

Chapitre2 : Résultats

2.1. Suppression dans le bloc 2

2.1.1 Evolution des DAP en octobre 2012 (avant la lutte)

Les densités apparentes des populations (DAP) avant la phase de suppression dans le bloc 2 ont été déterminées. Parmi les 72 pièges posés pendant 48 heures, deux ont été détruits avant les relevés. La densité apparente moyenne observée était de $0,13 \pm 0,58$ glossine/piège/jour. Les DAP moyennes des stomoxes et tabanidés sont respectivement de 1,09/piège/jour et 2,54/piège/jour. Le tableau ci dessous donne les captures des différents pièges et les DAP des glossines avant la lutte.

Tableau II. Nombre des vecteurs biologiques et mécaniques capturés et DAP des glossines

Numéro de piège	Mâle <i>G.p.g</i>	Femelle <i>G.p.g</i>	Tabanidae	Stomoxinae	DAP glossines
O5_101	0	0	0	0	0
O5_102	0	0	3	7	0
O5_103	0	0	28	0	0
O6_101	1	1	0	0	1
O6_102	0	0	5	0	0
O6_103	0	0	0	0	0
O6_104	0	0	1	0	0
O7-104	0	0	0	0	0
O7_101	0	0	8	0	0
O7_102	0	0	0	9	0
O7_103	0	0	0	7	0
O8-102	0	0	1	1	0
O8-103	0	0	0	0	0
O8-104	0	0	0	0	0
O8-105	0	0	1	6	0
O8-106	0	0	0	0	0
O8-107	1	1	0	0	1
O8_108	0	0	1	6	0
P5_101	0	0	25	0	0
P5_102	0	0	44	7	0
P5_103	0	0	6	0	0
P5_104	0	0	6	0	0
P5_105	0	0	8	27	0
P5_106	0	0	0	0	0
P5_107	0	0	9	0	0
P5_108	5	4	5	14	4,5
P6_101	0	0	34	0	0
P6_102	0	0	0	0	0
P6_103	0	0	13	0	0
P6_104	0	0	33	0	0
P6_105	0	0	5	0	0
P6_106	0	0	10	0	0
P6_107	0	0	18	0	0
P6_108	1	0	27	19	0,5
P6_109	0	0	4	0	0

Numéro de piège	Mâle <i>G.p.g</i>	Femelle <i>G.p.g</i>	Tabanidae	Stomoxinae	DAP glossines
P6_110	0	0	2	0	0
P6_111	0	1	0	0	0,5
P7-103	0	0	0	0	0
P7-104	0	0	0	0	0
P7_101	0	1	2	0	0,5
P7_102	0	0	8	0	0
P8-112	0	0	0	0	0
P8-113	0	1	0	0	0,5
P8-114	0	0	0	0	0
P8-115	0	0	0	0	0
P8-116	0	0	0	0	0
P8-117	0	0	0	0	0
P8-118	1	0	0	0	0,5
P9-111	0	0	0	0	0
P9-112	0	0	0	1	0
Q4_101	0	0	6	0	0
Q4_102	0	0	2	0	0
Q4_103	0	0	0	0	0
Q4_104	0	0	12	0	0
Q4_105	0	0	0	0	0
Q4_106	0	0	7	3	0
Q6-102	0	0	0	0	0
Q6-103	0	0	0	0	0
Q6_101	0	0	12	0	0
Q8-101	0	0	0	0	0
Q8-102	0	0	0	0	0
Q8-103	0	0	0	0	0
Q9-101	0	0	0	0	0
Q9-102	0	0	2	0	0
R5_101	0	0	9	49	0
R6_101	0	0	13	0	0
R7-101	0	0	1	0	0
R8-101	0	0	1	0	0
R9-101	0	0	0	1	0

La DAP la plus élevée a été observée dans la maille P5 (4,5) qui se trouve à Diacksao Peul. Sur les 72 pièges posés, 19,44%, 50% et 11% ont capturé respectivement des stomoxes, des tabanidés et des glossines.

2.1.2 Evolution des DAP en février 2013 (après pose des pièges imprégnés)

Les densités apparentes des populations (DAP) dans le bloc 2 après la pose des pièges imprégnés ont donné les résultats illustrés dans le tableau III.

Tableau III. DAP dans le bloc 2 après la pose des pièges imprégnés

N° piège	Mâle G.p.g	Femelle G.p.g	Sexe indeterminé G.p.g	Tabanidae	Stomoxinae	DAP
O5_101	0	0	0	1	0	0
O5_102	0	0	0	0	0	0
O5_103	0	0	0	0	0	0
O6_101	0	0	0	0	0	0
O6_102	0	0	0	1	0	0
O6_103	0	0	0	0	0	0
O6_104	0	0	0	0	0	0
O7-104	0	0	0	0	0	0
O7-105	0	0	0	0	0	0
O7_101	0	0	0	1	0	0
O7_102	0	0	0	0	0	0
O7_103	0	0	0	2	0	0
O8-102	0	0	0	0	0	0
O8-103	0	0	0	0	0	0
O8-104	0	0	0	0	0	0
O8-105	0	0	0	0	0	0
O8-106	0	0	0	1	0	0
O8-107	2	0	0	1	0	0,5
O8_108	0	0	0	4	0	0
O9-101	0	0	0	0	0	0
P5_101	0	0	0	7	0	0
P5_102	0	0	0	5	0	0
P5_103	0	0	0	0	0	0
P5_104	0	0	0	2	0	0
P5_105	0	0	0	0	0	0
P5_106	0	0	0	0	0	0
P5_107	0	0	0	1	0	0
P5_108	0	0	0	1	0	0
P6_101	0	0	0	0	0	0
P6_102	0	0	0	2	0	0
P6_103	0	0	0	0	0	0
P6_104	0	0	0	3	0	0
P6_105	0	0	0	1	0	0
P6_106	0	0	0	0	0	0
P6_107	0	0	0	0	0	0
P6_108	0	0	0	0	0	0
P6_109	0	0	0	2	0	0
P6_110	0	0	0	2	0	0
P6_111	0	0	0	2	0	0
P7-103	0	0	0	1	0	0
P7-104	0	0	0	1	0	0
P7_101	0	0	0	0	0	0
P7_102	0	0	0	10	0	0
P8-111	0	0	0	6	0	0
P8-112	0	0	0	2	0	0
P8-114	0	0	0	0	1	0
P8-115	0	0	1	0	2	0,25
P8-116	0	0	0	0	0	0
P8-117	0	0	0	0	0	0
P8-118	0	0	1	0	0	0,25
P9-112	0	0	0	0	0	0
Q4_101	0	0	0	0	0	0
Q4_102	0	0	0	0	0	0
Q4_103	0	0	0	0	0	0
Q4_104	0	0	0	2	0	0
Q4_105	0	0	0	0	0	0
Q4_106	0	0	0	0	0	0
Q6_101	0	0	0	0	0	0
Q8-101	0	0	0	1	0	0
Q8-102	0	0	0	2	0	0
Q8-103	0	0	0	3	0	0
Q9-101	0	0	0	0	0	0
Q9-102	0	0	0	0	0	0
R5_101	0	0	0	0	0	0
R6_101	0	0	0	10	0	0
R7-101	0	0	0	0	0	0
R8-101	0	0	0	2	2	0
R9-101	0	0	0	0	0	0

La DAP la plus élevée a été observée dans la maille O8 (0,5). La DAP moyenne des glossines a été de 0,01 glossine/piège/jour. Les DAP moyennes des

Figure 26 : Evolution des DAP de glossines dans le second bloc après à 1 à 3 mois de suppression en fonction des sites (pièges imprégnés posés entre début décembre 2012 et fin janvier 2013). (Cercles gris : pas de capture, de petits cercles rouges DAP<1, de grands cercles rouges 1<DAP<4,5)

2.1.4 Réduction des DAP après le début de la suppression dans le bloc 2

Le tableau ci-dessous donne les pourcentages de réduction des densités glossiniennes dans chaque maille, après la première série de DAP.

Tableau IV. Pourcentage de réduction des DAP en fonction des mailles

Maille	DAP oct-12	Écartype DAP	DAP fev-2013	Écartype DAP	%réduction
O5	0.00	0.00	0.00	0.00	
O6	0.25	0.50	0.00	0.00	100
O7	0.00	0.00	0.00	0.00	na
O8	0.14	0.38	0.07	0.19	50
O9			0.00	na	
P5	0.56	1.59	0.00	0.00	100
P6	0.09	0.20	0.00	0.00	100
P7	0.13	0.25	0.00	0.00	100
P8	0.14	0.24	0.07	0.12	50
P9	0.00	0.00	0.00	na	na
Q4	0.00	0.00	0.00	0.00	na
Q6	0.00	0.00	0.00	na	na
Q8	0.00	0.00	0.00	0.00	na
Q9	0.00	0.00	0.00	0.00	na
R5	0.00	na	0.00	na	na
R6	0.00	na	0.00	na	na
R7	0.00	na	0.00	na	na
R8	0.00	na	0.00	na	na
R9	0.00	na	0.00	na	na
Total général	0.13	0.57	0.01	0.07	88.7
Taux de réduction dans les mailles infestées uniquement					83.3

Les résultats obtenus ont montré un taux de réduction dans les mailles infestés de 83,3%, après une première série de DAP post pose pièges imprégnés. Les deux séries de DAP n'ayant pas des distributions normales (One-sample Kolmogorov-Smirnov test, $p < 10^{-3}$). La différence entre les deux séries de mesure n'était pas significative si l'on considérait toutes les mailles échantillonnées (Wilcoxon rank sum test, $p\text{-value} = 0,08$). En revanche, si l'on compare les DAP entre les mailles ayant été trouvées infestées lors de l'enquête de base (Oct-2012), la différence était significative, la seconde mesure de DAP étant très inférieure (Wilcoxon rank sum test, $p\text{-value} = 0,002$).

Cela s'illustre bien si l'on examine l'évolution des DAP dans les mailles O8, O9, P8, P9, où un autre projet était en cours au cours de l'année 2012 (essai de moustiquaires pour Vestergaard). Nous avons conservé ici les données de captures qui étaient réalisées à plus de 50 m du filet imprégné, où celui-ci n'avait plus d'impact.

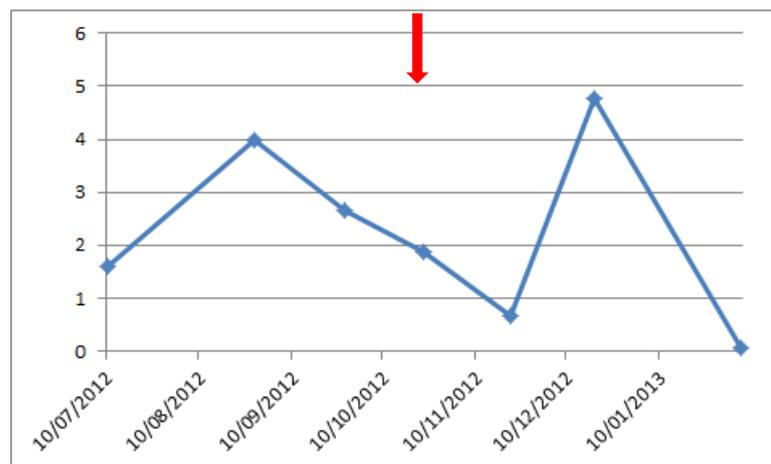


Figure 27 : Evolution des DAP de glossines dans les mailles O8, O9, P8, P9, et début de la suppression (flèche rouge).

2.2. Elimination dans le bloc1 (Kayar)

Des résultats antérieurs à notre étude avaient révélé un taux de mortalité de $16 \pm 6\%$ à Kayar alors que le taux de recapture y était de $5,66 \pm 4,30\%$. Au cours de

nos travaux, le suivi après lâchers de mâles stériles dans ce bloc a donné les résultats illustrés dans le tableau ci-dessous.

Tableau V. Nombre et nature des mouches capturées après lâchers

Numéro de piège	Mouches stériles et/ou sauvages	Effectif
L7-101	stérile	0
L7-102	stérile	0
M7-101	stérile	0
M7-103	stérile	3
M7-105	stérile	9
M7-106	stérile	8
M7-108	stérile	0
M7-109	stérile	18
M7-111	stérile	2
M7-115	stérile	0
M7-116	stérile	2
M8-101	stérile	0

Numéro de piège	Mouches stériles et/ou sauvages	Effectif
L8-101	stérile	0
L8-102	stérile	0
L8-103	stérile	0
L9-101	stérile	0
M6-101	stérile	0
M6-102	stérile	0
M6-103	stérile	0
M6-104	stérile	0
M9-101	stérile	0
N7-101	stérile	0
N8-101	stérile	0
N9-101	stérile	0

Les résultats des captures n'ont donné que des mâles stériles. Pour ce suivi, un total 42 mâles stériles a été capturé. L'effectif le plus élevé a été enregistré dans le piège M7-109 (maille M7) avec 18 mâles stériles. Aucun mâle et/ou femelle sauvage n'a été capturé. La figure suivante donne la distribution et les densités des mâles stériles capturées au niveau des différentes mailles.

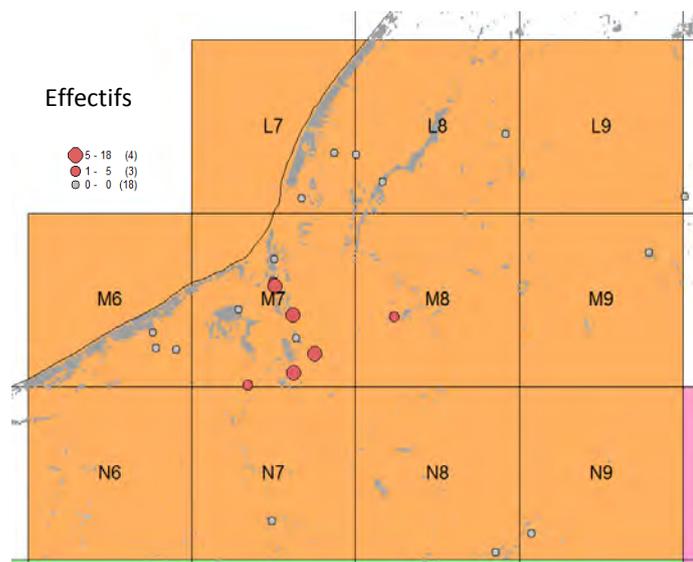


Figure 28: Effectif et localisation des mâles stériles capturés après lâchers dans le bloc1 (Kayar)

La durée de vie moyenne était estimée à 5,8 jours, et la demi-vie à 3,7 jours, similaires à ce qui avait été trouvé pendant l'étude de compétitivité.

La figure suivante illustre un modèle de probabilité de présence des glossines sauvages dans ce bloc. On constate que les captures maximales ont été observées précisément dans les habitats prédits comme favorables.

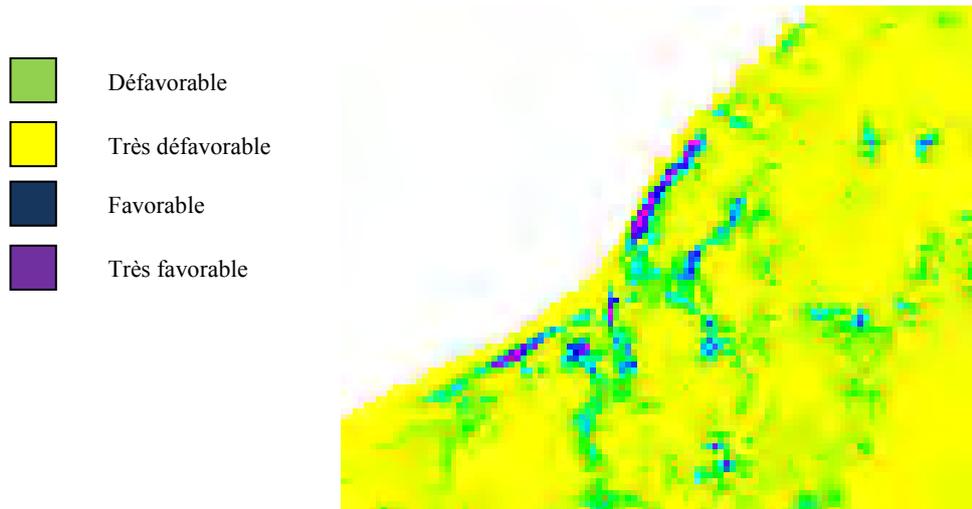


Figure 29 : Modèle de probabilité de présence des glossines sauvages (Source : A. Dicko)

Chapitre 3 : Discussion

3.1. Suppression dans le bloc 2 par la lutte chimique (pose de pièges imprégnés de deltaméthrine)

La densité apparente moyenne de glossines observée était de $0,13 \pm 0,58$ glossine/piège/jour en octobre 2012 avant le début de la suppression par pose de pièges imprégnés. Cependant, les DAP obtenues sont différentes entre les sites. La DAP la plus élevée a été observée dans la maille P5 (4,5g/p/j) qui se trouve à Diacksao Peul. Ce site est caractérisé par l'existence d'une eau de surface temporaire par endroits et une nappe phréatique. Après Diacksao Peul, la DAP la plus élevée a été enregistrée à Pout. Dans ce site, existe un microclimat caractérisé par la présence d'une végétation artificielle constituée d'arbres fruitiers (vergers) dont l'entretien nécessite l'utilisation permanente d'eau. L'existence d'une végétation favorable et la présence permanente d'eau favorisant l'adoucissement du climat par une élévation du degré hygrométrique, ce qui justifie les densités obtenues dans ce site. L'eau peut être considérée comme le premier facteur indispensable pour la présence de *Glossina palpalis gambiensis* dans un site donné car c'est une espèce ripicole. Le couloir central de Sébikotane à Pout, a été trouvé infesté. Les résultats suivent beaucoup ceux de l'enquête de référence (**Bouyer et al., 2010**). De plus, ils sont en phase avec le modèle de distribution récente (**Dicko et al., 2009**). Les autres sites ont enregistré les DAP les plus faibles.

A ce propos, **Itard (2000)** disait que : « quels que soient l'espèce et la saison, les densités apparentes sont généralement faibles (inférieures à une dizaine d'individus à l'hectare), mais il existe des points de concentration dans certains biotopes où ces densités peuvent dépasser plusieurs dizaines, voire quelques centaines d'individus à l'hectare ». En effet, des études réalisées dans la région de Katabu, au Nigeria (**Nash & Page, 1953**) montrent que *G. p. palpalis* vit dans des conditions optimales lorsque la température moyenne est de 25°C et

l'humidité relative de 83%. Ces résultats justifient donc la présence de glossines dans la zone des Niayes quand on sait que les températures moyennes annuelles enregistrées dans cette partie du pays tournent autour de 28°C alors que l'humidité relative y atteint parfois 100% (**Wane, 1990**). Par ailleurs, **Mellanby (1936)** a réalisé une expérience qui montre que les glossines du genre *palpalis* choisissent un endroit, à l'ombre, près d'une aire ensoleillée et ne demeurent pas en pleine lumière mais évitent l'ombre profonde.

Les DAP concernant les vecteurs mécaniques de la trypanosomose (tabanidés et stomoxes) sont plus élevées que celles des vecteurs biologiques (glossines). Sur les 72 pièges posés, 50% ont capturé des tabanidés. Les vecteurs mécaniques (tabanidés, stomoxes et *haematobia*) sont connus pour être des insectes qui pondent et se développent pour la plupart dans la matière organique en décomposition (**Desquesnes et al., 2005, Mocquet et al., 2007**) avec des pics de leurs populations en fonction des saisons. Cela montre que notre période d'étude coïncide avec la période favorable pour le développement des tabanidés. En revanche, 19% des pièges ont capturé des stomoxes. Cette fréquence peut s'expliquer par le fait que l'on a noté la présence d'animaux domestiques au niveau des sites de piégeage. Selon **Barré (1981)**, la plupart des Stomoxyinés sont particulièrement abondants dans les régions chaudes et humides. Ils fréquentent principalement les écuries, les étables, les enclos à bétail et attaquent de jour, surtout après une pluie, avec agressivité, les animaux domestiques, et parfois l'homme. Etant donné que les vecteurs mécaniques sont des insectes réputés pour leur caractère harceleur, c'est-à-dire qu'ils font des repas sanguins répétés et de courte durée (**Finelle, 1983**), ils sont la majeure partie du temps en contact avec les animaux.

Les 1222 pièges Vavoua imprégnés de deltaméthrine posés pour la suppression dans le bloc 2 juste après la fin du premier suivi des DAP d'octobre ont réussi à réduire de façon considérable les populations de glossines. En effet les résultats obtenus ont montré un taux de réduction dans les mailles infestés de 83%, après

une première série de DAP post pose pièges imprégnés. Ce qui peut confirmer l'efficacité de cette méthode contre les glossines. Des études faites par **Nitchman (1988)** ont montré une forte sensibilité des glossines (surtout celles qui sont infectées par des trypanosomes) face à la deltaméthrine. Ainsi, on espère pouvoir atteindre une réduction de 99% après les six mois de pose des pièges imprégnés afin de pouvoir passer à la phase d'élimination par lâchers aériens de mâles stériles.

3.2. Elimination dans le bloc 1 par la lutte biologique (lâchers de mâles stériles)

Lors des lâchers de mâles stériles, le pourcentage de mouches envolées (45,3%) est proche du pourcentage de mouches volantes observées par un test qualité réalisé à l'insectarium (32,5%). Si l'on compare les résultats des pourcentages de mouches envolées sur le terrain par rapport au nombre de pupes reçues et le pourcentage des mouches volantes en insectarium selon le test qualité, on observe une très forte corrélation ($r^2=0.6$, $p<10^{-3}$) entre ces deux paramètres (**ISRA/LNERV, 2012**). Ces résultats montrent bien l'intérêt du protocole contrôle qualité des mâles stériles mis en place dans l'insectarium de l'ISRA/LNERV et il est probable que le pourcentage de mouches réellement compétitives soit encore plus proche du pourcentage des mouches volantes en insectarium selon le test qualité. En effet, il est plus facile pour ces dernières de s'échapper du drap blanc posé sur le sol que de la gouttière dans la cage d'émergence. Cela qui ne garantit pas qu'elles soient ensuite capables de voler parfaitement. Mais ces résultats ne pourront être confirmés que si le test de qualité est réalisé dans d'autres insectariums (CIRDES à Bobo Dioulasso et Bratislava) qui fournissent les pupes irradiées.

Nos études réalisées dans le bloc 1 ont montré que la durée de vie moyenne était estimée à 5,8 jours, et la demi-vie à 3,7 jours, similaires à ce qui avait été trouvé pendant l'étude de compétitivité par **Pagabelegum (2012)**. A Kayar, la forte fragmentation de la végétation bordant les bas-fonds suite à leur défrichement et

leur mise en culture, a probablement contraint les mâles stériles à se déplacer activement à la recherche d'un endroit à microclimat favorable pour leur survie. La réduction de la durée de vie des mâles stériles par rapport aux mâles normaux due à l'effet de l'irradiation a été démontrée au laboratoire (**Vreysen, 2001**). En effet, malgré les contraintes du milieu, la demi-vie des mouches lâchées dans la zone des Niayes était comparable à celles observées au Burkina Faso (4,6 jours) avec la même colonie (**Sow et al., 2012**) et au Tchad avec les mâles irradiés de *G. tachinoides* lâchés autour de N'Djamena (4,8 jours) (**Cuisance et al., 1973**), mais était inférieure à celle observée pendant la campagne d'éradication de *G. austeni* dans l'Ile de Zanzibar (7 jours) (**Vreysen et al., 2000**). Pour compenser cette réduction, il est possible dans le présent contexte, d'inonder la zone cible en mâles stériles en adoptant une fréquence de lâchers bihebdomadaire.

L'utilisation de la technique de l'insecte stérile pour l'éradication des mouches tsé-tsé nécessite une bonne compétitivité des mâles stériles avec les mâles sauvages (**Vreysen, 2001**). En effet, les mâles irradiés doivent pouvoir bien survivre dans le milieu cible, avoir une bonne capacité de dispersion afin de rencontrer les femelles sauvages et pouvoir s'accoupler avec elles et induire leur stérilité (**Vreysen, 2001**).

Les études réalisées dans la zone des Niayes par **Pagabelegum (2012)** ont montré que la compétitivité des mâles stériles correspondait à un ratio de deux à trois mâles stériles pour un mâle sauvage, nécessaire pour stériliser 50% des femelles. Ces résultats étaient différents du modèle théorique de **Knipling (1963)**, qui stipule «qu'un ratio de 3/1 dans la première génération serait suffisant pour éradiquer une population de glossines en une année». Comme aucune mouche sauvage mâle ou femelle n'a été capturée au cours de notre étude (pas de capture depuis avril 2011), il n'était plus possible et même opportun d'évaluer la compétitivité. Les résultats des captures n'ont donné que de mâles stériles. Cependant, deux paramètres peuvent encore être calculés : le taux de recapture et le taux de mortalité. Ces résultats rassurent et sécurisent la

phase opérationnelle d'éradication des tsé-tsé dans la zone des Niayes dans la mesure où les insectariums de référence en production de masse de glossines assureraient les besoins en mâles stériles.

3.3. Lutte intégrée

Le projet de lutte contre les glossines dans la zone des Niayes est conscient que les lâchers au sol ne garantissent pas l'éradication en raison du rapport hétérogène entre mâles stériles et sauvages qu'il génère, malgré la dispersion active de mouches stériles. Ainsi, les lâchers évolueront des lâchers au sol aux lâchers aériens dès que possible. L'autorisation de survol de la zone délivrée par les autorités nationales aériennes, a été obtenue depuis décembre 2012.

Une seule méthode de lutte n'a jamais, à elle seule, pu apporter de solution au problème des glossines (**Rayaisse, 2011**). C'est ainsi que de nos jours, on s'oriente vers la lutte intégrée mettant en œuvre un ensemble de méthodes et techniques de lutte satisfaisant aux exigences à la fois économiques, écologiques et toxicologiques. Si l'élimination est souvent la stratégie la plus rentable, permettant des bénéfices perpétuels, elle n'est pas toujours possible, car elle nécessite de s'attaquer soit à de «petites» populations isolées, comme cela a été le cas pour *G. austeni* à Zanzibar (**Vreysen et al., 2000**), soit isolables par des barrières à la ré-invasion durables, ou encore d'être capable d'étendre la zone de lutte au fur et à mesure de l'avancée du programme de lutte, au delà des frontières des états (**Wyss, 2006**), jusqu'à atteindre les limites de la population cible.

Toutes les techniques peuvent donc servir pour la réduction, à part la SIT (**Bouyer et al., 2010, Vreysen et al., 2013**). En revanche, celle-ci devient extrêmement efficace quand la densité de la population a fortement diminué, puisqu'il est alors plus facile d'imposer un ratio mâles stériles/mâles sauvages élevé. Elle est donc particulièrement adaptée pour finaliser une éradication. D'autres techniques, comme l'entourage des étables par des moustiquaires

imprégnées d'insecticide, sont par ailleurs parfaitement adaptées à la protection des élevages intensifs en stabulation permanente à des coûts parfaitement compatibles avec les moyens des éleveurs (**Bauer *et al.*, 2005**).

La seule autre technique possédant des propriétés éradicatrices est la SAT (Sequential Aerial Spraying) appliquée par avion, à condition que 100% des adultes puissent être tués à chaque passage, c'est-à-dire qu'il n'existe pas de refuges pour les glossines. Cependant, elle n'est pas efficace contre les glossines riveraines qui vivent dans une végétation dense (**Adam *et al.*, 2013**), et ne peut en outre être utilisée dans la zone des Niayes en raison des fortes densités de population humaine.