mesure 9 cm de large et si l'on veut découper des pièces d'écrans de 17,5 cm de large sur 95 cm de long, les lames mesureront :

Longueur **c** : 1,20 à 1,25 mètre

Largeur **d** : 13 centimètres ($17,5 \text{ cm} - 9 \text{ cm} / 2$)

Ecartement **e** : 9 centimètres.

Le tissu à découper est déroulé jusqu'à l'extrémité du gabarit puis tranché (avec un cutter) à la longueur voulue.

Une deuxième bande de tissu est déroulée par-dessus la précédente, puis découpée ; on déroule une nouvelle bande de tissu que l'on découpe, et ainsi de suite. Au bout de 10 couches, le paquet de bandes est glissé sur le gabarit puis découpé au ciseau électrique.

XII-1-2- Découpe des pièces non rectangulaires

Les écrans des pièges et du tulle moustiquaire n'ayant pas une forme géométrique simple il est nécessaire d'utiliser des gabarits spéciaux.

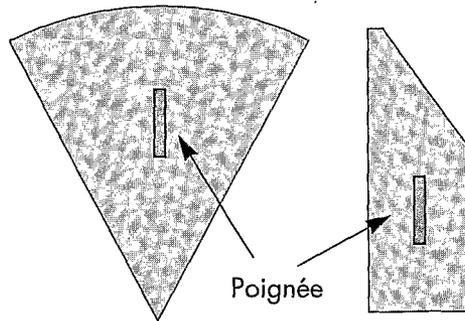


Figure 135 : Exemples de gabarits pour le cône en tulle et les écrans bleus du piège Vavoua.

On déroule sur la table de découpe une première bande de tissu. Dès qu'elle a atteint la longueur d'un nombre entier de pièces, on coupe au cutter et on déroule une autre bande de tissu par-dessus la première. Selon l'épaisseur du tissu on peut ainsi dérouler 6 ou 10 couches.

Avec un jeu de 2 patrons¹, en contreplaqué de 5 ou 8 mm d'épaisseur, découpés à la forme voulue (fig. 135), on trace avec une craie biseautée, ou un stylo feutre fin, les limites des pièces (un seul trait pour 2 pièces contiguës).

On découpe ensuite très facilement au ciseau électrique en suivant le milieu du trait tracé à la craie.

XII-2- Les parties métalliques

Il n'y a de parties métalliques que dans le piège Vavoua, la quantité de fil de fer galvanisé et de fer à béton à découper est donc réduite. Le travail peut être confié à un soudeur chargé de la découpe, de la soudure et des travaux de forge (pointe à l'extrémité des piquets des pièges).

➤ Les piquets sont en fer à béton lisse (diamètre 10 mm) de 1,70 mètre de longueur, soit 7 piquets dans une barre de 12 mètres.

➤ Le cercle du piège est en fil de fer galvanisé de 3/10^{ème} et dans un rouleau de 5 kg on peut confectionner 24 cercles (soudés ensuite par brasure).

¹Les dimensions de ces patrons correspondent à celles des différentes pièces décrites dans les chapitres XII-5 et XII-6. Pour rendre leur manipulation plus aisée on cloue dessus une poignée qui peut être simplement un morceau de bois.

XII-3- Mode de fabrication

XII-3-1- Ecran noir/bleu/noir

La découpe des écrans est très simple : la seule précaution à prendre est de conserver les chutes de voile noir pour en faire les languettes d'attache.

La largeur de la partie bleue (50 cm) a été choisie pour en découper trois dans la largeur du coupon de tissu (souvent livré en 150 cm de large).

L'assemblage des pièces est extrêmement simple : il n'y a que deux coutures longitudinales pour fixer entre elles la partie bleue et les deux bandes noires, et deux autres pour fixer les languettes². Il faut seulement veiller à ce que ces languettes soient suffisamment longues pour assurer une bonne fixation.

Au fur et à mesure de leur fabrication, la partie bleue des écrans doit être lacérée à l'aide d'un cutter. Il faut répartir sur la totalité du tissu bleu une dizaine de scarifications d'environ 8 à 10 cm de long. Cette opération est indispensable :

- pour éviter que les rafales de vent n'arrachent l'écran de ses supports ;
- pour éviter que le tissu bleu ne soit détourné et ne serve à confectionner, comme cela a été observé, des habits, des rideaux ou des couvertures (fig. 136).



Figure 136 : Vol du tissu bleu.

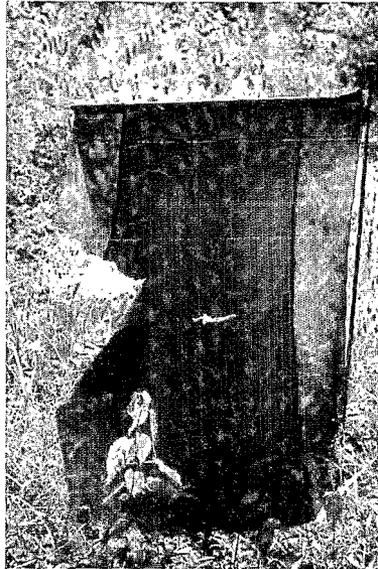


Figure 137 : Ecran dégradé.

Rien cependant ne peut empêcher les actes de vandalisme (fig. 137) ;

²Rappelons que les languettes sont découpées dans les chutes de tissu noir. Elles doivent mesurer environ 1,2 à 2 cm de large et au moins 25 cm de long. Lors de la couture chaque languette est pliée en deux et cousue à l'écran en son centre.

seule une bonne sensibilisation de la population limitera le nombre de dégradations volontaires.

XII-3-2- Les pièges

L'objectif, lors de la découpe des différentes pièces d'un piège, est de limiter les pertes au maximum pour réduire les coûts de fabrication. Les mesures des inventeurs ont été calculées dans ce sens. Mais pour le piège pyramidal nous avons redéfini les dimensions pour réduire les pertes quand les tissus, notamment le tissu bleu, sont livrés en 150 cm de large.

Le montage est plus délicat et plus long que celui des écrans et il faut des tailleurs expérimentés pour obtenir un piège correct (voir chapitres XII-5 et XII-6). Mais, l'expérience aidant, tout tailleur peut acquérir rapidement cette expérience et avoir une production quotidienne élevée et surtout de bonne qualité.

XII-4- Les accessoires

XII-4-1- Système d'installation et de support

Le piège est maintenu (voir fig. 139) par un cône en plastique (**A**) fabriqué à partir d'une bouteille d'eau minérale (voir figure 140). Ce cône repose sur un support métallique (**B**) composé (fig. 138) :

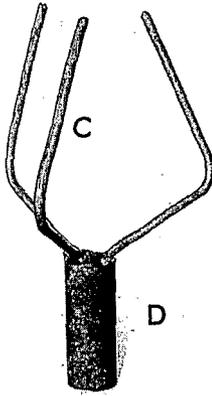


Figure 138 : Support de cône.

- > d'un bout de tube métallique (type tube serrurier) de 5 centimètres de long pour un diamètre d'environ 15 millimètres (suffisant pour qu'il s'emboîte sur le piquet en fer) ;

- > de trois brins (**C**) de fil de fer galvanisé (3 octobre) soudés à 120° à l'intérieur du tube (**D**). Ces brins sont coupés et galbés de façon à s'emboîter parfaitement à l'intérieur du cône en plastique.

Le piquet en fer est d'abord enfilé dans la gorge aménagée entre les écrans. Puis l'ensemble cône et support est inséré dans le cône en tulle moustiquaire du piège dont l'extrémité est ouverte (à la différence des pièges de lutte). Le support en fer est enfilé sur le piquet et le piquet enfoncé à la main dans le sol (de façon que le bas du piège ne soit pas à plus de 50 centimètres de hauteur).

On pose ensuite la boîte de capture (**F**) ou la cage (voir fig. 143). Selon le modèle de bouteille en plastique utilisé, on peut scier le col du cône pour qu'il s'emboîte plus étroitement à l'intérieur de la bouteille et que la fixation soit meilleure.

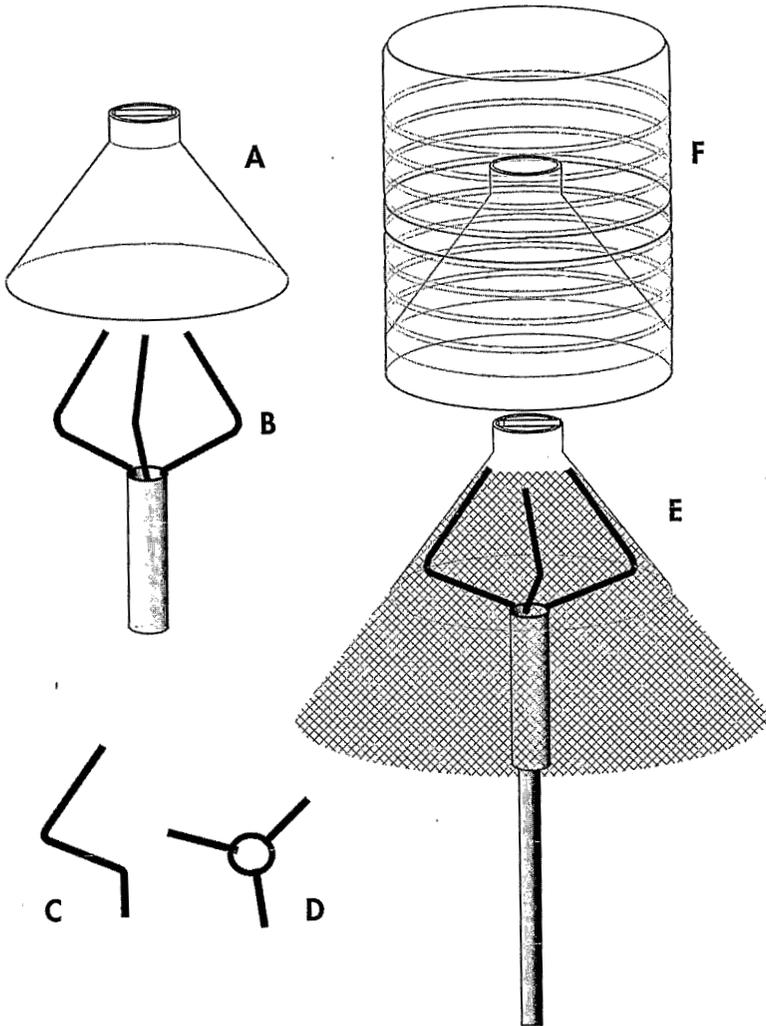


Figure 139 : Le système de support du piège.

A = cône de support en plastique ; B = support du cône ;
 C & D = pièces du support ; E = sommet du piège placé sur ses supports ;
 F = boîte de capture.

XII-4-2- Matériel de capture

Pour les évaluations avant ou après traitement, l'écodistribution et les études bio-écologiques, il y a deux possibilités selon que l'on souhaite obtenir des insectes frais pour dissection (âge physiologique, repas de sang, etc.) ou simplement décompter les glossines par espèces.

Récolte d'insectes morts

Pour éviter le pourrissement des insectes et empêcher d'autres insectes de les dévorer, on utilise des pièges surmontés d'une boîte de capture (fig. 140 & 142) remplie d'eau formolée à 5 %.

Cette boîte est fabriquée avec une bouteille d'eau minérale en plastique, qui, obligatoirement, doit avoir un col conique (A).

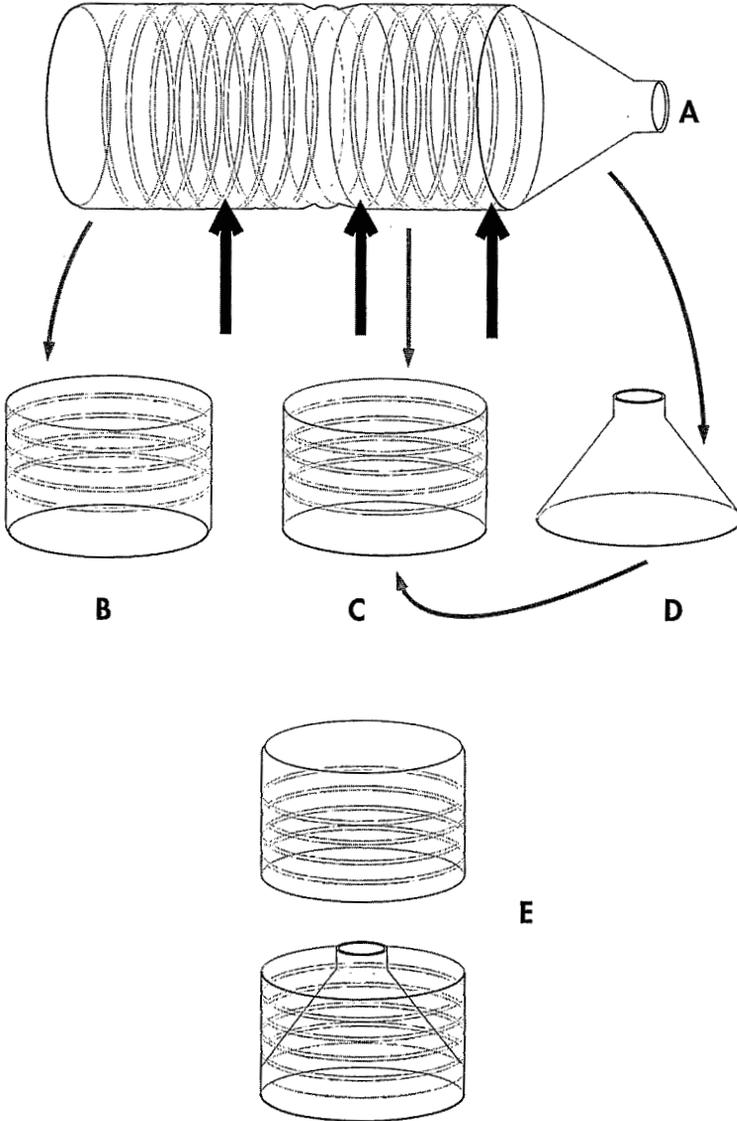


Figure 140 : Mode de fabrication d'une boîte de capture.

Avec des ciseaux pointus on découpe le fond (**B**) qui servira de couvercle à la boîte. Le couvercle peut avoir une hauteur de 10 à 11 cm.

Le corps de la boîte (**C**) est constitué du centre de la bouteille et mesure entre 8 et 9 cm.

Le col de la bouteille (**D**) est découpé pour être inséré dans le corps de la boîte et y être collé avec de la colle pour PVC. La colle est déposée, en quantité raisonnable et de façon continue, à l'intérieur du corps de la boîte à environ 0,5 centimètre de sa base. Le cône est inséré dans le corps de la boîte (**E**) ; une légère pression suffit à mettre le tout en place et à bien répartir la colle pour assurer l'étanchéité du système.

On vérifie l'étanchéité en remplissant les boîtes d'eau : les fuites éventuelles sont colmatées avec un peu de colle (après séchage de la boîte).

Pour l'évaluation la boîte est remplie (jusqu'à 2 cm de son bord supérieur) avec de l'eau formolée à 5 % (50 cm³ de formol pour 1 litre d'eau) et recouverte par le couvercle **B** ; le tout est posé sur le cône de support du piège.

Une boîte peut rester en place au moins pendant deux semaines (fig. 142).

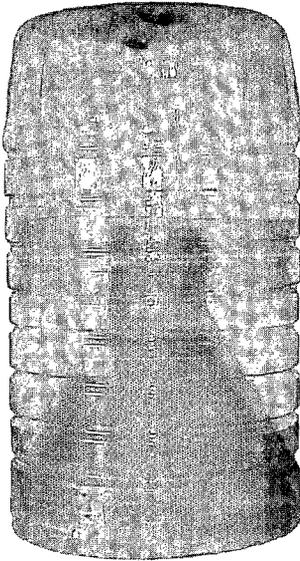


Figure 141 : Boite de capture.

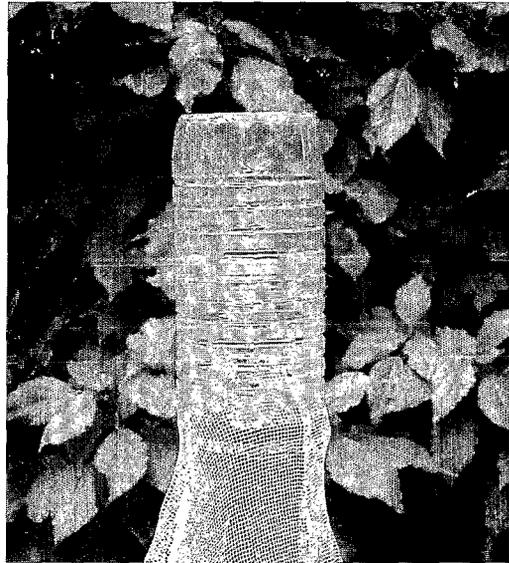


Figure 142 : La boîte de capture en place.

Pour les évaluations il est préférable que le piège soit fixé au sol par un piquet en fer plutôt que d'être suspendu. Ce piquet est fabriqué dans du fer à béton de 8 millimètres d'une longueur de 1,70 mètre³.

³ Dans certaines zones au sol meuble ou très humide il faut prévoir une longueur supérieure pour assurer une bonne fixation.

Récolte d'insectes vivants

Pour obtenir des glossines vivantes le piège doit être surmonté d'une cage de capture (fig. 143).

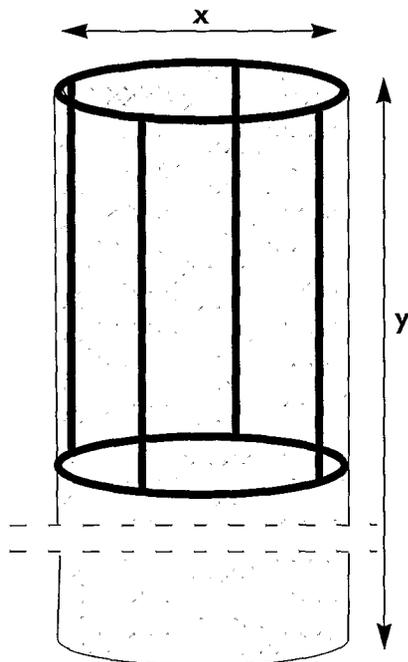


Figure 143 : Cage de capture.

Cette cage est construite avec du fil de fer galvanisé de 3/10^{ème} : quatre brins de 15 cm environ sont soudés sur deux cercles dont le diamètre x doit être égal à celui de la base de cône de support en plastique (fig. 140, **D**) moins un centimètre.

La cage est recouverte d'un "manchon" en tulle moustiquaire d'une longueur totale y au moins égale au double de la cage (ceci pour permettre d'en nouer l'extrémité lors du transport).

Pour avoir des insectes en parfait état les cages :

- > doivent être ramassées aussi souvent que possible dans la journée : le rythme de ramassage est déterminé par la longueur des circuits de capture et les conditions météorologiques ;

- > sont rangées au fur et à mesure dans des casiers en plastique ajourés (pour assurer la circulation de l'air) tapissés de serpillières mouillées (pour le maintien d'une température basse et d'une humidité élevée) ;

- > sont stockées la nuit, si la dissection n'a pu être faite immédiatement, sur une table dont les pieds sont posés dans des plateaux remplis d'eau savonneuse (pour éviter les fourmis). Les glossines peuvent aussi être sorties des cages et introduites dans des tubes à essai en verre portant le numéro du piège et rangés dans un réfrigérateur ou un endroit frais (serpillière mouillée). On doit éviter de mettre trop de glossines dans le même tube (maximum 10 dans un tube de 15 cm).

XII-5- Construction du piège Vavoua

Les différentes parties du piège Vavoua

Le piège Vavoua (fig. 144) est constitué de 3 triangles arrondis de tulle moustiquaire blanc (polyester), de trois écrans centraux, en voile polyamide noir et de trois écrans externes en coton/polyester ou polyamide bleu. Leurs cotes (en centimètres) sont données dans la figure 145.

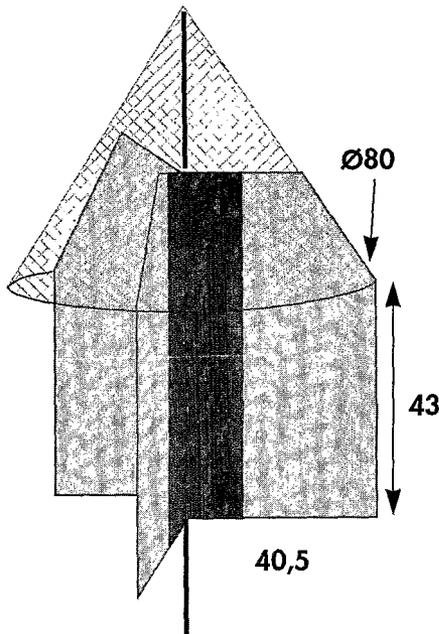


Figure 144 : Piège Vavoua.

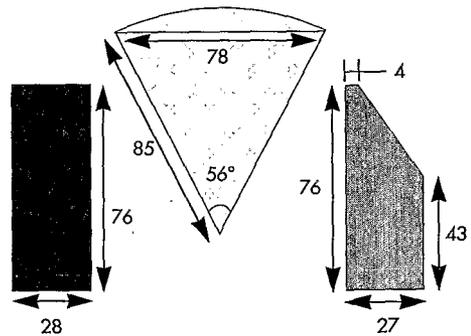


Figure 145 : Les pièces de Vavoua.

XII-5-1- Découpe du tulle moustiquaire

Le tulle moustiquaire est plié dans le sens de la longueur, une ou plusieurs fois (selon la largeur du coupon, 150 cm ou plus) de telle sorte que l'on ait une bande (de deux ou plusieurs couches) de 72,5 cm de large (fig. 146). On fixe la bande sur la table de découpe à l'aide de punaise.

Le premier patron est posé sur le tulle ; on trace les limites de la pièce avec un stylo feutre fin ; on juxtapose le 2^{ème} patron près du premier et on trace les limites de la 2^{ème} pièce ; sans bouger le second patron, on déplace le premier

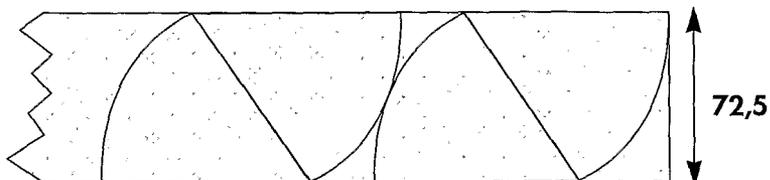
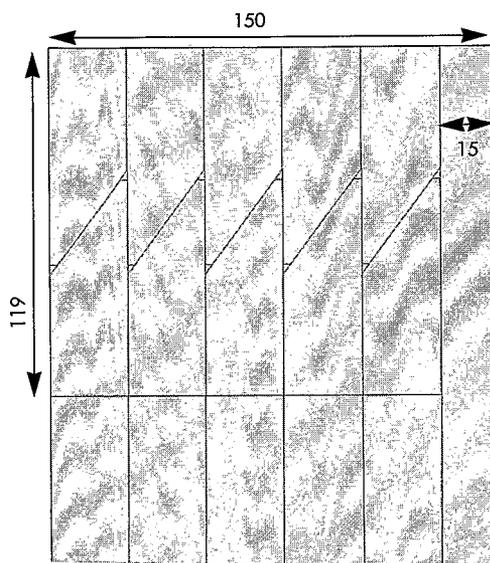


Figure 146 : Pliage et découpe du tulle moustiquaire.

pour tracer les limites de la 3^{ème} pièce et ainsi de suite jusqu'à ce que l'on soit arrivé au bout de la table de découpe.

On découpe les pièces au fur et à mesure avec des ciseaux de bonne qualité. Lorsque toutes les pièces sont découpées, on tire la bande jusqu'à l'extrémité de la table et on recommence : fixation avec les punaises, tracé des limites, découpe.

XII-5-2- Découpe des écrans bleus du piège



On déroule une bande de tissu correspondant à un nombre entier de pièces (fig. 147) soit x fois 119 cm ; on coupe le tissu au cutter ; on déroule une autre bande par-dessus la première. Si on dispose d'un ciseau électrique on peut superposer 10 couches, dans le cas contraire il faut découper les pièces au fur et à mesure.

Pour tracer les limites des pièces on procède comme pour le tulle moustiquaire (deux patrons que l'on déplace, tracé au feutre fin ou à la craie).

Figure 147 : Découpe du tissu bleu.

XII-5-3- Découpe des écrans noirs des pièges

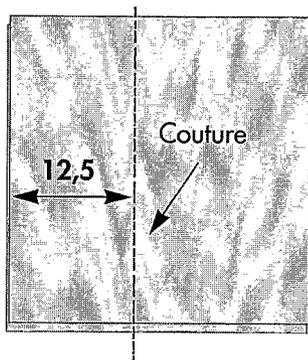
Si le tissu est livré en 180 cm de large, le gabarit (voir fig. 134) aura une largeur de 180 cm et une longueur de 100 (76 cm, longueur de l'écran noir, + 24 cm pour laisser passer le ciseau). Les lames auront pour dimensions :

- longueur **c** : 100 cm ;
- largeur **d** = $(28 - 1/2 \text{ largeur de la semelle du ciseau})$;
- écartement **e** : largeur de la semelle du ciseau.

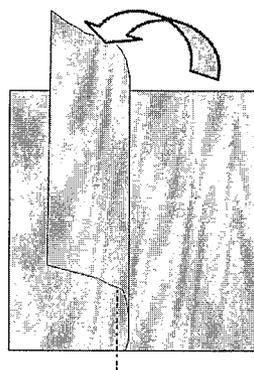
On procède de la même façon que pour le tissu bleu : en superposant sur le gabarit une dizaine de couches de voile noir que l'on coupe au ciseau électrique ; en découpant au fur et à mesure les pièces tracées sur le tissu si l'on ne dispose pas d'un ciseau électrique.

XII-5-4- Montage du piège

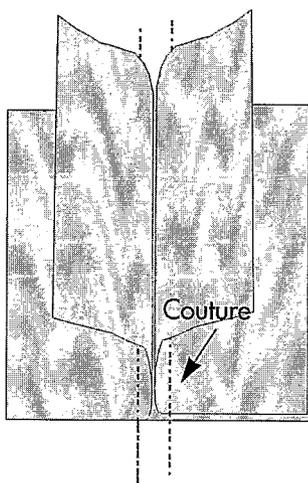
Couture des écrans noirs



Deux écrans noirs sont juxtaposés parfaitement puis cousus ensemble à 12,5 cm du bord.



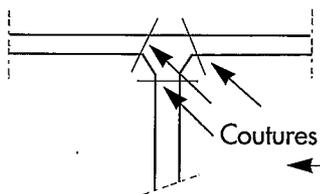
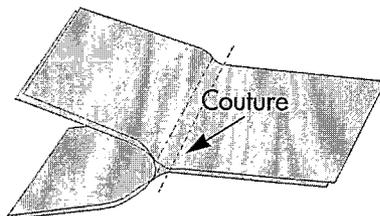
La partie la plus large de l'écran du dessus est repliée sur le côté.



On pose le 3^{ème} écran sur le premier en alignant parfaitement les bords. On les coud à 12,5 cm du bord extérieur.



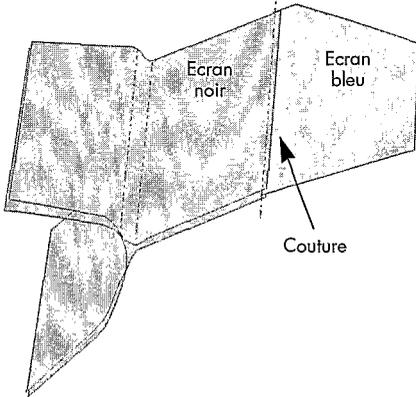
Les 2^{ème} et 3^{ème} écrans, juxtaposés bord à bord, sont eux aussi cousus à 12,5 cm du bord.



On a ainsi créé une gorge longitudinale entre les 3 écrans noirs par laquelle on pourra enfiler le piquet de fixation.

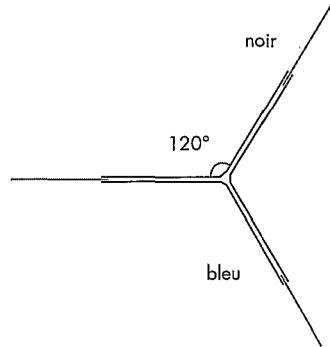


Couture des écrans bleus



Chaque écran bleu est inséré entre les bords libres de deux écrans noirs sur une profondeur d'un demi-centimètre environ en s'assurant que les écrans noirs et l'écran bleu sont parfaitement alignés. On coud les écrans ensemble et on répète l'opération pour les deux autres pièces bleues.

Les 3 écrans noirs/bleus ainsi cousus seront disposés à 120° lors du montage final.

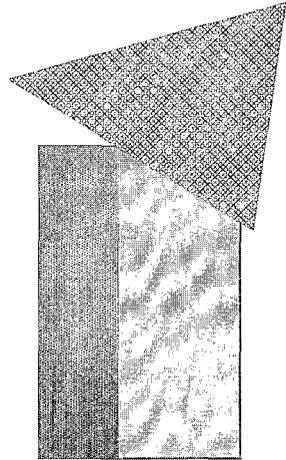


Couture du cône en moustiquaire

C'est la partie la plus délicate mais un tailleur ayant vu le modèle de piège saura immédiatement comment procéder. Il y a deux opérations : coudre les trois triangles en tulle moustiquaire sur les écrans bleus et coudre les triangles entre eux.

On procède comme pour la couture des pièces en tulle du piège pyramidal (voir chapitre XII-6).

Toutefois, pour pouvoir fixer le cercle en fil de fer le bord arrondi des pièces en tulle doit dépasser d'au moins un centimètre l'extrémité du pan coupé du tissu bleu.



Montage du cercle en fil de fer galvanisé

Le sommet du cône en tulle est engagé à l'intérieur du cercle en fil de fer. Ce dernier est placé à la limite du pan coupé de l'écran bleu. Le tulle est replié par-dessus le fil de fer. On coud sur tout le tour du piège.

XII-6- Construction du piège pyramidal

XII-6-1- Les différentes pièces du pyramidal

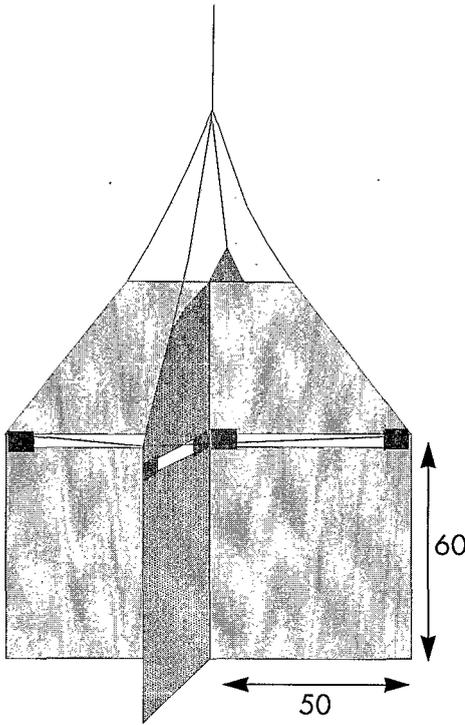


Figure 148 : Le piège pyramidal.

Le piège pyramidal (fig. 148) se compose de quatre triangles en tulle moustiquaire blanc (polyester), de deux écrans en coton/polyester ou en polyamide bleu et de deux écrans en coton/polyester ou en polyamide noir. Leurs cotes (en centimètres) sont données dans la figure 149.

Par rapport au plan original des inventeurs, nous avons modifié les

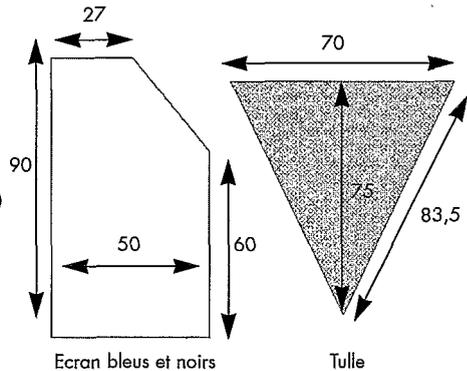


Figure 149 : Les pièces du pyramidal.

cotes du piège pyramidal ainsi que la forme des différentes pièces qui le composent pour que celles-ci soient compatibles avec des coupons de tissu en 150 centimètres de large. On peut ainsi réduire notablement les pertes de tissu, donc diminuer le coût de ce modèle.

XII-6-2- Découpe des différentes pièces

Pour la découpe des différentes parties du piège pyramidal (fig. 150) on procède de la façon décrite pour le piège Vavoua en utilisant des patrons, en contreplaqué, découpés selon les cotes indiquées. Les limites des pièces sont tracées à la craie.

Les tissus sont étalés sur plusieurs couches pour une découpe au ciseau électrique. Pour une petite quantité de pièges on peut utiliser simplement des ciseaux ordinaires.

Toutes les chutes doivent être récupérées, elles serviront ultérieurement.

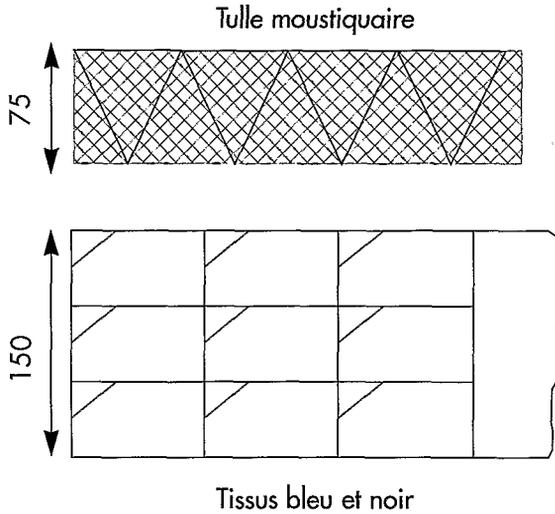
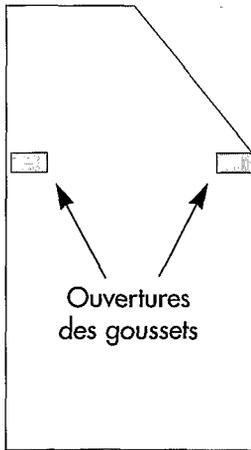


Figure 150 : Découpe des pièces du pyramidal.

XII-6-3- Assemblage

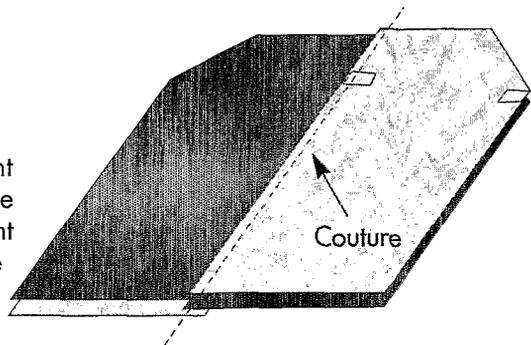


Avant de coudre ensemble les écrans il faut placer sur chacun d'eux des "goussets" servant, lors de l'installation, à placer des baguettes de bois souple qui assurent la tenue du piège.

Ces goussets sont faits avec les chutes de tissu obtenues lors de la découpe. Chacun mesure approximativement 10 centimètres de long sur 3 ou 4 de large.

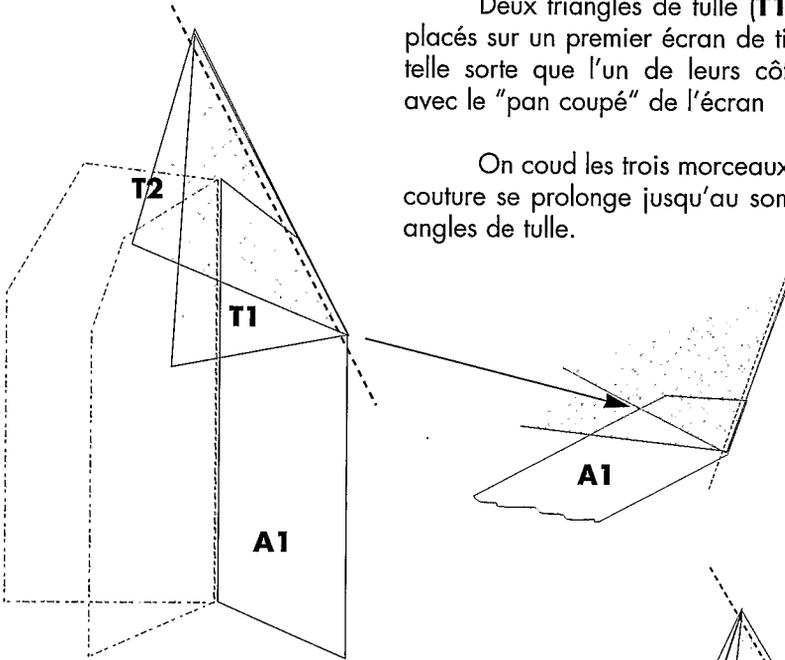
Ils sont cousus sur trois côtés (en doublant la couture pour assurer une bonne fixation car les baguettes devront exercer une certaine tension); le gousset proche de l'axe de couture des écrans est placé à 1 cm du bord.

Les quatre écrans sont superposés (ainsi que l'indique le schéma ci-contre), se chevauchant sur 1 centimètre, ils sont ensuite cousus ensemble.



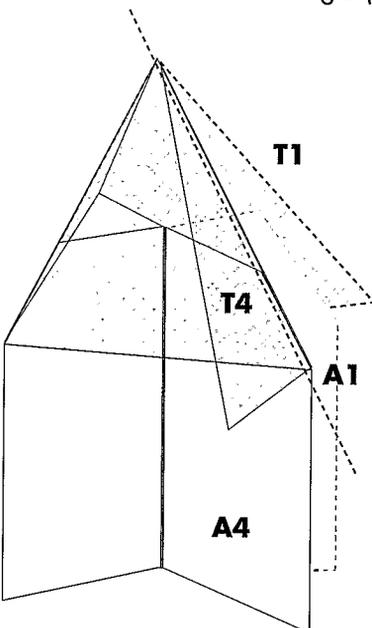
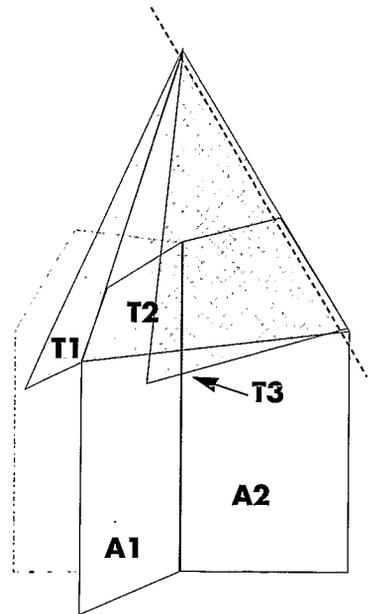
Deux triangles de tulle (**T1** et **T2**) sont placés sur un premier écran de tissu (**A1**) de telle sorte que l'un de leurs côtés coïncide avec le "pan coupé" de l'écran

On coud les trois morceaux de tissu ; la couture se prolonge jusqu'au sommet des triangles de tulle.



Sur le pan coupé de l'écran suivant (**A2**) on juxtapose les triangles de tulle **T2** et **T3** : on coud de la même façon que précédemment.

On fait de même pour le troisième écran (**A3**) sur lequel on fixe à la fois le triangle de tulle **T3** et un nouveau triangle (**T4**).



La dernière opération consiste à fermer la pyramide. Pour cela il faut coudre ensemble l'écran **A4** et les deux morceaux de tulle **T1** et **T4**.

Pour que cette dernière couture soit à l'intérieur de la pyramide, on tourne celle-ci en faisant passer son sommet par l'intérieur et en le ressortant par le bas.

On juxtapose les trois pièces que l'on coud puis on remet la pyramide dans sa position normale.

XII-6-4- Installation du piège

Pour maintenir ce piège en position normale, lors de l'installation, on coupe 4 baguettes de bois, de bambou ou de toute autre plante, suffisamment rigides, solides et flexibles pour tenir les écrans sans se casser ni plier. Elles ne devront pas être trop lourdes pour ne pas exercer une tension trop forte sur la pyramide en tulle qui se fragilise assez rapidement après exposition au soleil.

Ce piège a été conçu pour la lutte et pour être suspendu. On utilise une ficelle imputrescible pour éviter la chute du piège. Toutefois on peut adopter le même système que le piège Vavoua en faisant passer un piquet dans la pyramide en tulle et utiliser le même système de support.

XII-6-5- Evaluation continue

Les inventeurs du pyramidal ont ajouté au plan de ce piège un système permettant une évaluation continue de la réduction de la densité des glossines par comptage des individus capturés.

Ce système consiste en une poche de tulle moustiquaire, de forme conique, cousue en quatre points à l'intérieur de la pyramide de façon à laisser 4 ouvertures permettant aux insectes, ayant pénétré à l'intérieur du piège, d'accéder au sommet. Prisonnière de la pyramide, la glossine prend une dose d'insecticide et tombe à l'intérieur de la poche faisant office de nasse.

Le décompte des insectes morts peut se faire au rythme choisi par le responsable de la campagne : le risque que les glossines soient dévorées par des fourmis est minime car elles aussi seront tuées par l'insecticide. Toutefois on prendra garde :

> à ne pas trop espacer les relevés : sous climat pluvieux les insectes pourrissent assez vite ;

> à tenir compte de la dégradation de l'insecticide : la mortalité chez les glossines capturées va diminuer et un faible taux de capture ne traduira pas forcément une réelle réduction de la densité des populations ; les prédateurs ne seront plus incommodés par l'insecticide et risqueront de dévorer tout ou partie de l'échantillon capturé.

XIII

BIBLIOGRAPHIE

- AHMED (A.B.), ONYIAH (J.A.), 1994 - Observations on the effects of antibiotics in the blood meal of *Glossina* species. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 47, 103-104.
- ALLSOPP (R.), 1978 - The effect of dieldrin, sprayed by aerial application for tsetse control on game animals. *J. appl. Ecol.*, 15, 117-127.
- AUSTEN (E.E.), 1903 - A monograph of the tsetse flies (genus *Glossina*, Westwood) based on the collection in the British Museum. London. British Museum, 327p.
- BALDRY (D.A.T.) & RIORDAN (K.), 1965 - Training course in African Trypanosomiasis. Notes on Entomology. *World Health Organisation*, 136p.
- BAUER (B.), KABORE (I.), LIEBISCH (A.), MEYER (F.), PETRICH-BAUER (J.), 1992 - Simultaneous control of ticks and tsetse flies in Satiri, Burkina Faso, by the use of flumethrin pour on for cattle. *Trop. Med. Parasitol.*, 43, 41-46.
- BAUER (B.), PETRICH-BAUER (J.), POHLIT (H.), KABORE (I.), 1988 - Effects of flumethrin Pour-on against *Glossina palpalis gambiensis* (Diptera, Glossinidae). *Trop. Med. Parasitol.*, 39, 151-152.
- BOIS (J.F.), CHALLIER (A.), LAVEISSIERE (C.) & OUEDRAOGO (V.), 1977 - Recherche des lieux de repos diurnes des glossines (*Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949 : Diptera, Glossinidae) par détection de spécimens marqués au ⁵⁹Fe. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, XV, 3-13.
- BRIGHTWELL (R.), DRANSFIELD (R.D.), KYORKU (C.), GOLDR (T.K.), TARIMO (S.A.) & MUNGAI (D.), 1987 - A new trap for *Glossina pallidipes*. *Trop. Pest Manag.*, 33, 151-159.
- BRUFORD (M.W.) & WAYNE (R.K.), 1993 - Microsatellites and their application to population genetic studies. *Cur. Op. Genet. Dev.*, 3, 939-943.
- BURCHARD (R.P.) & BALDRY (D.A.T.), 1970 - Polytene chromosomes of *Glossina palpalis* Robineau-Desvoidy (Diptera : Muscidae). I. The preliminary demonstration. *Proceedings of the Royal Entomological Society of London (A)*, 45, 182-183.
- BURSELL (E.), 1960 - The effect of temperature on the consumption of fat during pupal development in *Glossina*. *Bull. ent. Res.*, 51, 583-598.
- BURSELL (E.) and TAYLOR, 1980 - An energy budget for *Glossina* (Diptera : Glossinidae). *Bull. ent. Res.*, 70, 187-196.

- BUXTON (P.A.), 1955 - The natural history of tsetse flies. *Mem. Lond. Sch. Hyg. Trop. Med.*, n° 10, H.K. Lewis ed., London, 816p.
- CHALLIER (A.), 1965 - Amélioration de la méthode de détermination de l'âge physiologique des glossines. Etudes faites sur *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949. *Bull. Soc. Path. exot.*, w, 250-259.
- CHALLIER (A.), 1973a - Ecologie de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank 1949 (Diptera; Muscidae) en savane d'Afrique occidentale. *Mém. ORSTOM*, n° 64, 274p.
- CHALLIER (A.), 1973b - La capacité vectorielle des glossines. *Rapport OCCGE/Centre Muraz*, n° 5.416/Doc. Tech. OCCGE, 22p.
- CHALLIER (A.), 1982 - The ecology of tsetse (*Glossina* spp.) (Diptera; Glossinidae) : a review (1970-1981). *Insect Sci. Application*, w, 97-143.
- CHALLIER (A.), 1984 - Perspectives d'utilisation des systèmes attractifs toxiques dans la lutte contre les glossines (Diptera, Glossinidae). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 37, 31-59.
- CHALLIER (A.), EYRAUD (M.), LAFAYE (A.) & LAVEISSIERE (C.), 1977 - Amélioration du rendement du piège biconique pour glossines (Diptera, Glossinidae) par l'emploi d'un cône inférieur bleu. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, XVI, 5-15.
- CHALLIER (A.) & GOUTEUX (J.P.), 1978 - Enquête entomologique dans le foyer de maladie du sommeil de Vavoua, République de Côte d'Ivoire (janvier-mars 1978). II. Possibilités et essais de lutte en zone forestière contre *Glossina palpalis palpalis* (Rob.-Desv.). *Rapport OCCGE/Centre Muraz*, n° 6770/Doc. tech. OCCGE, 23p.
- CHALLIER (A.), OUANOU (S.), CHAUVET (G.), BENGALI (S.), & MONDET (B.), 1973 - Enquête entomologique et épidémiologique dans le foyer de trypanosomiase de Ouélessébougou (République du Mali). *Rapport OCCGE/Centre Muraz*, n° 5313/Doc. Tech. OCCGE, 17p.
- CHALLIER (A.) & LAVEISSIERE (C.), 1973 - Un nouveau piège pour la capture des glossines (*Glossina* : Diptera, Muscidae) : description et essais sur le terrain. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, XI, 251-262.
- CHALLIER (A.) & TURNER (D.A.), 1985 - Methods to calculate survival rate in tsetse fly (*Glossina*) populations. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, 65, 191-197.
- CHORLEY (C.W.), 1933 - Traps for tsetse flies of the "crinoline" and "ventilator" forms. *Bull. ent. Res.*, 24, 315-317.

- CURTIS (C.F.), 1972 - Sterility from crosses between sub-species of the tsetse fly *Glossina morsitans*. *Acta trop.*, 29, 250-268.
- CUISANCE (D.), 1989 - Le piégeage des tsésé. *Etudes et Synthèses de l'IEMVT*, 32, 172 pages.
- CUISANCE (D.) & FEVRIER (J.), 1983 - Etude sur le pouvoir de dispersion des glossines. *Rapport IEMVT/CRTA*, 82p.
- CUISANCE (D.), FEVRIER (J.), DEJARDIN (J.) & FILLEDIER (J.), 1985 - Dispersion linéaire de *Glossina palpalis gambiensis* et de *Glossina tachinoides* dans une galerie forestière de zone soudano-guinéenne (Burkina-Faso). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 37, 84-98.
- CUISANCE (D.), MEROT (P.), POLITZAR (H.) & TAMBOURA (I.), 1984 - Coût de l'emploi d'écrans insecticides dans la lutte intégrée contre les glossines dans la zone pastorale de Sidéradougou, Burkina. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 37, 84-98.
- D'ALMEIDA (J.F.), 1985 - Contribution à l'étude du piégeage de *Glossina longipalpis* Wiedemann 1830 en zone de savane guinéenne de Côte d'Ivoire. *Mémoire de DEA/CEMV/Bouaké*, n°11, 72p.
- DE LA ROCQUE (S.), 1997 - Identification des facteurs discriminants majeurs de la présence des glossines dans une zone agro-pasorale du Burkina Faso. Intérêt pour la prévision du risquer trypanosomien. *Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II*, 212p.
- DENLINGER (D.L.), 1975 - Insect hormones as tsetse abortifacients. *Nature, Lond.* 253, 347-348.
- DOLAN (R.B.), SAYER (P.D.), ALUSHULA (H.), HEATH (B.R.), 1988 - Pyrethroid impregnated ear tags in trypanosomiasis control. *Trop. Anim. Hlth. Prod.*, 20, 267-268.
- ELLIS (D.S.) & EVANS (D.A.), 1977 - Passage of *Trypanosoma brucei rhodesiense* through the peritrophic membrane of *Glossina morsitans morsitans*. *Nature*, 267, 834-835.
- ELLIOT (M.), 1989 - The pyrethroids : early discovery, recent advances and the future. *Pest. Sci.*, 27, 337-351.
- ELSEN (P.), ROELANDS (P.), DELIL (G.), DUJARDIN (J.P.), LE RAY (D.) & CLAES (Y.), 1994 - Cytogenetic and isozymic comparisons of two laboratory lines of *Glossina palpalis gambiensis*. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 88, 511-522.

- EOUZAN (J.P.), LANCIEN (J.) & FREZIL (J.L.), 1981 - Analyse critique d'une méthode de lutte adaptée à deux espèces de glossines riveraines en République Populaire du Congo. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XIX, 75-80.
- EVANS (D.A.) & ELLIS (D.S.), 1975 - Penetration of mid-gut cells of *Glossina morsitans morsitans* by *Trypanosoma brucei rhodesiense*. *Nature*, 258, 231-233.
- FAIRBURN (H.) & CULWICK (A.T.), 1950 - The transmission of polymorphic trypanosomes. *Acta tropica*, 7, 19-47.
- FLINT (S.), 1985 - A comparison of various traps for *Glossina* spp. (Glossinidae) and other Diptera. *Bull. ent. Res.*, 75, 529-534.
- FORD (J.), 1971 - The role of the trypanosomiasis in African ecology : a study of the tsetse fly problem. *Clarendon Press, Oxford*, 568 p.
- FORD (J.) & KATONDO (K.M.), 1973 - Maps of tsetse fly (*Glossina*) distribution in Africa, 1973, according to sub-generic groups on scale of 1:5,000 000 (plus a set of 9 maps in colour). *Bull. Anim. Hlth. Production*, 25, 187-193.
- FREZIL (J.L.), 1983 - La trypanosomiose humaine en République populaire du Congo. *Travaux et documents de l'ORSTOM*, n° 155, 165p.
- GINGRICH (J.B.), ROBERTS (L.W.) & MACKEN (L.M.), 1983 - *Trypanosoma brucei rhodesiense* : mechanical transmission by tsetse, *Glossina morsitans* (Diptera : Glossinidae), in the laboratory. *J. med. Entomol.*, 20, 673-676.
- GINGRICH (J.B.), WARD (R.A.), MACKEN (L.M.) & ESSER (K.M.), 1982 - African sleeping sickness : new evidence that mature tsetse flies (*Glossina morsitans*) can become potent vectors. *Trans. R. Soc. trop. med. Hyg.*, 76, 479-481.
- GLASGOW (J.P.), 1963 - The distribution and abundance of tsetse. *Pergamon Press, London*, 241p.
- GLOVER (P.E.), 1961 - The tsetse fly problem in Northern Nigeria. A survey of the literature and work up to november 1960 with suggestions for intensifying future eradication. *Patwa News Agency, Nairobi*, 383 p.
- GOODING (R.H.), 1981 - Genetic polymorphism in three species of tsetse flies (Diptera : Glossinidae) in Upper Volta. *Acta Tropica*, 38, 149-161.

- GOODING (R.H.), 1989 - Genetic of two populations of *Glossina morsitans centralis* (Diptera : Glossinidae) from Zambia. *Acta Tropica*, 46, 17-22.
- GOODING (R.H.), MBISE (S.), MACHA (P.) & ROSELTH (B.M.), 1993 - Genetic variation in a Tanzanian population of *Glossina swynnertoni* (Diptera : Glossinidae). *Journal of Medical Entomology*, 30, 489-492.
- GOODING (R.H.), MOLOO (S.K.) & ROSELTH (B.M.), 1991 - Genetic variation in *Glossina brevipalpis*, *G. longipennis* and *G. pallidipes*, and the phenetic relationships of *Glossina* species. *Medical and Veterinary Entomology*, 5, 165-173.
- GOUTEUX (J.P.), 1984 - Ecologie des glossines en secteur pré-forestier de Côte d'Ivoire. Relation avec la trypanosomiase humaine et possibilités de lutte. *Thèse Doctorat*, Orsay.
- GOUTEUX (J.P.), 1987 - Ecodistribution de *Glossina palpalis palpalis* (Rob.-Desv.) en secteur préforestier de Côte d'Ivoire. Sexe, rythmes ovaro-utérins et utilisation de l'espace. *Acta oecologica*, 8, 27-38.
- GOUTEUX (J.P.), BANSIMBA (P.), BISSADIDI (N.) & NOIREAU (F.), 1987 - La prise en charge de la lutte contre les tsésés par les communautés rurales : premiers essais dans cinq villages congolais. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, 67, 37-49.
- GOUTEUX (J.P.) & BUCKLAND (S.T.), 1984 - Ecologie des glossines en secteur pré-forestier de Côte d'Ivoire. 8. Dynamique des populations. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, XXIII, 19-34.
- GOUTEUX (J.P.) & LANCIEN (J.), 1986 - Le piège pyramidal à tsésés (Diptera : Glossinidae) pour la capture et la lutte. Essais comparatifs et description de nouveaux systèmes de capture. *Trop. med. Parasit.*, 37, 61-66.
- GOUTEUX (J.P.), LAVEISSIERE (C.) & BOREHAM (P.F.L.), 1982 - Ecologie des glossines en secteur pré-forestier de Côte d'Ivoire. 2. Les préférences trophiques de *Glossina palpalis s.l.* *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, XX, 3-18.
- GOUTEUX (J.P.) & NOIREAU (F.), 1986 - Un nouvel écran-piège pour la lutte anti tsé tsé : description et essais dans un foyer congolais de trypanosomiase humaine. *Ent. exp. applic.*, 41, 291-297.
- GREEN (C.H.), 1986 - Effects of colours and synthetic odours on the attraction of *Glossina pallidipes* and *G. morsitans morsitans* to traps and screens. *Physiol. Ent.*, w, 411-421.

- GREEN (C.H.), 1987 - L'analyse du pouvoir attractif des couleurs pour les mouches tsésé de l'espèce-groupe *palpalis*. ISCTRC, OUA/STRC, Lomé, 1987.
- GREEN (C.H.) & COSENS (D.), 1983 - Spectral responses of the tsetse fly *Glossina morsitans morsitans*. *J. Insect Physiol.*, 29, 795-800.
- HADAWAY (A.B.), BARLOW (F.), TURNER (C.R.) & FLOWER (L.S.), 1977 - The search for new insecticides for tsetse fly control. *Pestic. Sci.*, 8, 172-176.
- HARGROVE (J.W.) & LANGLEY (P.A.), 1990 - Sterilizing tsetse (Diptera : Glossinidae) in the field : a successful trial. *Bull. ent. Res.*, 80, 397-403.
- HARMSSEN (R.), 1973 - The nature of the establishment barrier for *Trypanosoma brucei* in the gut of *Glossina pallidipes*. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 67, 364-373.
- HARRIS (R.H.T.P.), 1930 - Report on the bionomics of the tsetse fly (*Glossina pallidipes* Aust.), and a preliminary report of a new method of control, presented by the provincial administration of Natal. Fol 75 pp. Pietermaritzburg.
- HARRIS (R.H.T.P.), 1938 - The control and possible extermination of the tsetse fly by trapping. *Acta Conv. ter. trop. Malar. Morb.*, 1, 663-677.
- HEGH (E.), 1929 - Les tsé-tsés. Imprimerie Industrielle et Financière. Bruxelles, 742 p.
- HENDRICKX (G.), SLINGENBERGH (J. H. W.), DAO (B.), BASTIAENSEN (P.) & NAPALA (A.), 1997 - Geographical information systems (GIS), powerful tools in decision-making. Defining priority areas for trypanosomiasis control. In : *Proc. 24th meeting of ISCTRC/OUA, Maputo*, 119, 464-471.
- HURSEY (B.S.), 1985 - Lutte contre les glossines en Afrique. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 4, 299-310.
- ITARD (J.), 1986 - Les glossines ou mouches tsésé. *Etudes et synthèses de l'IEMVT*, 15, 155 pages.
- JACK (R.W.), 1939 - Studies in the physiologie and behaviour of *Glossina morsitans* Westw. *Mem. Dep. Afric. S. Rhod.*, 1, 1-203.
- JACK (R.W.), 1941 - Notes on the behaviour of *Glossina pallidipes* and *G. brevipalpis* and some comparisons with *G. morsitans*. *Bull. ent. Res.*, 31, 407-430.
- JACKSON (C.H.N.), 1933 - The causes and implications of hunger in tsetse flies. *Bull. ent. Res.*, 24, 443-482.

- JACKSON (C.H.N.), 1945 - Comparative studies of the habitat requirements of tsetse fly species. *J. anim. Ecol.*, 14, 46-51.
- JACKSON (C.H.N.), 1946 - An artificially isolated generation of tsetse flies. *Bull. ent. Res.*, 37, 291-299.
- JENNI (L.), MOLYNEUX (D.H.), LIVESEY (J.L.) & GALUN (R.), 1980 - Feeding behaviour of tsetse flies infected with salivarian trypanosomes. *Nature*, 283, 383-385.
- JORDAN (A.M.), 1974 - Recent developments in the ecology and methods of control of tsetse flies (*Glossina spp.*)(Dipt., Glossinidae) - a review. *Bull. ent. Res.*, 63, 361-399.
- JORDAN (A.M.), 1986 - Trypanosomiasis control and African rural development. *Longman ed.*, London, 357p.
- JORDAN (A.M.) & TREWERN (M.A.), 1978 - Larvicidal activity of diflubenzuron in the tsetse fly. *Nature*, 272, 719-720.
- JORDAN (A.M.) TREWERN (M.A.) BORKOVEC (A.B.) & DE MILO (A.B.), 1979 - Laboratory studies on the potential of three insect growth regulators for control of the tsetse fly, *Glossina morsitans morsitans* Westwood (Diptera : Glossinidae). *Bull. ent. Res.* 69, 55-64.
- JURA (W.G.Z.O.), ODHIAMBO (T.R.), OTIENO (L.H.) & TABU (N.O.), 1988 - Gonadal lesions in virus-infected male and female tsetse *Glossina pallidipes* (Diptera : Glossinidae). *J. Invert. Pathol.*, 52, 1-8.
- JURA (W.G.Z.O.), OTIENO (L.H.) & CHIMTAWI (M.M.B.), 1989 - Ultrastructural evidence for trans-ovum transmission of the DAN virus of tsetse, *Glossina pallidipes* (Diptera : Glossinidae). *Current Microbiology*, 18, 1-4.
- KAAYA (G.P.) & DARJI (N.), 1989 - Mortality in adult tsetse, *Glossina morsitans morsitans*, caused by entomopathogenic bacteria. *J. Invert. Pathol.*, 54, 32-38.
- KAAYA (G.P.), KOKWARO (E.D.) & MURITHI (J.K.), 1991 - Mortalities in adult *Glossina morsitans morsitans* experimentally-infected with entomogenous fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Discovery and Innovation*, 3, 55-60.
- KAAYA (G.P.) & OKECH (M.A.), 1990 - Horizontal transmission of mycotic infection in adult tsetse, *Glossina morsitans morsitans*. *Entomophaga*, 35, 589-600.

- KAYEMBE (D.) & WERY (M.), 1971 - Observations sur la résistance aux diaminés de souches de *Trypanosoma gambiense* récemment isolées en République démocratique du Congo. *CSIRTC, OUA/STRC, n° 105*, 83-88.
- KENCE (A.), OTIENO (L.H.), DARJI (N.) & MAHAMAT (H.), 1995 - Genetic polymorphisms in natural populations of tsetse fly, *Glossina pallidipes* Austen in Kenya. *Insect Science and its Application*, 16, 369-373.
- KOEMAN (J.H.), BALK (F.) & TAKKEN (W.), 1980 - The environmental impact of tsetse control operations. A report on present knowledge. *FAO paper, 7 Rev. 1*, 71p.
- KUPPER (W.) & DOUATI (A.), 1985 - The use of insecticides impregnated biconical traps against riverine species of *Glossina* and their impact on animal trypanosomiasis : results of a two-year campaign in northern Ivory Coast. *18th meeting of OUA/ISCTRC, Harare, Zimbabwe*, 364-371.
- KUPPER (W.), EIBL (F.), VAN ELSSEN (A.C.) & CLAIR (M.), 1982 - The use of the biconical Challier-Laveissière trap impregnated with deltamethrin against *Glossina*. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 35, 157-163.
- KUZOE (F.A.S.), BALDRY (D.A.T.), VAN DER VLOEDT (A.) & CULLENS (J.R.), 1985 - Observations of an apparent population extension of *Glossina tachinoides* Westwood in southern Ivory Coast. *Insect Sci. Application*, 6, 55-58.
- LAIRD (M.), 1977 - Tsetse : The future for biological methods in integrated control. *IDRC, Ottawa*, 220p.
- LAMBRECHT (F.L.), 1972 - Field studies of *Glossina morsitans* Westw. (Dipt., Glossinidae) in relation to Rhodesian sleeping sickness in N'Gamiland, Bostwana. *Bull. ent. Res.*, 62, 183-193.
- LANCIEN (J.), 1981 - Description du piège monoconique utilisé pour l'élimination des glossines en République Populaire du Congo. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XIX, 235-238.
- LANCIEN (J.), 1991 - Lutte contre la maladie du sommeil dans le sud-est Ouganda par piégeage des glossines. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, 71, 35-47.
- LANCIEN (J.), 1993 - La maladie du sommeil contrôlée au sud de l'Ouganda. *ORSTOM Actualités*, 41, 7-10.
- LANCIEN (J.), EOUZAN (J.P.), FREZIL (J.L.) & MOUCHET (J.), 1981 - Elimination des glossines par piégeage dans deux foyers de trypanosomiase en République Populaire du Congo. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XIX, 239-246.

- LANCIEN (J.), GOUTEUX (J.P.), 1987 - Le piège pyramidal à mouche tsétsé (Diptera : Glossinidae). *Afrique médicale*, 258, 647-652.
- LANGLEY (P.A.) FELTON (T.) & OOUCHI (H.), 1988 - Juvenile hormone mimics as effective sterilants for the tsetse fly *Glossina morsitans morsitans*. *Medical and Veterinary Entomology*, 2, 29-35.
- LANGLEY (P.A.) FELTON (T.), STAFFORD (K.) & OOUCHI (H.), 1990 - Formulation of pyriproxyfen, a juvenile hormone mimic, for tsetse control. *Medical and Veterinary Entomology*, 4, 127-133.
- LANGLEY (P.A.) & ROE (J.M.), 1984 - Ivermectin as a possible control agent for the tsetse fly, *Glossina morsitans*. *Entomol. exp. appl.*, 36, 137-143.
- LANGLEY (P.A.) TREWERN (M. A.) & JURD (L.), 1982 - Sterilising effects of benzyl-1,3-benzodioxodes on the tsetse fly *Glossina morsitans morsitans* Westwood (Diptera : Glossinidae). *Bull. ent. Res.*, 72, 473-481.
- LANGLEY (P.A.) & WEIDHAAS (D.), 1986 - Trapping as a means of controlling tsetse, *Glossina spp.* (Diptera : Glossinidae) : the relative merits of killing and of sterilization. *Bull. ent. Res.*, 76, 89-95.
- LANGRIDGE (W.P.), 1968 - Tsetse fly traps and trapping methods. *ISCTRC, OUA/STRC*, Bangui 1968
- LANGRIDGE (W.P.), 1977 - Design and operation of the Langridge tsetse fly trap. *ISCTRC, OUA/STRC*, Dakar 1975, n° 109, 277-281.
- LAVEISSIERE (C.), 1977 - Ecologie de *Glossina tachinoides* Westwood, 1850, en savane humide d'Afrique de l'ouest. III. Etat alimentaire d'une population. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XV, 331-337.
- LAVEISSIERE (C.), 1978 - Ecologie de *Glossina tachinoides* Westwood, 1850, en savane humide d'Afrique de l'ouest. VI. Age de la glossine à son premier repas. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XVI, 181-187.
- LAVEISSIERE (C.), 1975 - Détermination de l'âge des glossines ténérales (*Glossina tachinoides* Westwood). *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XII, 3-11.
- LAVEISSIERE (C.) & BOREHAM (P.F.L.), 1976 - Ecologie de *Glossina tachinoides* Westwood, 1850, en savane humide d'Afrique de l'ouest. I. Préférences trophiques. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XIV, 187-200.

- LAVEISSIERE (C.) & COURET (D.), 1981 - Essai de lutte contre les glossines riveraines à l'aide d'écrans imprégnés d'insecticide. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XIX, 271-283.
- LAVEISSIERE (C.) & COURET (D.), 1983 - Conséquences d'essais de lutte répétés sur les proportions de glossines riveraines. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XXI, 63-67.
- LAVEISSIERE (C.), COURET (D.) & CHALLIER (A.), 1979 - Description and design details of a biconical trap used in the control of tsetse flies along the banks of rivers and streams. *WHO/VBC/79.746*, 17p.
- LAVEISSIERE (C.), COURET (D.) & EOUZAN (J.P.), 1986a - La campagne pilote contre la trypanosomiose humaine dans le foyer de Vavoua (Côte d'Ivoire). 3. Résultats des évaluations entomologiques. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XXIV, 7-20.
- LAVEISSIERE (C.), COURET (D.) & GREBAUT (P.), 1987a - Recherche sur les écrans pour la lutte contre les glossines. Mise au point d'un nouvel écran. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XXV, 145-164.
- LAVEISSIERE (C.), COURET (D.) & KIENOU (J.P.), 1981a - Lutte contre les glossines riveraines à l'aide de pièges biconiques imprégnés d'insecticide. 4. Expérimentation à grande échelle. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XIX, 41-48.
- LAVEISSIERE (C.), COURET (D.) & KIENOU (J.P.), 1981b - Lutte contre les glossines riveraines à l'aide de pièges biconiques imprégnés d'insecticide. 5. Note de synthèse. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XIX, 49-54.
- LAVEISSIERE (C.), COURET (D.) & MANNO (A.), 1987b - Importance des tissus dans la lutte par piégeage contre les glossines. Importance de la nature des tissus dans la lutte par piégeage contre les glossines. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, XXV, 133-144.
- LAVEISSIERE (C.), COURET (D.) et TRAORE (T.), 1985a - Tests d'efficacité et de rémanence d'insecticides utilisés en imprégnation sur tissus pour la lutte par piégeage contre les glossines. 1. Protocole expérimental. L'effet "knock down" des pyréthrinoides. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, XXIII, 61-67.
- LAVEISSIERE (C.), COURET (D.), STAAK (C.) & HERVOUET (J.P.), 1985b - *Glossina palpalis* et ses hôtes en secteur forestier de Côte d'Ivoire. Relations avec l'épidémiologie de la trypanosomiose humaine. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XXIII, 297-303.

- LAVEISSIERE (C.), DYEMKOUA (A.), KIENOU (J.P.) & TRAORE (T.), 1976 - Enquête entomologique et épidémiologique dans le foyer de trypanosomiase humaine de Kolda (Sénégal). *Rapport OCCGE/Centre Muraz, n° 13/ENI/76*, 18p.
- LAVEISSIERE (C.) & GREBAUT (P.), 1990 - Recherches sur les pièges à Glossines (Diptera : Glossinidae). Mise au point d'un modèle économique : le piège "Vavoua". *Trop. Med. Parasit.*, 41, 185-192.
- LAVEISSIERE (C.), GREBAUT (P.), LEMASSON (J.J.), MEDA (A.H.), COURET (D.), DOUA (F.), BROU (N.) & CATTAND (P.), 1994a - Les communautés rurales et la lutte contre la maladie du sommeil en forêt de Côte d'Ivoire. *WHO/TRYP/94.1*, 166p.
- LAVEISSIERE (C.) & HERVOUET (J.P.), 1991 - Trypanosomiase humaine en Afrique de l'ouest : Epidémiologie et contrôle. *Didactiques, ORSTOM*, 157p.
- LAVEISSIERE (C.), HERVOUET (J.P.), COURET (D.), EOUZAN (J.P.) & MEROUZE (F.), 1985c - La campagne pilote de lutte contre la trypanosomiase humaine dans le foyer de Vavoua (Côte d'Ivoire). 2. La mobilisation des communautés rurales et l'application du piégeage. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XXIII, 167-185.
- LAVEISSIERE (C.), HERVOUET (J.P.), MEROUZE (F.) & CATTAND (P.), 1986b - La campagne pilote de lutte contre la trypanosomiase humaine dans le foyer de Vavoua (Côte d'Ivoire). 4. Bilan de la campagne : les prospections médicales et la participation de la population. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XXIV, 111-120.
- LAVEISSIERE (C.) & SANE (B.), 1994 - Régulateur de croissance et piégeage pour la lutte contre *Glossina palpalis palpalis* en Côte d'Ivoire : essai sur le terrain de l'OMS 3019 (Pyriproxyfen © Sumitomo). *Insect Sci. Applic.*, 15, 105-110.
- LAVEISSIERE (C.), SANE (B.), DOUA (F.), AMANI (K.R.) & ANGUI (P.), 1996 - Intégration du dépistage de la surveillance de la maladie du sommeil et de la lutte antivectorielle aux Soins de Santé Primaires dans le foyer de Sinfra (Côte d'Ivoire). 2ème Rapport provisoire. *Rapport IPR/OCCGE, n° 01/IPR/RAP/96*, 41p.
- LAVEISSIERE (C.), SANE (B.), MEDA (A.H.), 1994b - Measurement of risk in endemic areas of human African trypanosomiasis in Côte d'Ivoire. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 88, 645-648.

- LAVEISSIERE (C.), TRAORE (T.) & KIENON (J.P.), 1984 - Ecologie de *Glossina tachinoides* Westwood, 1850, en savane humide d'Afrique de l'ouest. XI. Paramètres écidioclimatiques des gîtes à pupes influençant la durée du stade pupal. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XXII, 231-243.
- LEAK (S.G.A.), 1998 - Tsetse biology and ecology : their role in the epidemiology and control of trypanosomosis. CAB publ., 592 p.
- LEAK (S.G.A.), MALATU (W.), ROWLANDS (G.J.), D'IETEREN (G.D.M.), 1995 - A trial of a cypermethrin "pour-on" insecticide to control *Glossina pallidipes*, *G. fuscipes fuscipes* and *G. morsitans submorsitans* (Diptera : Glossinidae) in south-west Ethiopia. *Bull. ent. Res.*, 85, 241-251.
- LEWILLON (R.), 1945 - Le piégeage expérimental de *Glossina palpalis* à la mission médicale du Kwango. *Rec. Trav. Sci. méd. Congo belge*, 4, 45-57.
- LIVESEY (J.L.), MOLYNEUX (D.H.) & JENNI (L.), 1980 - Mechanoreceptor-trypanosome interactions in the labrum of *Glossina* : fluid mechanics. *Acta trop.*, 37, 151-161.
- LUGURU (S.M.), BENNETT (S.R.), CHIZYKA (H.G.B.), 1993 - Observations on the incidence of bovine trypanosomiasis in cattle dipped in deltamethrin in a tsetse infested area of Zambia. *Tropical Animal Health and Production*, 25, 129-130.
- MACHADO (A. de Barros), 1964 - Diptera - Glossinidae. *Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale*, 132, 247-264.
- MALDONADO, 1910 - (English abstract of Portuguese texts of 1906 and 1909). *Sleeping Sick. Bureau Bull.*, 2, 26.
- MAUDLIN (I.) & WELBURN (S.C.), 1987 - Lectin mediated establishment of mid-gut infections of *Trypanosoma congolense* and *Trypanosoma brucei* in *Glossina morsitans*. *Trop. Med. Parasitol.*, 38, 167-170.
- MAUDLIN (I.) & WELBURN (S.C.), 1988 - The role of lectins and trypanosome genotype in the maturation of midgut infections in *Glossina morsitans*. *Trop. Med. Parasitol.*, 39, 56-58.
- MAUDLIN (I.) & WELBURN (S.C.), 1994 - Maturation of trypanosome infections in tsetse, a review. *Exp. Parasitol.*, 79, 202-205.
- MAUDLIN (I.) & WELBURN (S.C.) & MILLIGAN (P.J.M.), 1998 - Trypanosomes infections and survival in tsetse. *Parasitology*, 116, 23-28.

- MAYER (J.), DENOULET (W.), 1984 - Résultats d'utilisation de boucles d'oreille imprégnées de pyréthri-noïdes dans la lutte contre les glossines (perméthrine). *Rev. Elev. méd. vét. Pays trop.*, 37, 290-292.
- MEDA (A.H.), LAVEISSIERE (C.), DE MUYNCK (A.), DOUA (F.) et DIALLO (P.B.), 1993 - Les facteurs de risque de la Trypanosomiase humaine africaine dans les foyers endémiques de Côte d'Ivoire. *Médecine tropicale*, 53, 83-92.
- MEIDELL (E.M.), 1982, - Effects of a synthetic juvenile hormone mimic on the reproduction of the tsetse fly *Glossina morsitans*. *Insect Sci. Application*, 3, 263-266.
- MELHITZ (D.), 1985 - Das Tierreservoir des Gambiense Schlafkrankheit. *Habilitationschrift, Fachbereich Veterinar-mezizin, Fele Universitat, Berlin*
- MEROT (P.) & FILLEDIER (J.), 1985 - Efficacité contre *Glossina morsitans submorsitans* d'écrans de différentes couleurs avec ou sans adjonction de panneaux en moustiquaire noire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 38, 64-71.
- MEROT (P.), POLITZAR (H.), TAMBOURA (I.) & CUISANCE (D.), 1984 - Résultats d'une campagne de lutte contre les glossines riveraines en Burkina par l'emploi d'écrans imprégnés de deltaméthrine. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 37, 175-184.
- MILLER (J.A.), OEHLER (D.D.), KUNZ (S.E.), 1983 - Release of pyrethroids from insecticidal ear tags. *Journal of economic Entomology*, 76, 1335-1340.
- MOLOO (S.K.), 1973 - A new trap for *Glossina pallidipes* Aus. and *G. fuscipes* Newst. (Diptera, Glossinidae). *Bull. ent. Res.*, 63, 231-236.
- MOLOO (S.K.), KUTUZA (S.B.) & BOREHAM (P.F.L.), 1980 - Studies on *Glossina pallidipes*, *G. fuscipes fuscipes* and *G. brevipalpis* in terms of epidemiology and epizootiology of trypanosomiasis in south-eastern Uganda. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 74, 219-237.
- MOLYNEUX (D.H.), 1973 - Animal reservoirs and gambian trypanosomiasis. *Ann. Soc. belge Méd. vét. Pays trop.*, 37, 175-184.
- MOLYNEUX (D.H.) & ASHFORD (R.W.), 1983 - The biology of *Trypanosoma* and *Leishmania*, parasites of man and domestic animals. *Taylor and Francis ed.*, London, 294p.
- MORRIS (K.R.S.), 1961 - Effectiveness of traps in tsetse surveys in the Liberian rain forest. *Amer. J. Trop. Med. Hyg.*, 10, 905-913.

- MORRIS (K.R.S.) & MORRIS (M.G.), 1949 - The use of traps against tsetse in West Africa. *Bull. ent. Res.*, 39, 491-528.
- MSHELBWALA (A.S.), 1972 - *Trypanosoma brucei* in the haemolymph of tsetse flies. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 66, 637-643.
- MULLIGAN (H.W.), 1970 - The African Trypanosomiasis. G. Allen and Unwin ed., London, 950p.
- NAST (T.A.M.), 1948 - Tsetse flies in British West Africa. *Published for the Colonial Office by HMSO*, London, 77p.
- ODINDO (M.O.), 1982 - Incidence of salivary gland hypertrophy in field populations of the tsetse *Glossina pallidipes* on the south kenyan coast. *Insect Sci. Applic.*, 3, 59-64.
- ODINDO (M.O.), 1988 - *Glossina pallidipes* virus : its potential for use in biological control of tsetse. *Insect Sci. Applic.*, 9, 399-403.
- OKELLO-ONEN (J.), HEINONEN (R.), SSEKITTO (C.M.B.), MWAYI (W.T.), KAKAIRE (D.), KABAREMA (M.), 1994 - Control of tsetse flies in Uganda by dipping cattle in deltamethrin. *Tropical Animal Health and Production*, 26, 21-27.
- OKIWELU (S.N.), 1976 - Seasonal variations in age-composition and survival of natural population of female *Glossina morsitans morsitans* Westwood at the Chakwenga game reserve, Republic of Zambia. *Zamb. J. Sci. Technol.*, 1, 48-57.
- OKOTH (J.O.), 1985 - The use of indigenous plant materials for the construction of tsetse traps in Uganda. *Insect Sci. Applic.*, 5, 569-572.
- OTIENO (L.H.), DARJI (N.) & ONYANGO (P.), 1976 - Development of *Trypanosoma (Trypanozoon) brucei* in *Glossina morsitans* inoculated into the tsetse haemocoel. *Acta trop.*, 33, 143-150.
- PASTEUR (N.), PASTEUR (G.), BONHOMME (F.), CATALAN (J.) & BRITTON-DAVIDIAN (J.), 1987 - Manuel technique de génétique par électrophorèse des protéines. *TEC et DOC* (Lavoisier), Paris, 217 pp.
- PENCHENIER (L.) & ITARD (J.), 1981 - Une nouvelle technique de dissection rapide des glandes salivaires et de l'intestin des glossines. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, XIX, 55-57.

- PHELPS (R.J.) & VALE (G.A.), 1978 - Studies on populations of *Glossina morsitans morsitans* and *G. pallidipes* (Diptera; Glossinidae) in Rhodesia. *J. appl. Ent.*, 15, 743-760.
- POLITZAR (H.) & CUISANCE (D.), 1983 - A trap-barrier to block reinvasion of a river system by riverine tsetse species. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 36, 364-370.
- POLLOCK (J.N.), 1982 - Training manual for tsetse control personnel. Tsetse biology; systematics and distribution; techniques. *F.A.O.*, 280p.
- QUINLAN (R.J.) & GATEHOUSE (A.G.), 1981 - Characteristics and implications of knockdown of the tsetse flies *G. m. morsitans* by deltamethrin. *Pestic. Sci.*, 12, 439-442.
- ROGERS (D.J.), 1977 - Study of a natural population of *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead and a model of movement. *J. Anim. Ecol.*, 46, 309-330.
- ROGERS (D.J.), 1991 - Satellite imagery, tsetse and trypanosomiasis in Africa. *Preventive Veterinary Medicine*, 11, 201-220.
- ROGERS (D.J.) & RANDOLPH (S.E.), 1986 - Distribution and abundance of tsetse flies (*Glossina* spp.). *J. Anim. Ecol.*, 55, 1007-1025.
- ROGERS (D.J.), RANDOLPH (S.E.), 1991 - Mortality rates and population density of tsetse flies correlated with satellite imagery. *Nature*, 351, 379-341.
- ROGERS (D.J.) & SMITH (D.T.), 1977 - A new electric trap for tsetse flies. *Bull. ent. Res.*, 67, 153-159.
- RUPP (H.), 1952 - Contribution à la lutte contre les tsé-tsé. Influence d'étoffes attractives, imprégnées de DDT, sur *Glossina ssp. martinii*, Zumpt. *Acta tropica*, 9, 289-303.
- SANNER (L.) & MASSEGUIN (A.), 1954 - Tâches et problèmes de la santé publique en AOF. *Bull. méd. AOF, n° spécial*, 85p.
- SAUNDERS (D.S.), 1960 - The ovulation cycle in *Glossina morsitans* Westwood (Diptera : Muscidae) and a possible method of age determination for female tsetse flies by the examination of their ovaries. *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, 112, 221-238.
- SAUNDERS (D.S.), 1967 - Survival and reproduction in a natural population of the tsetse fly, *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy). *Proc. R. ent. Soc. Lond.* (A), 42, 129-137.

- SCHLEIN (Y.), 1977 - Lethal effect of tetracycline on tsetse flies following damage to bacteroid symbionts. *Experientia*, 33, 450-451.
- SEKETELI (A.), JOHANNES (L.), VAN de LAAR (M.) & KUZOE (F.A.S.), 1985 - Essais d'épandage au sol de la deltaméthrine poudre mouillable à différentes doses contre *Glossina palpalis* (s.l.) dans une zone préforestière de Côte d'Ivoire. *Insect Sci. Applic.*, 6, 187-192.
- SOLANO (P.), 1998 - Implications épidémiologiques de la variabilité génétique des populations de glossines. Cas de *Glossina palpalis* en Afrique de l'Ouest. *Thèse de doctorat de l'Université de Montpellier II*. 205pp.
- SOLANO (P.), DUVALLET (G.), DUMAS (V.), CUISANCE (D.) & CUNY (G.), 1997 - Microsatellite markers for genetic population studies in *Glossina palpalis* (Diptera : Glossinidae). *Acta Tropica*, 65, 175-180.
- SOUTHERN (D.I.), 1980 - Chromosome polymorphism and aneuploidism in tsetse flies. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 74, 278-279.
- SUTTER (H.E.), 1948 - Rapport sur un essai concernant l'application d'une émulsion de DDT dans la lutte contre les Tsétsé. *Bull. Agric. Congo Belge*, 39, 415 pages.
- SWYNNERTON (C.F.M.), 1933 - Some traps for tsetse flies. *Bull. ent. Res.*, 24, 69-102.
- SWYNNERTON (C.F.M.), 1936 - The tsetse flies of East Africa. A first study of their ecology with a view to their control. *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, 84, 1-579.
- TARIMO-NESBITT (S.A.), GOODING (R.H.) & ROLSETH (B.M.), 1990 - Genetic variation in two field populations and a laboratory colony of *Glossina pallidipes*. *Journal of Medical Entomology*, 27, 586-591.
- TAUTZ (D.), 1989 - Hypervariability of simple sequences as a general source for polymorphic DNA markers. *Nucleic Acid Research*, 17, 6463-6471.
- TIBAYRENC (R.) & GRUVEL (J.), 1977 - La campagne de lutte contre les glossines dans le bassin du lac Tchad. II. Contrôle de l'assainissement glossinaire. Critique technique et financière de l'ensemble de la campagne. Conclusions générales. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 30, 31-39.
- VALE (G.A.), 1974 - New field methods for studying the response of tsetse flies (Diptera ; Glossinidae) to hosts. *Bull. ent. Res.*, 64, 199-208.

- VALE (G.A.), 1981 - Prospects for using stationnary baits to control and study populations of tsetse flies in Zimbabwe. *Zimbabwe Sci. News*, 15, 181-186.
- VALE (G.A.) & CUMMING (D.H.M.), 1976 - The effects of selective elimination of hosts on a population of tsetse flies (*Glossina morsitans morsitans* Westwood - Diptera; Glossinidae-). *Bull. ent. Res.*, 66, 713-729.
- VALE (G.A.) & HALL (D.R.), 1985 - The use of 1-octen-3-ol, acetone and carbon dioxide to improve baits for tsetse flies, *Glossina* spp. (Diptera : Glossinidae). *Bull. ent. Res.*, 75, 219-231.
- VALE (G.A.), BURSELL (E.) & HARGROVE (J.W.), 1985 - Catching-out the tsetse fly. *Parasitology Today*, 1, 106-110.
- VALE (G.A.) & PHELPS (R.J.), 1978 - Sampling problems with tsetse flies (Diptera : Glossinidae). *J. appl. Ecol.*, 15, 715-726.
- VAN DEN ABEELE (J.), VAN DEN BOSSCHE (P.), MORTELMANS (J.) & DECLEIR (W.), 1988 - Effect of ivermectin and isometamidium chloride on *Glossina palpalis palpalis* (Diptera : Glossinidae). *Ann. Soc. belge Méd trop.*, 68, 53-59.
- VANDERPLANK (F.L.), 1947 - Experiments in the hybridisation of tsetse-flies (*Glossina*, Diptera) and the possibility of a new method of control. *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, 98, 1-18.
- VANDERPLANK (F.L.), 1948 - Experiments in cross-breeding tsetse flies (*Glossina* species). *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 42, 131-152.
- VAN HOOFF (L.M. J.), HENRARD (C.) & PEEL (E.), 1942 - Irrégularités de la transmission du *Trypanosoma gambiense* par *Glossina palpalis*. *Rec. Trav. sci. méd. Congo belge*, 1, 53-68.
- VAN VEGTEN (J.A.), 1971 - Choice of food of *Glossina fuscipes fuscipes* living in thickets away from water in south eastern Uganda. *ISCTRC, OUA/STRC, Lagos 1971, n° 105*, 205-206.
- WEIDHAAS (D.E.) & HAILE (D.G.), 1978 - A theoretical model to determine the degree of trapping required for insect population control. *Bull. ent. Soc. Am.*, 24, 18-20.
- WEITZ (B.), 1963 - The feeding habits of *Glossina*. *Bull. Wld. Hlth Org.*, 28, 711-729.

- WELBURN (S.C.), MAUDLIN (I.) & ELLIS (D.S.), 1989 - Rate of trypanosome killing by lectins in midguts of different species and strains of *Glossina*. *Med. vet. Entomol.*, 3, 77-82.
- WELBURN (S.C.), ARNOLD (K.), MAUDLIN (I.) & GOODAY (G.W.), 1993 - Rickettsia-like organisms and chitinase production in relation to the transmission of trypanosomes by tsetse flies. *Parasitology*, 107, 141-145.
- WELBURN (S.C.), MAUDLIN (I.) & MOLYNEUX (D.H.), 1994 - Midgut lectin activity and sugar specificity in teneral and fed tsetse. *Med. Vet. Ent.*, 8, 81-87.
- WHITESIDE (E.F.), 1949 - An experiment on control of tsetse with DDT- treated oxen. *Bull. ent. Res.*, 40, 123-134.
- WIEDEMANN (C.R.W.), 1830 - Aussereuropäische zweiflügeliche insekten. Zweiter Theil, 253-254.

XIV

INDEX

A	
Abdomen	27
Accidents	99
Accouplement	96
Activités humaines	126
ADN microsatellite.....	57
Age moyen	74
Age physiologique.....	73, 191
Agents de Santé Communautaires	134, 179
Ailes.....	25
Allula,	25, 191
Ambit	108
Ampoule rectale	45
Antennes	23
Anthrophophiles	6, 92
Apoptose	118
Appât olfactif	67
Arista	23, 191
Atomiseur	149
Attractivité	152, 191
<i>Austenia</i>	35
B	
Bactéries.....	143
Bain	150
Barrière	163, 191
Bas-fonds	123
Beta trap	66, 157
Biodégradabilité	191
Bois sacrés	92
Boucles auriculaires	150
Brumisation	149
Bulbe	20, 191
C	
Canal alimentaire	22
Canal éjaculateur	48
Canaux des spermathèques	50
Capacité vectorielle	115
Captures à la main	138
Captures manuelles	61, 139
Cellule	25
Cellules nourricières	50
Cerques	28, 30, 35, 38, 40, 96, 191
Champignons.....	143
Chimioprophylaxie	132
Chimiorécepteurs.....	23, 25, 27
Chimios térilisation	141
Chorion	96
Choriothète.....	49, 191
Chromosomes	55
Cicatrices de copulation.....	30
Concentré émulsifiable	146
Cooling effect	48
Corps adipeux	47, 192
Coût.....	159, 163
Coxa	27, 192
Cryptes sensorielles	23, 103
Cuillerons	35
Cultures de rente	125
Cycle du trypanosome	115, 118
Cycles d'activité	105
Cytogénétique.....	55
D	
D.A.P.	68, 111, 192
D.D.T.....	140, 144
Défrichements	138
Deltaméthrine.....	145, 148, 153, 157, 160, 172
Densité apparente	68, 111, 192
Dent d'éclosion	96
Dents labellaires	45
Destruction du gibier	136
Destruction de la végétation	136
Dieldrine.....	144, 149
Diflubenzuron	142
Dipping	147, 150
Discriminatif	192
Dispersion.....	108
Distribution	171
Domaine public.....	172
Dose	160
Doses léthales	50, 145
Dynamique des populations	111
E	
Ecidioclimat	192
Eclaircissements discriminatifs	138
Eclaircissements sélectifs	138
Eclectisme	104
Eclosion	101
Ecoclimat	192
Ecotones.....	93
Ecran	62, 140, 142, 155, 160, 171
Ecran électrique.....	62
Ecran noir/bleu/noir	157
Ecran piège	158
Édage.....	29
Effet lisière	93
Efficacité	153, 162, 192
Eloignement du gibier	136
Endosulfan	145, 149
Ennemis naturels	140
Entretien du piégeage	168
Environnement.....	134, 144, 164
Epandrium	28, 192
Epidémiologie	120
Equipes mobiles	5

Eradication	132
Essaim	103
Etat nutritionnel	110
<i>Exhyalanthrax</i> sp	99
Exoérythrocytaires	6

F

Faciès	192
Facteurs abiotiques	193
Facteurs biotiques	192
Faisabilité	135
Fécondation	96
Fémur	27, 193
Feux de brousse	137, 164
Flowable	146
Fly round	61
Forcípules inférieurs	29, 39, 193
Forcípules supérieurs	28, 193
Forêt mésophile	89
Forêt ombrophile	89
Forêt riveraine	193
Foyer	133
Frange antennaire	24, 38, 193

G

Galerie forestière	154, 193
Génétique	55
Genitalia	27, 193
Germarium	50, 193
Gibier	136
Gîtes de reproduction	100
Glandes accessoires	48
Glandes nourricières	47
Glandes salivaires	45, 76
Glandes utérines	48, 96, 193
<i>Glossina</i>	35
Glucosamine	118
Gonopore	29
Gouttière labiale	22
Grille électrifiée	66
Guib harnaché	120

H

Habitat	193
Haltères	25, 194
Harpes	29, 30
Haustellum	194
Hectors	28, 194
Hématophage	194
Hémocèle	194
Hormone juvénile	142
Hybrides	96
Hyper-endémie	6
Hypopharynx	22, 45, 194

I

Inactivation	164
Incompatibilité génétique	140
Indice de risque	122
Information	170
Innocuité	164
Intestin moyen	45
Isoenzymes	56
Ivermectine	143

J

Jabot	45, 194
-------------	---------

K

Knockdown	145
-----------------	-----

L

Labelles	22, 194
Labium	22, 45, 194, 198
Labre	22, 194
Larve	96
Larviposition	97
Lectine	118
Lieux de repos	77
Liquide céphalo-rachidien	4
Lobes polypneustiques	96, 195
Lomidinisation	132
Longévité	108, 111, 118
Lutte antivectorielle	129
Lutte chimique	144

M

Mâle stérile	141
Mangrove	89
Maniabilité	154
Mécanorécepteurs	23
Médiane	108
Membrane péritrophique	45, 71, 115, 117, 195
Méso-endémie	6
Métacyclique	115
Metopa,	161
Méthodes génétiques	140
Microsatellites	57
Miombo,	91
Mobilisation	170
Mûe	98
Mycétome	47, 195

N

N'Gu trap	66, 157
Nagana	8, 131
<i>Nemorhina</i>	35
Nervures	25
<i>Nesolynx glossinae</i>	99
Niayes	92, 95

Nourriture	102	Pulvérisation totale	147
Nullipare	195	Pulvilli	27, 196
Nymphose	98	Puparium	98, 196
		Pupe	196
		Pyramidal	155
O		Pyréthroïde	145, 197
Ocelles	24, 195	Pyriproxyfen	142
Odorat	103		
Opportunisme	94	R	
Organochlorés	144	Radiostérilisation	141
Ovaires	48, 50	Régulateurs de croissance	142
Ovariote	50	Relique folliculaire	51, 54, 197
Ovocyte	50	Rémanence	197
		Rendement	197
P		Repos	106
Palpes	22	Reproduction	109
Paramères	29, 195	Reptiles	105
Parasitisme	140	Réservoir	119, 131, 197
Pare	195	Résistance	150
Participation communautaire	170	Rickettsia-like organisms	47, 118
Pattes	27	Risque de transmission	121, 122
Péridomestique	195		
Phallosome	29	S	
Phallothèque	29	S.A.T.	151, 197
Pharynx	45	Sac résiduel	71, 102, 197
<i>Pheidole</i> sp	99	Salive	22, 45, 115, 194
Phéromone	96, 195	Savane,	90
Phototactisme	97, 106, 196	Savanicole	197
Piège biconique	64, 156, 159	Scutellum	24
Piège monoconique	156	Scutum	24
Piège pyramidal	156, 159	Sélectif	197
Piégeage	150	Sensibilisation	170
Pièges	62, 139, 151, 154, 159, 160	Sex-ratio	109
Pièges électriques	66	Signum	30, 50, 197
Piqûre	45	Soies scutellaires	24
Plaques génitales	30, 196	Soins de Santé Primaire	134, 179
Plaques	30	Sous-espèce	197
Polyamide	160	Spermathèques	48, 198
Polyester	160	Spermatophore	96, 198
Pompe cibariale	22, 45, 196	Spiracles	24, 48, 198
Poudre mouillable	146	Stérilisation	141, 161
Pour-on	147, 151	Suspensions micro-encapsulées	146
Prédateurs	145	Suture mésonotale	71, 79
Préférences trophiques	104, 196	Suture ptilinale	20
Préscutum	24	Swingfog	149
Proboscis	20, 196	Symbiote	47, 118, 198
Procyclique	115	Synanthropique	121, 198
Prophylaxie agronomique	138	<i>Syntomosphyrum</i> sp	99
Prospections médicales	131	Système Attractif Toxique	151, 197
Protozoaire	6, 199		
Proventricule	45, 196		
Ptilinum	20, 35, 71, 101, 196		
Pulvérisation non rémanente	147		
Pulvérisation partielle	147		
Pulvérisation rémanente	147, 148		

T	
<i>T. brucei brucei</i>	6, 8
<i>T. brucei gambiense</i>	6, 8, 119
<i>T. brucei rhodesiense</i>	5, 8, 120
<i>T. congolense</i>	117
<i>T. grayi</i>	117
<i>T. rhodesiense</i>	5
<i>T. simiae</i>	117
<i>T. suis</i>	116
<i>T. vivax</i>	116
Tarse	27, 198
Taux de réduction	152
Taux de survie journalier	74, 122
Taux d'infection	76
Ténérale	70, 110, 102, 198
Tergites.....	27
Terrains de chasse	103
Testicules.....	48
Theca.....	22, 198
Thermorécepteurs.....	27
Thorax	24
<i>Thyridanthrax sp.</i>	99
Tibia	27, 198
Token stimulus	106
Toxicité.....	153
U	
Traitement du bétail	150
Transmission mécanique	118
Transmission péri-domestique	128, 155, 198
Transmission	120
Trochanter	27, 198
Trypanocides.....	143
Tube folliculaire	50
Tubes de Malpighi.....	48, 198
V	
U.L.V.	146, 149
Usure des ailes	72
Utérus	48, 49, 50, 51
V	
Valvule prorectale	45
Variabilité génétique	56
Vecteur	199
Virus	143
Virus-like organisms	143
Vitellogenèse.....	51
Vol	108
Vue	102
Y	
Yeux.....	20, 24, 103

LOUIS - JEAN
avenue d'Embrun, 05003 GAP cedex
Tél. : 04.92.53.17.00
Dépôt légal : 658 – Septembre 2000
Imprimé en France

