

MOUSTIQUES ANOPHELES : DIVERSITE ET RESISTANCE AUX INSECTICIDES A KISANGANI, RD CONGO (2013)

Par : BAKONDONGAMA B .J¹, TANZITO T.,N¹ et KATUALA G.,B¹. WATSENGA T., F².

1. Université de Kisangani, Faculté des Science, Département d'Ecologie et de Gestion des Ressources Animales
2. Institut National de Recherche Biomédical (INRB_ KINSHASA)

RESUME

Nous avons mené du 30/01/2015 au 15/08/2015 une étude sur la diversité et le phénomène de résistance aux insecticides des moustiques Anophèles dans trois communes de la ville de Kisangani : Makiso, Kabondo et Kisangani.

Les deux méthodes utilisées pour récolter les données : capture au pyrèthre et élevage des moustiques au laboratoire ont permis d'obtenir : 130, 134 et 393 spécimens des moustiques Anophèles, respectivement dans les communes de Makiso, Kabondo et Kisangani. Trois espèces d'*Anophele gambiae*, *Anophele funestus*, *Anophele nili* ont été identifiés.

Les tests de sensibilité effectuée avec le Permiphos-méthyl 0,25%, le Permethrine 0,75% et le Deltaméthrin 0,05%, ont montré : 100% de sensibilité, 51,68 de sensibilité contre 48,32% de résistance et 85% de sensibilité contre 15% de résistance, respectivement pour les trois insecticides.

En ajoutant le synergiste, nous avons constaté une augmentation de 86% de sensibilité contre 14% de résistance.

Nos résultats montrent qu'il se développe une résistance aux insecticides, Permethrin et Deltaméthrin. Des mesures devront être prises pour freiner cette résistance, notamment éviter l'utilisation de moustiquaires pour d'autres fins.

Mots clés : Diversité, Résistance, Moustiques, Anophèles, Insecticide.

SUMMARY

We conducted from 30th January to 15th August 2015 a study dealing with the diversity and resistances phenomena to the insectids on anophels mosquitoes in three areas of Kisangani city: Makiso, Kabondo and Kisangani.

We used two methods to collect data: the pyrethre, and the breeding of the mosquitoes in the laboratory and we obtained: 130, 134 and 393 specimens of the anophels mosquitoes belong to the following species, *Anopheles funestus*, *A.gambiae* and *Anopheles nili*.

As results the sensibility test done with Permiphos-méthyl 0,25%, Permethrine 0,75% and Deltaméthrin 0,05% showed 100% of the sensibility, 51,68 % of the

sensibility for 48,32% the resistances and 85% of the sensibility for 15% the resistances, respectively for three insecticides .

When the synergist, is added to the insecticides sensibility reach the value of 86% against 14% of resistance.

Ours results shown that there is a going up in resistances insecticides Permethrin and Deltamethrin. The measure could be getting to stop these resistances, notably to drop out the using of mosquitoes net for other uses.

Key words: Diversity, Resistance, Mosquitoes, Anopheles, Insecticide,

CHAPITRE PREMIERE INTRODUCTION

1.1.Généralités

Les moustiques sont connus comme les insectes suceurs de sang menaçant la santé public et le bien-être des populations humaines (ETUMU 2014).

Les genres des moustiques suivant sont responsables des différentes maladies. Il s'agit du : genre *Anophèles* responsable de transmission du paludisme, genre *Aèdes* qui véhiculent le virus de la fièvre jaune et celui de la dengue, *Culex*, *Mansonia* induisant différentes encéphalites et des Nématodes causant des filarioses (Sciama, 2006).

De ces maladies, le paludisme figure parmi les principales causes de morbidité et mortalité pour l'espèce humaine causer par les moustiques de genre *Anopheles* (Salamandre 2010).

Les femelles commencent à chercher le repas sanguin qui est nécessaires pour la maturation des œufs avant la ponte.

On « comprend que les moustiques Anophèles sont étroitement liés à la présence humaine et d'autres animaux vertébrés» puisque les femelles se nourrissent du sang pour assurer la maturation des œufs

En effet, suivant les espèces et les variations de condition écologique, la longévité de moustique est de 15 à 60 jours, (2 mois) (RTI international, 2012).

Le rayon d'action des moustiques varie beaucoup suivant les espèces et les conditions ambiantes. La direction et la distance du vol dépendent beaucoup de la présence des aliments et des gîtes ainsi que les conditions du vent (ETUMU 2014). La proximité des

aliments conditionne probablement le mouvement de moustique. Si la nourriture adéquate et suffisante se trouve près de leurs gîtes larvaires, ils ne vont pas loin. Lorsque les aliments sont loin des gîtes les Anophèles peuvent se déplacer jus qu'à 1500m (OLEKO, 1997)

C'est pourquoi les nombreuses études anti- vectorielles sont nécessaires en vue de connaître les différents aspect de la vie de l'un des animaux le plus dangereux au monde qui est le moustique Anophèle afin de lutter efficacement contre lui quand on voit le nombre de mort qu'il provoque (NTUMBA, 2009).

Le degré de contact entre une population humaine et une espèce Anophélienne donnée dépendra de nombreux facteur qui peuvent être évalués, mais ce qui nous concerne c'est l'étude de la biodiversité et du phénomène de résistance chez les Anophèles.

1.2 Problématiques

La biodiversité des moustiques du genre *Anophèles* et les conditions climatiques qui favorisent son développement contribuent à la propagation et à l'endémicité du Paludisme. Cependant la connaissance de cette faune des moustiques Anophélienne à Kisangani reste fragmentaire jusqu'en nos jours. D'où cette modeste contribution scientifique, vient au moment opportun.

En plus, la moustiquaire imprégnée d'insecticide distribué dans la ville de Kisangani et ces environs, pose problème en terme d'efficacité de son action pour l'élimination des Anophèles qui se posent sur ces moustiquaires sensé protégés la population contre la malaria d'où une étude couplée à la biodiversité et au phénomène de résistance aux insecticides chez les Anophèles pourrait avoir de l'impact dans la lutte réelle contre le paludisme qui est une pandémie meurtrière dans la région de Kisangani.

L'emploi de moustiquaire imprégnée d'insecticide est conseillée dans des régions où vivent les moustiques vecteurs du paludisme, pour protéger les personnes contre la pique des moustiques femelles ; l'utilisation de la moustiquaire imprégnée d'insecticide par la population est recommandée et constitue un moyen efficace pour réduire le taux de mortalité (de 50%) au Paludisme. (Doudou, 2006)

1. 3. Travaux antérieures

Les moustiques ont fait l'objet de plusieurs recherches, à travers le monde du point de vue biodiversité de moustiques anophèles et le phénomène de résistance aux insecticides imprégnés dans les moustiquaires imprégnée :

a) Au niveau mondial :

Du point de vue test de sensibilité : Jardin et Coll (1952) : ont abordé la lutte-malarienne étendue en Zone rurale au moyen de D.D.T à Strida Ruanda-Urundi

Taai et Harbach (2015) ont parlé des systématiques des anophèles du complexe de l'espèce *Anopheles barbirostris*

b) au niveau de l'Afrique

Mofindi (1966a) avait fait le test de sensibilité dans le Nord Nigeria.

Au niveau de la RDC.

Ntumba K. (2009), A parlé de perceptions et usage du moustique imprégnée d'insecticide.

c) Au niveau de Kisangani

Quant aux travaux réalisés à Kisangani, nous avons :

Katuala (1978) qui parle de la contribution l'étude des moustiques de l'Ile Kongolo (Inventaire systématique), Rachidi (1979), qui contribue à l'étude des moustiques (*Culicidae* *Diptera* de Kisangani.-Zaire).

- ETUMU(2014) a abordé la biodiversité et comportements trophiques de moustiques dans la ville de Kisangani. UDAGA (2014) : elle a abordée l'écologie des larves, élevage et test de sensibilité des moustiques aux différents insecticides usuels en santé publique.
- NTUMBA M, (2009) : a parlé de la Perception et usage d'insecticide pour la lutte Antipaludique.

1.4. Hypothèses :

- Il existerait une grande biodiversité des moustiques Anophèles à Kisangani eu égard aux conditions climatiques et écologiques du milieu qui permettent le développement du vecteur.

- La moustiquaire imprégnée d'insecticide ne serait pas efficace contre les moustiques de genre *Anopheles* à Kisangani suite à la résistance que développent ces derniers.

1.5. But et intérêts

1.5.1. Objectif général

Le but de ce travail est de :

- Connaître la Biodiversité de moustique de genre *Anopheles* à Kisangani.
- Evaluer la résistance des Anophèles face aux insecticides de, la moustiquaire imprégnée des insecticides distribués dans la ville de Kisangani.
- Connaître les autres usages des moustiquaires imprégnées d'insecticide à Kisangani.

1.5.2. Objectifs spécifiques

Ce travail a les objectifs spécifiques suivants :

- Collecter les moustiques adultes pour étudier la biodiversité de moustique des Anophèles.
- Collecter les larves des moustiques dans différents gîtes pour en faire l'élevage enfin de tester la sensibilité des moustiques aux insecticides.
- Connaître les autres usages de moustiquaire qui peuvent reprendre l'insecticide dans l'environnement et induire la résistance chez les Anophèles.

1.5.3. Intérêts : ce travail présente double intérêt :

- La connaissance de la biodiversité des moustiques du genre *Anopheles* à Kisangani.
- La connaissance du phénomène de résistance des Anophèles aux insecticides de moustiquaire imprégnée d'insecticide pour tuer les moustiques qui s'y déposent.

Ce travail scientifique peut contribuer dans la prise de décision par les décideurs politiques et médicaux pour améliorer leurs prestations dans le cadre de lutte contre les agents vecteurs de Paludisme que nous citons le moustique du genre *Anopheles*

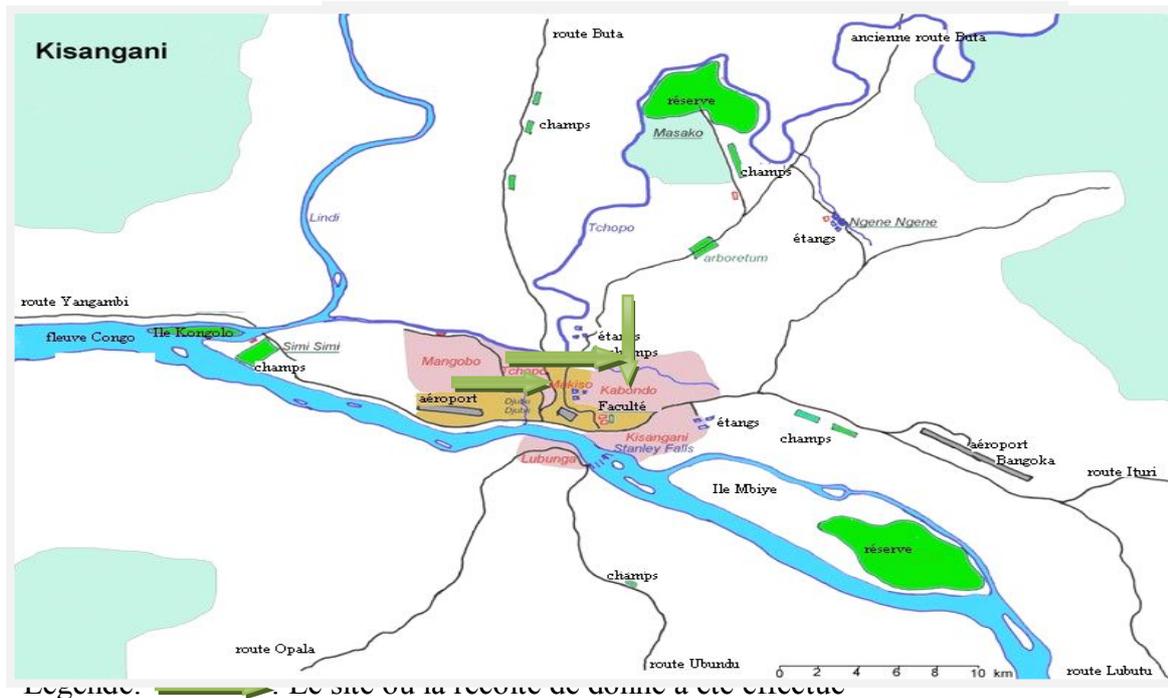
CHAPITRE DEUX : MATERIEL ET METHODES

2.1. MILIEU D'ETUDE

2.1.1. Situation géographique de Kisangani

La ville de Kisangani est située dans la partie Nord-est de la cuvette centrale Congolaise à 0°31' Nord et 25°11' Est, à une altitude moyenne comprise entre 376 et 424 m

(NYAKABWA 1982). Sa superficie est de 1910Km², son relief est caractérisé par des plateaux des faibles pentes et de terrasses (NYAKABWA ,1982). C'est dans la ville de Kisangani (Figure 1) que nous avons récolté les données de ce travail, notamment dans trois communes entre autre commune Kisangani, commune Kabondo et commune Makiso de 30/01/ au 18/08/ 20015



2.1.2. Caractéristique climatique de la ville de Kisangani

La ville de Kisangani est caractérisée par un climat équatorial du type continental appartenant à la classification Af de Köppen. C'est un climat tropical chaud et humide, sans une saison sèche absolue. La température du mois le plus froid est égal à 18°C et la hauteur mensuelle des pluies du mois le plus sec est supérieure à 60mm Nyakabwa N. (1982)

En générale la température oscille autour de 25°C, les précipitations moyennes annuelles sont supérieures à 1750 mm avec deux maxima aux mois d'octobre et d'avril et des minima autour de janvier et juillet. La moyenne annuelle du nombre de jours des pluies se situe autour de 155 jours. L'humidité relative de l'air est élevée et la moyenne mensuelle oscille

Pendant la période pluvieuse La ville de Kisangani est entièrement comprise dans la Zone bioclimatique de a forêt dense ombrophile sempervirente équatoriale. (KAKONDA, 2001). Il y a existence à Kisangani de quatre tendances saisonnières ; elles correspondent aux périodes suivantes :

- Décembre, janvier, février : première saison subsèche S1=586 mm ;
- Mars, avril, mai : première saison des pluies S2=586,6 mm ;
- Juin, juillet, aout : deuxième saison subsèche S3=286,6 mm
- Septembre, Octobre, novembre : deuxième saison des pluies S4=576 mm (JUAKALY, 2007).

Avec cette cartographie de répartition de précipitations, suivi des effets du changement climatiques, on voit qu'à Kisangani les pluies sont abondantes ; de ce fait favorable au développement des moustiques. D'où la nécessité de doubler encore d'effort dans les études sur la lutte anti-vectorielle dans le domaine d'entomologie du paludisme

2.1.3. La végétation de la ville de Kisangani

La ville de Kisangani, était jadis comprise dans la zone bioclimatique de forêt dense ombrophile sempervirente équatoriale. On devrait s'attendre à y voir une végétation caractéristique de cette dernière. Cependant, suite à l'implantation et au développement de la ville, aux activités anthropique la forêt a cédée la place aux cultures, aux jachères, aux recrues forestières, aux groupements rudéraux et aux lambeaux de forêt secondaires (NYAKABWA, 1982, KANKONDA, 2001).

2.2. Méthode

2.2.1. Capture au pyrèthre

Cette méthode consiste à pulvériser le baume d'insecticide (Baygon) dans une maison dans toutes les chambres en étalant les draps au sol sur lesquels tous les moustiques tués par l'insecticide tombent dessus avant leur ramassage à l'aide des pinces entomologiques qui intervient 30 minutes après la pulvérisation. Il faut aussi noter que le quadrillage de la maison par la pulvérisation à l'extérieur est nécessaire pour éviter que les moustiques une fois attaqués du côté de l'intérieur de la maison puissent fuir à l'extérieur (RTI International : 2012), comme les montrent les figures (Fig.2, Fig.3 & Fig.4) ci- dessous.



Fig.2. pulvérisation à l'intérieur de la maison.



Fig.3. Pulvérisation à l'extérieur de la maison.



Fig. 4. Ramassage des moustiques sur draps après pulvérisation au pyréthre.

2.2.2. Collecte des larves pour élevage et test de sensibilité.

Nous avons fait la prospection larvaire qui est une méthode qui permet de récolter les larves des moustiques dans les gîtes de développement naturel à l'aide d'une louche.



Fig.5. a et b : Collection des larves à l'aide d'une louche.

a) L'élevage des larves

Nous avons procédé à l'élevage des moustiques à partir de stade 1, 2, 3, 4 et nymphal jusqu'à obtenir des adultes de la manière suivante : pour le raison d'ordre pratique, il s'agit de prélever les larves de différents stades de développement dans leurs gîtes naturels et les mettre dans un banc en plastique, trier les nymphes avec une pipette Pasteur et les mettre dans un bocal puis le mettre dans les cages d'élevage jusqu'à l'émergence des moustiques adultes pour permettre de continuer le processus.

Sur chaque cage d'élevage, une ou deux boules l'ouate (coton imbibé de glucose à 10%) est placée au-dessus de la cage d'élevage pour servir de nourriture aux adultes, qui émergent. (OMS.1970)

Les adultes sont nourris avec du jus sucré dans la cage pendant cinq jours avant d'être soumis au test de sensibilité, seuls les moustiques dont l'âge varie de deux à cinq jours sont soumis au test de sensibilité. Avant et après cet âge les moustiques sont très fragiles parce qu'ils sont soit trop jeunes ou soit trop vieux.

b) Test de sensibilité

Pour le test de sensibilité on utilise uniquement les femelles qui sucent le sang pour la maturation des œufs (<http://sciencesecole.ac-reunion.fr>). Ce test nous permet de prouver le phénomène de résistance de moustiques aux insecticides utilisés dans les moustiquaires imprégnés d'insecticide.

On aspire uniquement les femelles hématophages 25 par cage en carton. On prend les témoins de chaque insecticide et qu'on introduit dans les tubes passes insectes.

L'épingle est fixé pour empêché les moustiques d'entrer au bord de la paroi du tube puis on aspire les moustiques avec un aspirateur à bouche, en suite, on souffle les moustiques d'entrés dans le compartiment où il y a l'insecticide.

Le contact des moustiques avec l'insecticide pendant 60 minutes est suivi et est suivi de la lecture chaque 5 minutes pour observer combien des moustiques sont choqués et tombent.

L'observation des moustiques choqués par l'insecticide est prolongée encore pendant 60minutes, après chaque 15 minutes on observe les moustiques choqués qui sont tombent au fond de tube.

Après cette opération, les moustiques sont vidés dans un autre tube qui n'a pas d'insecticide et on place une boule d'ouate imbibée de glucose pour que les moustiques qui se réveilleront après le choc ne meurent pas de faim. Après 24 heures on vient lire les résultats du test de sensibilité.

Les figures 6 à 9 ci-dessous, montrent le processus de test de sensibilité.



Fig.6. Elevage des larves dans la cage d'élevage.



Fig.7. Aspiration des moustiques dans la Cage au laboratoire



Fig. 8. Introduction des moustiques Dans le tube passe insecte



Fig.9. Observation de résultats des moustiques Choqués par l'insecticide.

❖ Test de sensibilité en y associant les synergis

Les synergides sont des produits Chimique imprégné dans le papier, que l'on appelle PBO 5%. Lorsqu'on met les moustiques Anophèles en contact avec synergistes, ce dernier bloque la capacité centrale de système nerveux de site d'action contre l'insecticide. Le rôle de synergide est d'aider l'insecticide pour bien neutralisé les moustiques qui résistent aux insecticides. Pour ce test, avant de soumettre les moustiques à l'insecticide nous les avons soumis à contact avec les synergistes qu'on appelle PBO 5% pendant 60 minutes et nous avons récupéré les moustiques de synergistes directement pour les mettre en contact de l'insecticide durant 60 minutes. Après, les résultats ont été lus après 24 heures.

Pour calculer les % de mortalité, on utilise la formule d'ABOTE ci-dessous :

Formule d'ABOTE = $(\% \text{ mortalité observé dans les tubes moins mortalité observation dans les témoins}) / 100 - \text{mortalité observée dans les témoins} \times 100$

2.2.4. Identification des moustiques

Au laboratoire, nous avons utilisé le binoculaire de marque Wild M5 (grossissement maximal $\times 500$) qui était doté d'un micromètre gradué (chaque graduation vaut 0,125 mm) et d'un adaptateur à lumière froide (JUAKALI, 2007), Nous avons aussi utilisé la Loupe de marque déposée pour effectuer l'identification.

Les clés dichotomiques de BRUMPTTE (1949), de Gilles et Démiellons (1968), de SCOLON (1975), et de NAGAWUEDI (1994), nous ont permis de compléter l'identification en comparant les caractères morphologiques observés au binoculaire et ceux décrits par les clés. La conservation s'est faite dans un premier temps au froid dans le frigo, avant l'identification du matériel. Après l'identification, le matériel était conservé dans le bocal contenant de silicagel, pour éviter sa dégradation et permettre son utilisation ultérieure.



Fig.10. Identification de moustique au
Laboratoire

3. Matériel:

Le matériel d'étude est constitué de 972 spécimens des moustiques (Culicidae) du genre *Anopheles* récoltés dans trois Communes : Kisangani, Kabondo et Makiso dont 315 issus d'élevage.

CHAPITRE TROIS : RESULTATS

Après nos investigations sur terrain, nous sommes parvenues à obtenir des résultats intéressants sur la biodiversité des Moustiques du genre *Anopheles* et le phénomène de résistance observé chez les moustiques face aux insecticides imprégnés dans la moustiquaire. Nous avons obtenu 972 spécimens (dont 315 spécimens issus d'élevage) d'*Anopheles* appartenant à trois espèces : *A. gambiae*, *A. funestus* et *A. nili*

Nos résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

3.1. Biodiversité Anophélienne

Il ressort de ce tableau(1) que 393 spécimens d'Anophèles capturés et identifiés appartenant à 3 espèces : *A. gambiae*, *A. funestus*, *A. nili*. Ces moustiques ont été capturés par pulvérisation intradomiciliaire dans la commune de Kisangani. Les résultats montrent qu'*A. gambiae* est plus abondant avec 98,4% dans la commune Kisangani. Par contre, *A. nili* est l'espèce la moins représentée avec 0,5% des effectifs de capture dans la commune Kisangani

Tableau 1. Biodiversité de moustique anophèle dans la Commune de Kisangani

Ordre	Famille	Sous-famille	Genre et espèce	Nombre	%
Diptère	Culicidae	Anophèlinae	<i>Anophèle gambiae</i>	387	98,4
			<i>Anophèle funestus</i>	4	1,0
			<i>Anophèle nili</i>	2	0,5
1	1	1	3	393	100

Il ressort de ce tableau (2) ci-dessous que 130 spécimens des moustiques Anophèles capturés appartenant à une seule espèce : *A. gambiae* capturés par pulvérisation intra-domiciliaire dans la Commune de Makiso selon nos résultats.

Tableau 2. Biodiversité des moustiques Anophèles dans la Commune de Makiso

Ordre	Famille	Sous-famille	Genre et espèce	Nombre	%
Diptère	Culicidae	Anophèlinae	<i>Anophèle gambiae</i>	130	100
1	1	1	1	130	100

Il ressort de ce tableau (3) que 134 spécimens des moustiques Anophèles identifiés appartenant à une espèce : *A. gambiae* ; capturés par pulvérisation intra-domiciliaire dans la Commune de Kabondo selon les résultats du présent travail.

Tableau 3. Biodiversité des moustiques Anophèles dans la Commune de Kabondo.

Ordre	Famille	Sous-famille	Genre et espèce	Nombre	%
Diptère	Culicidae	Anophèlinae	<i>Anopheles gambiae</i>	134	100
1	1	1	2	134	100

3.2. Phénomène de résistance aux insecticides chez le genre *Anopheles*

Nous présentons nos résultats dans les tableaux suivants :

Le tableau (4) montre que les trois insecticides utilisés pour le test de sensibilité d'Anophèles au mois de juin sont Permiphos-methy 0,25%, Deltamethrine 0,05% et Permethrin 0,75%. De ces résultats, nous ne retenons que l'insecticide Permethrin présente 40% de sensibilité contre 60% de résistance. Les deux autres insecticides (Permiphos-methy 0,25% a 100 % de sensibilité contre 0 % de résistance, Deltamethrine 0,05% à 85% de sensibilité contre 15 % de résistance

Tableau 4. Test de sensibilité des Anophèles aux différents insecticides du mois de juin 2015

N°	Insecticides	Sensibilité (%)	Resistance (%)	Total(%)
01	Permiphos-Methy 0,25%	100	0	100
02	Permethrin 0,75%	51,68	48,32	100
03	Deltamethrin 0,05%	85	15	100

Il ressort du tableau 5 que le test de sensibilité des moustiques Anophèles au permethrin a diminué encore jusqu'à 40% de mortalité contre 60% de résistance

Tableau 5. Test de sensibilité avec Permethrin 0,75% du mois d'août 2015

HEURES	10:36	10:46	10:56	11:06	11:16	11:26	11:36	Mortalité après 2heures	Survivants/Résistants après 24 heures
TEST 1	0	0	0	0	1	2	5	9	16
TEST 2	0	0	0	1	1	1	3	11	15
TEST 3	0	0	1	1	1	3	3	10	14
TEST 4	0	0	1	2	3	4	5	10	15
TEMOINS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL								40	60
%								40 %	60 %

Utilisation de synergistes dans le test de sensibilité des moustiques Anophèles

Le tableau 6 montre l'évolution de chocs subits par les Anophèles lors du test de sensibilité impliquant les synergistes. Il ressort de ce tableau que 86% d'Anophèles meurent contre 14% de survivant après avoir été soumis aux synergistes

Le tableau. 6. Test de sensibilité avec les Synergistes BPO 5% et Permethrin 0,75% août 2015

HEURES	16:14	16:24	16:34	16:44	16:54	17:14	17:24	Survivants/Résistance après 24 heures	Mortalité après 24 heures
TEST 1	0	0	0	2	4	9	9	4	21
TEST 2	0	0	0	1	2	9	9	3	22
TEMOINS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL								7	43
%								14	86

Autres usages de moustiquaire :

La population utilise la moustiquaire imprégnée d'insecticide comme filet de pêche, pour clôturer son potage (jardin), comme clôture pour faire l'élevage de poule et les enfants utilisent comme filet de foot Ball pour couvrir la gaule.

La moustiquaire imprégnée d'insecticide est destinée à la lutte contre les moustiques et non d'autres usages nous voyons sur ses images (Fig.11 & 12). Ces pratiques sont à la base de la détérioration de la qualité des différents insecticides imprégnés dans les moustiquaires distribuées à Kisangani. En effet, les lessivages que subissent la moustiquaire lors différentes pluies font que l'insecticide est dispersé dans la l'environnement où vivent les moustiques et ces derniers développent les capacités de résistance.



Fig.11. clôture de jardin avec la Moustiquaire



Fig.12. La moustiquaire utilisée comme filet de foot Ball.

CHAPITRE QUATRE : DISCUSSION

Ce travail est basé sur la biodiversité de moustique de genre *Anopheles* et le phénomène de résistance aux insecticides imprégnés dans les moustiquaires, observé à Kisangani. Nous avons récolté les données dans trois communes à savoir Kisangani, Kabondo et Makiso. Ceci, nous a permis d'obtenir 972 spécimens de moustiques du genre *Anopheles* dont 315 spécimens (32,40% du total matériel) issus d'élevage appartenant à trois espèces à savoir : *A. gambiae*, *A. funestus* et *A. nili*. Ces résultats diffèrent de ceux de Udaga (2014) qui a obtenu lors de l'élevage au laboratoire 265 spécimens d'anophèles appartenant à 5 espèces à savoir : *A. gambiae*, *A. funestus*, *A. nil*, *A. mucheti* et *A.paludis*. Pour ETUMU (2014), la biodiversité des moustiques au-delà du genre *Anopheles* à Kisanganie est de 5

espèces d'Anophèles à savoir *Anopheles gambiae*, *Anopheles funestus*, *Anopheles nili*, *Anopheles moucheti*, *Anopheles paludis* et trois autres genres dont : *Culex*, *Aedes* et *Mansonia*. La différence de nos observations et celles des auteurs précédents serait due soit la période d'étude ou soit à la méthodologie. Udaga (2014) n'a fait que l'élevage de larve tandis que Etumu (2014) de son côté a abordé l'aspect comportemental en y associant la méthode de pyréthre. La présente étude combine l'élevage des larves et la méthode de pyréthre.

Une meilleure connaissance de l'anophèle permettrait de mieux le combattre, mais aussi de prendre pour cible une nouvelle étape du cycle de vie de *Plasmodium*. Des relations entre les trois acteurs de la maladie - le parasite, son hôte humain et son vecteur diptère, la plus étudiée à ce jour est en effet l'interaction entre *Plasmodium* et l'être humain infecté. Organisation mondiale de la santé (2002).

Pour RTI International (2012), il existe environ 480 espèces d'Anophèles reconnues dans le monde, mais seulement 80 d'entre elles sont vectrices de la malaria. A l'exception de l'Antarctique, les vecteurs du paludisme sont présents sur tous les continents. Ceci, conduit à la cohabitation des espèces sympatriques c'est-à-dire plusieurs vectrices qui se trouvent dans la même zone et en même temps.

Du fait des différences écologiques et comportementales, les espèces sympatriques peuvent former des systèmes vectoriels complexes. Par exemple, quand une espèce vectrice qui préfère des gîtes de reproduction semi-permanentes se trouve dans la même zone qu'une autre espèce qui préfère des flaques d'eau temporaires, cela présente des difficultés importantes pour la lutte anti-vectorielle. De même, la sympatrie d'une espèce d'une espèce endophage avec une espèce exophage crée des difficultés additionnelles dans la lutte anti-vectorielle à l'intérieur des habitations (moustiquaires à longue durée d'action, par exemple). Les deux aspects écologique et comportemental, existent bel et bien à Kisangani. A l'avenir, il faudra les suivre pendant un cycle d'une année pour tenter de donner les réponses aux questionnements sur les espèces qui préfèrent les gîtes permanents et/ou temporaires ; cette situation pourrait se justifier par le fait que certaines espèces des moustiques sont soit androphiles ou xérophiles par conséquent leur présence peut être accidentelle à l'intérieur de maison, les maisons où à lieu la pulvérisation pour la capture des moustiques.

RTI International (2012), donne également les différentes espèces vectrices du paludisme dans le monde : en Amérique les principales espèces responsables de la

transmission du paludisme sont les suivantes : *Anopheles albimanus* (Mexique, Amérique centrale et dans la nord-ouest de l'Amérique : Colombie, Equateur, Pérou et Venezuela) ; *A. albitarsis*, *A. marajoara*, *A. deaneorum* dans la partie nord et centrale de l'Amérique du Sud ; *A. darlingi* dans la région amazonienne. *Anopheles nuneztovari*, *A. pseudopunctipennis* (Sud-Est, des Etats-Unis, Amérique centrale et Nord de l'argentine)

En Afrique les principaux vecteurs du paludisme appartiennent au complexes *Anopheles gambiae* et au groupe *A. funestus*. Etant donné la grande importance du paludisme sur le continent Africain, ce sont probablement les espèces de moustiques les plus étudiées au monde.

Pour l'Asie, nous avons le complexe *A. culicifacies*, le complexe *A. dirus*, le groupe *A. maculatus* et le groupe *Anopheles minimus*.

Selon les sites de collecte des données par le pyrèthre, nous avons la situation suivante 393 spécimens: collectés dans la commune Kisangani, soit 40,43%, 134 spécimens collectés dans la commune Kabondo, soit 13,78% et 130 spécimens collectés dans la commune Makiso, soit 13,37%. Quand on compare nos résultats, trois espèces, soit 0,62% à ceux évoqués par RTI International (2012) au niveau mondial, 480 espèces, nous avons encore du pain sur la table pour continuer le travail enfin d'identifier toutes les espèces d'Anophèles de la région de Kisangani.

D'après L'OMS (2008) la lutte anti-vectorielle est le seul moyen de prévention sauf pour le cas de la fièvre jaune dont le vaccin coute cher, le moyen curatif, molécule de recharge est difficile à trouver.

L'option fondamentale pour la lutte anti-vectoriel est la promotion de différents aspects tels que la réduction du contact homme vecteur (moustiquaires), la lutte contre les vecteurs adultes (pulvérisations), la lutte anti-larvaire (gites larvaires) et l'assainissement du milieu.

En RDC, le Paludisme ou la malaria constitue l'une de principales causes de mortalité chez les enfants de moins de cinq ans et les femmes enceintes.

Le moustique *Anopheles gambiae* est le principal vecteur du paludisme en Afrique. Cette maladie parasitaire affecte de 300 à 500 millions de personnes par an dans le monde, et en tue plus d'un million et demi chaque année, pour la plupart des enfants africains.

Le paludisme est l'un des principaux facteurs de mortalité au sein des populations d'Afrique, d'Asie du Sud-est et d'Amérique latine ; il porte une lourde part dans l'appauvrissement continu de ces populations. Organisation mondiale de la santé (2002)

Les parasites du genre *Plasmodium*, responsables de la maladie, sont transmis à l'homme lors de la piqûre d'un moustique femelle infecté. On s'est donc efforcé de limiter leur transmission par l'usage de moustiquaires ou par des campagnes d'éradication de l'anophèle. Organisation mondiale de la santé (2002)

Pour ce qui est de test de sensibilité, il a été effectué à trois reprises à des intervalles de temps différents.

En de juin trois insecticides ont été utilisés dans le cadre de test de sensibilité chez les Anophèles. A l'issus du test par Permiphos-Methy 0,25% les résultats montrent une sensibilité de 100% contre 0% de résistance, insecticide non utilisé jusque là dans aucun moustiquaire. Par contre, en utilisant, Permethrin 0,75%, les résultats montrent une sensibilité de 51,68% contre 48,32% de résistance et Deltamethrin 0,05% à une sensibilité de 85% contre 15% de résistance.

Au mois d'août 2015, nous avons procédé à un test de sensibilité en deux temps : trois tests avec la permethrin seule et deux tests avec la permethrin associée aux synergistes. Voici les résultats : pour la permethrin 0,75% seule, nous avons obtenu 40% de sensibilité contre 60% de résistance seulement à l'intervalle de deux mois seulement (juin-août 2015). Nous voyons donc que la permethrin est l'insecticide qui a perdu de plus en plus son efficacité, dans la lutte contre les moustiques à chaque sortie de terrain à Kisangani

En associant les synergistes PBO 5% dans le test de sensibilité avec la permethrin 0,75%, nous constatons que la sensibilité des Anophèles à cet insecticide s'améliore de 40% à 85% contre 15% de résistance, même si elle n'atteint pas le seuil de sensibilité de 98% de L'Organisation de la santé (OMS, 2008)

Le fait le plus inquiétant est l'apparition des résistances vis-à-vis des insecticides : les Permethrin et Deltamétrine (17% de résistance) deux insecticides d'imprégnation des moustiques utilisés actuellement dans la lutte anti-vectorielle en R D Congo, diminuant ainsi l'efficacité du moustiquaire et DDT (100% de résistance). UDAGA (2014). Ces observations concordent en partie avec les notre. En effet, pour la permetrin

0,75%, nous constatons que qu'elle diminue son efficacité de plus en plus. Par exemple à l'intervalle de deux mois nous avons : 48,32% de résistance en juin 2015 puis en août 60% de résistance. Cette situation est inquiétante parce que la peltamethrin est l'une des molécules la plus importante pour la lutte anti-vectorielle dans notre pays. Nous sommes entrain de perdre cette molécule.

C'est pourquoi l'initiative d'associer les synergistes à la peltamethrine que nous venons de lancer avec ce travail pour améliorer la sensibilité des Anophèles à la permethrin est louage. Cette expérience étant la première avec des bons résultats 85% de sensibilité contre 15% de résistance. Il faille donc continuer les recherches dans ce sens pour rénover cette molécule. Par contre, nous n'avons pas utilisé le DDT dans le test de sensibilité dans nos expérimentations.

MOFINDI (1966a) avait fait le test dans le Nord du Nigeria et avait trouvé les résultats similaires avec le DDT qu'UDAGA (2014).

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Au terme de ce travail sur la biodiversité de moustique Anophèles et le phénomène de résistance chez les Anophèles à Kisangani RD Congo.

Nous avons récolté les Anophèles dans la Commune de Kabondo, Makiso et Kisangani Par la méthode de pyrèthre dans les maisons du 30/01/2015 au 18/08/2015 Nous avons récolté 972 moustiques Anophèles répartie à 3 espèces d'anophèles : *Anopheles gambiae*, *Anopheles funestus* et *Anopheles nili*, ce qui confirme la première hypothèse qui stipule : il existe une grande biodiversité des moustiques Anophèles à Kisangani. Amener cette phrase au niveau de la discussion

Dans la Commune Kisangani 393 spécimens des Anophèles appartenant à 3 espèces, *A. gambiae*, *A. funestus* et *A. nili* capturé par pulvérisation.

Dans la Commune de Makiso, 130 spécimens des moustiques Anophèle identifiés appartenant à une espèce : *A. gambiae* capturé par pulvérisation.

Dans la Commune de Kabondo, 134 spécimens des moustiques Anophèles à une espèce : *A. gambiae* capturé par pulvérisation.

Dans le laboratoire de Centre de Surveillance de la Biodiversité (CSB) de l'Université de Kisangani et au musée, nous avons élevé et obtenu 315 spécimens des moustiques de genre *Anopheles*, appartenant à une espèce : *Anopheles gambiae*.

Le test de sensibilités des Anophèles à 3 insecticides au mois de juin 2015 se résume à : Permiphos-Methy 0,25% présenté 100% de sensibilité contre 0% de résistance, Permethrin 51,68% de sensibilité contre 48,32% de résistance et Deltamethrin 85% de sensibilité contre 15% de résistance.

Au mois d'août 2015, 4 tests de sensibilité étaient faites sur les anophèles avec la permethrin 0,75% ; le résultat se résume à 60% de résistance contre 40% de sensibilité.

En associant les synergistes à la permethrin 0,75%, la sensibilité de la permethrin s'est améliorée de 85% de sensibilité contre 15% de résistance.

Cette étude est pertinente car elle nous a permis de connaître la biodiversité de moustiques de genre Anophèle et déceler le phénomène de résistance observée chez Anophèles à Kisangani. Nous suggérons donc qu'une étude similaire soit organisée pendant un cycle d'une année pour pouvoir cerner avec certitude le phénomène de résistance des Anophèles aux insecticides d'imprégnations de moustiquaires à Kisangani.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

DOUDOU, A (2006) : La moustiquaire imprégnée d'insecticide comme moyen de lutte contre le paludisme : « les raisons d'une adoption limitée en cote d'Ivoire », in Natures sciences sociétés, Vol. 14, N° 4, p.431-433.

ETUMU, P. (2014): Biodiversité et comportement trophique des moustiques dans la Ville de Kisangani, RD CONGO:(Cas de Communes de Kisangani et Kabondo), Monographie UNIKIS/Fac des Sciences, 30p.

DARRIET, F., 2007 .: Moustiquaires imprégnée et résistance des moustiques aux insecticides IRD, Paris, 116p. (ISBN 978-2-7099-1624-0).

GILLIES M.T. and de MEILLON B. (1968). The *Anopheles* of Africa south of Sahara (Ethiopia Zoogeographical region), S. Afr. Inst. Med. Res, public n°54, 343 pp.

JUAKALY, M., (2007). Résilience et écologie des Araignées du sol d'un forêt équatoriale de base altitude (Réserve Forestière de Masako, Kisangani RD Congo) Vol 1 thèse de doctorat inédit, Fac. Sc. UNIKIS, 86p.

KATUALA, G.B., (1978). Contribution à l'étude des moustiques de l'île Kongolo (inventaire systématique), mémoire inédit, UNIKIS, Fac. Sc., 32p.

KASEREKA N. 2005 : Biologie de la reproduction et du régime alimentaire de *Citharinus gibbasus* Boulanger 1899 (Cypriniformes citharinidae de la région de Kisangani, Mémoire inédit, UNIKIS Fac. Sc. 35p

NAGAWUEDEI, M., (1977). Contribution à la connaissance des moustiques en Afrique, 1^{ère} partie mémoire inédit, UNIKIS Fac. Sc. 40p.

NTUMBA, K. (2009). Perceptions et usage de la Moustiquaire imprégnée d'insecticide pour la lutte Antipaludique. Monographie Fac. Sc. Université Kinshasa-Binza. 35p.

OMS (1976). Resistance des vecteurs et réservoir des maladies au pesticide, OMS séries des rapports techniques 585, 97p.

OMS (2003). Entomologie du Paludisme et contrôle de vecteur. Edition provisoire Guide de stagiaire. 93p.

OMS (2008). Lutte anti-vectorielle, OMS, Genève. 22p.

RTI INTERNATIONAL (2012). Manuel de fondation à l'entomologie du Paludisme à l'intention des techniciens en entomologie et lutte anti-vectoriel. 77p.

SALAMANDRE (2010) Moustique ennemie public, revue N° 199, p. 43, p.33, p.37, p.40, p. 41.

Taai, K. et Harbach, R. (2015). *Systematics of the Anopheles barbirostris species complex (Diptera: Culicidae: Anophelinae) in Thailand* Zoological Journal of the Linnean Society, 174: 244–264.

UDAGA M. (2014) Ecologie des larves, Elevage et Test de Sensibilité des Moustiques aux différents insecticides Usuels en Santé Publique. Monographie UNIKIS/ Fac des Sciences. 32p.

Sciana Y, (2006). « Moustiques la grande menace », in sciences et vie. 105p.

WEBOGRAPHIE

[Apps.in/iris/bitstream/10665/44077/1/9242590452-fre.pdf](https://apps.in/iris/bitstream/10665/44077/1/9242590452-fre.pdf) (Lundi le 31/08/2012 à 8h00 30')

www.genoscop.cns.fr/spip/-Anopheles-gambiae-html. (Lundi le 31/08/2015 à 9h00)

<https://arim.ird.fr/arim>. (Lundi le 31/08/2015 à 10h00 15')

<http://sciencesecole.ac-reunion.fr> consulté le jeudi, le 10 septembre 2015 à 15h00)

2. BIODIVERSITE ET COMPORTEMENTS TROPHIQUES DE MOUSTIQUES DANS LA VILLE DE KISANGANI, RD CONGO (2013)

Par : BAKONDONGAMA B .J¹, ETUMU P., T¹., KATUALA G., B¹ ET WATSENGA T., F².

- 1. Université de Kisangani, Faculté des Science, Département d'Ecologie et de Gestion des Ressources Animales**
- 2. Institut National de Recherche Biomédical (INRB_ KINSHASA)**

RESUME

Les moustiques sont nuisible parce qu'ils piquent, sucent le sang et peuvent transmettre à l'homme des maladies contagieuses, dont la plus connues au Congo est la Malaria. Les moustiques le plus dangereux sont ceux qui vivent dans le voisinage de l'homme et pénètre dans les maisons. Les uns attaquent jour et nuit (*Aedes* de la fièvre jaune) les autres au crépuscule ou durant la nuit seulement (*Anopheles*, *Culex* et *Masonia* de la malaria).

Enfin, il faut savoir que certains caractères biologique passent encore varie avec l'âge des individus (notamment les rythme d'agressivité des femelles leur préférence trophique, le pouvoir attractif de piège lumineux à leurs égard). Ce qui complique singulièrement le problème d'échantillonnage

Pour se protéger contre la pique des moustiques, les moyens suivants sont conseillés :

- Construire sa maison à bonne distance de toute masse d'eau contenant de larve.
- Dormir dans le lit ou tente pourvu de moustiquaire en bonne état, le rideau de la moustiquaire seront soigneusement replié sous le matelas de façon à ne laisser aucun interstice permettant l'accès des moustiques.
- Fermer hermétiquement toute les ouvertures de la maison, porte, fenêtre, cheminé.
- pour la destruction des moustiques adultes on pourra utiliser : de fumigation à l'aide de substance dont la fumée ou le vapeur tue le moustique.

Mots clés : Biodiversité, Comportement, Trophique, Moustiques

SUMMARY

The mosquitos are harmful because they prick, suck blood and can transmit to the infectious illness man, of which most known to Congo is the Malaria. The most dangerous mosquitos

are those that live in the man's neighborhood and penetrate in the houses. The some attack day and night (*Aedes* of the yellow fever) the other at the twilight or during the night only (*Anopheles*, *Culex* et *Mansonia* of the malaria).

Finally, it is necessary to know that some characters biologic pass again varies with the age of the individuals (notably rhythmizes them of aggressiveness of the females their preference trophique, the attractive power of luminous trap to their consideration). what complicates the problem of sampling curiously

To protect itself/themselves against the sting of the mosquitos, the following means are counseled:

- Construire his/her/its house to good distance of all mass of containing water of larva.
- Dormir in the bed or tent so long as of screen in housemaid state, the curtain of the screen will be folded carefully under the mattress in order to let no interstice permitting the access of the mosquitos.
- Fermer tightly all the openings of the house, door, window, walked.

for the adult mosquito destruction one will be able to use: of fumigation with the help of substance of which smoke or steam kills the mosquito.

Key words: Biodiversity, Behavior, Trophique, Mosquitos,

CHAPITRE PREMIER : INTRODUCTION

1.1. GENERALITES

Les moustiques sont connus comme des Insectes suceurs de sang menaçant la santé public, le confort et le bien-être des populations humaines. Les genres *Aedes*; *Anopheles* et *Culex*, *Mansonia*, ... sont impliqués dans la transmission des virus induisant différentes encéphalites et des Nématodes causant des filarioses. Le *Plasmodium*, responsable du paludisme est transmis par les moustiques du genre *Anopheles*. Ceux du genre *Aedes* véhiculent le virus de la fièvre jaune et celui de la dengue. (LEPES, 1974).

Les moustiques appartiennent à l'ordre des Diptères sous ordres des Nématocères, la famille de *Culicidae*. Il s'agit d'une famille bien hétérogène, comprenant 280 à 3000 espèces réparties dans le monde entier. Ces insectes ont fait l'objet de plusieurs études dans le monde (PNA, 1986 in NANGAHUEDI, 1997). Dans le monde entier (KNIGHT et

STONES, 1977), en raison de leur rôle dans la transmission des agents pathogènes responsables du paludisme, de la fièvre jaune, de la dengue, de nombreuses encéphalites arboviroses et des filarioses lymphatiques. De ces maladies, le paludisme figure parmi les principales causes de morbidité et mortalité pour l'espèce humaine (MALOINE, 1985). De ce fait, les conséquences d'activité des moustiques sur l'histoire de l'humanité sont considérables. Les moustiques adultes s'accouplent aussitôt après l'émergence. Les femelles commencent à chercher les repas sanguin qui est nécessaires pour la maturation des œufs avant la ponte. Le comportement trophique des moustiques adultes varie suivant les espèces.

Les *Anopheles* et les *Culex* se nourrissent principalement la nuit ; alors que les *Aedes* et les *Psorophora* s'alimentent aussi bien la nuit que le jour. La plupart des espèces sont particulièrement voraces pendant la période d'une heure ou deux aussitôt après le coucher du soleil. Les *Aedes* et les *Psorophora* sont agressifs et virulents, tant pour l'homme que pour le bétail. *Culex tarsalis* le moustique commun, vecteur de l'encéphalite, se nourrit volontiers aux dépens d'un grand nombre d'hôtes, comprenant l'homme, les oiseaux sauvages et domestiques et le bétail (OLEKO, 1997). Les mâles ne piquent pas, ils se nourrissent de nectar ou d'excrétions végétales. Les femelles peuvent déjà prendre leur premier repas de sang 24 heures après l'émergence ; mais le plus souvent c'est après 48 heures (BISHOP, 1946). On comprend dès lors que les moustiques sont étroitement liés à la présence humaine ou animale.

Les moustiques mâles vivent moins longtemps que les femelles c'est-à-dire qu'ils meurent peu de temps seulement après l'accouplement. En effet, suivant les espèces et les variations des conditions écologiques, on évalue à 15-113 jours la longévité des moustiques (MANDIANGU, 1976). Le rayon d'action des moustiques varie beaucoup suivant l'espèce et les conditions ambiantes. La direction et la distance du vol dépendent beaucoup de la présence des aliments et des gîtes ainsi que des conditions du vent.

La proximité des aliments conditionne probablement le mouvement des moustiques ; si une nourriture adéquate et suffisante se trouve près des sites de proliférations ; les moustiques adultes ne s'éloigneront probablement pas beaucoup de leur gîtes. En revanche ; les moustiques peuvent voler plusieurs kilomètres lorsqu'ils ne trouvent pas de quoi se nourrir près de leur gîtes larvaires. La portée du vol des *Anopheles* et de quelques *Culex* est généralement environ 1500 mètres bien que plusieurs espèces couvrent fréquemment une distance de plusieurs kilomètres, par exemple le moustique vecteur de

encéphalite ; *Culex tarsalis*, peut voler jusqu'à 16 kilomètres, voire 30 Km (FEUILLET-DASSONVAL et al. 2006). La plus part des espèces *Aedes* et de *Psorophora* sont des grands voiliers et sont connus pour s'éloigner à plusieurs kilomètres de leurs gîtes larvaires (OLEKO 1997). C'est pourquoi de nombreuses études anti vectorielles sont menées en vue de lutter efficacement contre l'un des animaux les plus dangereux au monde qu'est le moustique quand on voit le nombre de morts qu'il provoque.

Parmi ces méthodes, les unes visent à empêcher la piqûre par l'utilisation des moustiquaires non imprégnées d'insecticides, l'utilisation des produits chimiques répulsifs, de certaines huiles essentielles et d'autres visent la destruction des larves (séchage des marres, destruction des gîtes larvaires péri-domiciliaires), ou celle des moustiques adultes (moustiquaires imprégnées d'insecticides, épandage d'insecticides).

Bref, pour protéger les personnes contre la piqûre des moustiques femelles, il faut appliquer les moyens mécaniques tels que l'emploi des lotions, des huiles essentielles, des bracelets et des répulsifs, l'utilisation des moustiquaires imprégnées d'insecticides et d'écrans de toile métallique. Pour être vraiment efficaces, ces moyens doivent marcher de pair avec les mesures prophylactiques tendant à rendre la piqûre des moustiques inoffensive, par suppression des sources d'infection (NAGAHUEDI, 1977).

Supprimer les adultes par fumigation, aspersion, capture, etc., (Méthodes utilisées par le Programme National d'Assainissement) est certes une mesure très utile, mais d'une portée assez restreinte.

Il faudra ajouter aux mesures prophylactiques évoquées précédemment, le traitement curatif, pour la malaria, avec la quinine dans des régions endémiques. Il en est de même pour les autres pathologies transmises par les moustiques. (Rapport annuel de PNA, 1986).

En outre, les moustiques sont encore responsables de la transmission de nombreuses maladies parmi les populations d'amphibiens, de reptiles, d'oiseaux et de mammifères ; en ce qui concerne les animaux domestiques, les conséquences économiques, sont énormes (MATTINGLY, 1969).

Une chose est certaine qu'en R.D.Congo en général et en particulier à Kisangani, l'état actuel des connaissances sur les moustiques reste lacunaire. Peu d'études abordent l'aspect systématique et le comportement trophique de moustiques, qui constituent

notre thème de recherche. Il faut travailler de façon intégrée pour couper la chaîne de transmission, c'est-à-dire au même moment où les mesures de prophylaxies sont prises, le traitement curatif des personnes atteintes par les maladies transmises par les moustiques a lieu. Cela a pour conséquence, la rupture de la source de contamination et les moustiques en prenant leur repas sanguin pour la maturation des œufs ne seront plus nuisibles à l'instar d'autres lieux.

Certes, cet exercice demande beaucoup de moyens pour l'Etat et aussi la prise de conscience pour chaque citoyen (Rapport annuel PNA, 1986). Il est à noter que si tous les moustiques ne sont pas dangereux au point de vue de la transmission des maladies, leur soif de sang en fait toujours des êtres éminemment incommodes, rendant les habitants anémiant.

Pour ce qui est de l'espérance de vie qui peut varier de deux à trois semaines pour certaines espèces, à plusieurs mois pour d'autres, nous disons que cela est fonction des conditions du milieu tel que la température et l'humidité relative. On peut voir le cycle de développement des moustiques dans la figure (17) ci-après que nous propose Mhadji (2007).

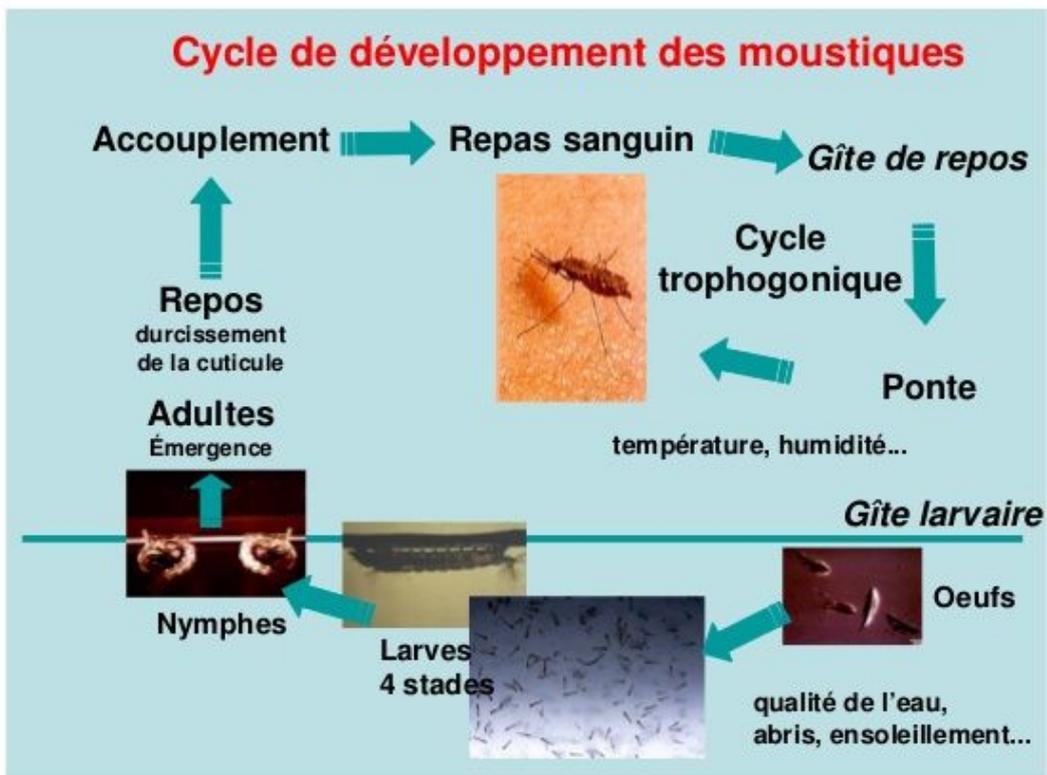


Figure 1 : Cycle de développement des moustiques

1.2. Etudes antérieures

Plusieurs publications sur les moustiques ont été réalisées dans le monde. Il s'agit de :

GILLIES et MEILLON (1968): The *Anophèles* Africa south of Sahara (Ethiopia Zoogeographical region), GILLES et de MEILLON (1968) pour la région néarctique, OMS (1976) qui parle de la résistance des vecteurs et réservoirs des maladies aux pesticides, OMS, (1985), qui aborde la problématique de l'aménagement de l'environnement en vue de la démositification, HILTON (1987) qui a abordé l'aspect des aires de distribution du paludisme, OMS (2003) qui se focalise sur l'entomologie du paludisme et le contrôle des vecteurs, MOURET (2013) qui a parlé des pièges de capture des moustiques adultes ou mosquito traps,....

Pour les études axées sur la systématique des moustiques de l'Afrique nous pouvons citer : MAYORA (1942), Systematics and the origin of species, FORTTINI, (1962 – 1965), NAGAHUEDI (1977), qui parle de la contribution à la connaissance des moustiques (*Culicidae, Diptera nematocera*) en Afrique, DARSIE et WARD (1981) pour la systématique des moustiques des régions tropicales,...

Quant aux travaux sur les moustiques de la R.D.Congo/ nous citons : Schwartz, (1927), sur les moustiques communs du Congo Belge avec quelques commentaires et considérations, PNA (1986), Rapport annuel sur la démositication dans la ville de Kinshasa.

Quant aux travaux réalisés à Kisangani, nous avons : Katuala (1978) qui parle de la contribution l'étude des moustiques de l'Ile Kongolo (Inventaire systématique), Rachidi (1979), qui contribue à l'étude des moustiques (*Culicidae Diptera* de Kisangani.-Zaïre.), OMOLE (1994), qui a caractérisé les quelques gîtes larvaires à moustiques à Kisangani; et Nagahuedi (1983), sur « l'étude écologique des larves des moustiques de Kisangani (Zaïre) , Abondance, fréquence et biomasse.

1.3. Problématique

La diversité spécifique des moustiques et l'occupation des milieux divers, contribuent au maintien de l'équilibre grâce au maillon qu'ils forment dans les chaînes trophiques. La connaissance de cette faune des moustiques à Kisangani reste fragmentaire jusqu'en nos jours.

En plus, le comportement trophique des moustiques dans la nature est connue mais le comportement alimentaire de moustiques femelles et les heures d'activités pour la recherche d'un repas sanguin à Kisangani ne sont pas élucidés. D'où l'opportunité de cette étude qui veut apporter quelques éléments de réponse à ce sujet.

1.4. Hypothèses

Comme hypothèses pour ce travail, nous proposons les suivantes :

1. La biodiversité de moustiques à Kisangani serait importante, vues les conditions climatiques (région équatoriale, chaude & humide) favorables au développement de ce dernier.
2. Suivant les espèces, les activités trophiques des femelles de moustiques auraient lieu à des heures différentes la nuit.

1.5. But et intérêt

1.5.1. But

Le but de ce travail est de:

- connaître la biodiversité de moustiques de Kisangani ;
- connaître les heures d'activités de recherche du repas sanguin par les femelles des différents taxons des moustiques à Kisangani (comportement trophique).

1.5.2. Intérêt

L'intérêt de ce travail est triple :

- la connaissance scientifique des moustiques de notre milieu et le comportement trophique des femelles dans la recherche du repas sanguin ;
- les résultats de ce travail peuvent être utiles dans la lutte contre la transmission du paludisme aux sujets sains, en évitant de s'exposer aux piqûres de moustiques pendant les heures d'activités intense de ces derniers ;
- cette modeste œuvre scientifique peut aider les décideurs politiques ainsi que les services étatiques chargés de combattre les maladies transmises par les moustiques à améliorer leurs prestations dans le cadre de lutte anti-vectorielle et de la santé publique communautaire.

CHAPITRE DEUXIEME : MILIEU D'ETUDE

2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE KISANGANI

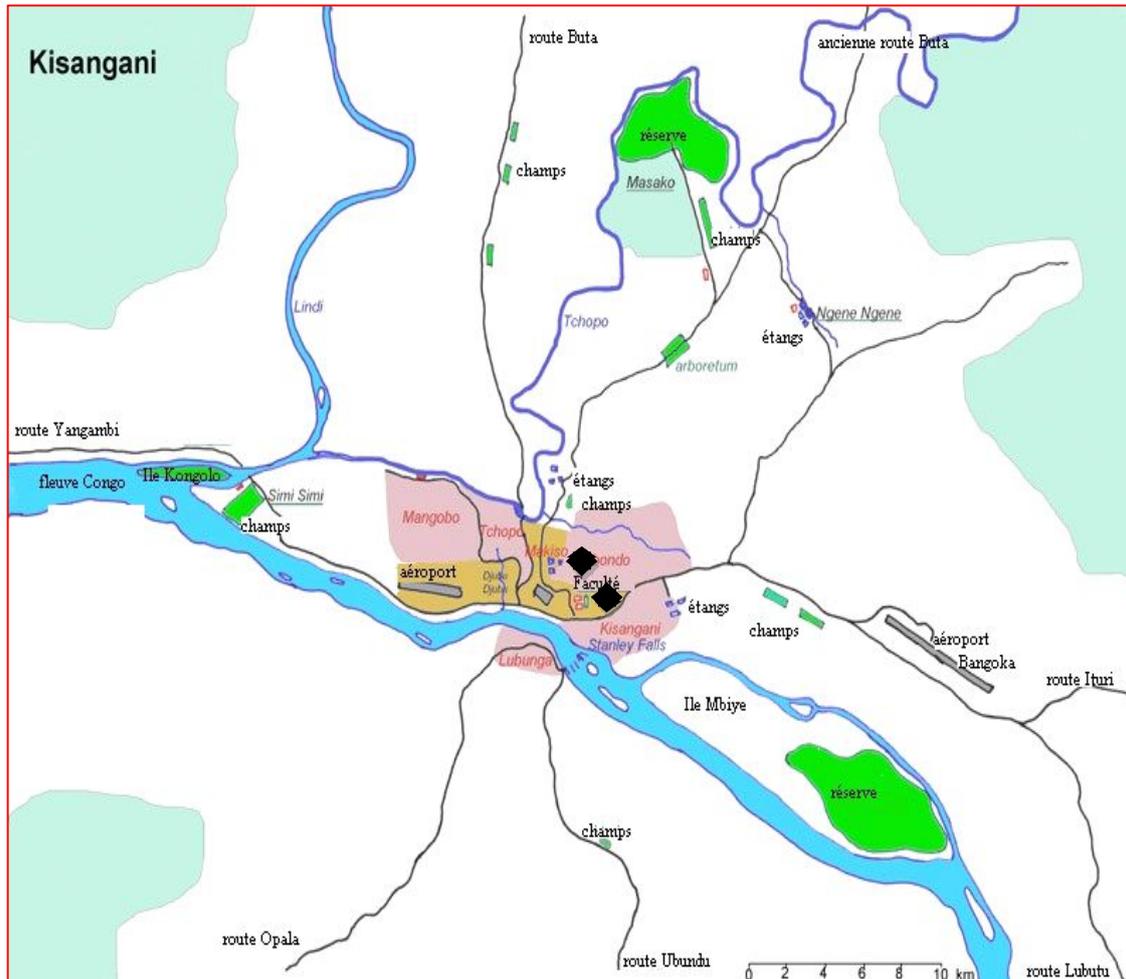


Fig.1 : Carte de Kisangani et ses environs. montrant les sites de nos investigations (▲) (◆)
source : (Google Earth 2004 modifié par Nshimba 2008)

La ville de Kisangani est située dans la partie Nord-est de la cuvette centrale congolaise à $0^{\circ}31'$ Nord et $25^{\circ}11'$ Est, à une altitude moyenne comprise entre 376 et 424 m (Nyakabwa, 1982). Sa superficie est de 1910Km^2 ; Son relief est caractérisé par des plateaux des faibles pentes et de terrasses (Nyakabwa, 1982). C'est dans la ville de Kisangani que nous avons récolté les données de ce travail, notamment dans deux sites. Il s'agit de chutes Wagenia et à Kabondo du 28 mars au 05/07/2014. Les chutes Wagenia sont situées à $0^{\circ}29'726''$ Nord de l'altitude et $25^{\circ}12'486''$ longitude et Kabondo est situé à une latitude de $0^{\circ}33'$ Nord et $25^{\circ}30'507''$ Est.

2.1.1. Caractéristiques climatiques de la ville de Kisangani

La ville de Kisangani est caractérisée par un climat équatorial du type continental appartenant à la classe Af. de la classification de Köppen ; c'est un climat tropical chaud humide, sans une saison sèche absolue (Nyakabwa, 1982). La température du mois le plus froid est supérieur à 18°C et la hauteur mensuelle des pluies du mois le plus sec est supérieure à 60 mm. En général, la température oscille autour de 25°C, les précipitations moyennes annuelles sont supérieures à 1750 mm avec deux maxima au mois d'octobre et d'avril et des minima autour de janvier et juillet. La moyenne annuelle du nombre de jours des pluies se situe autour de 155 jours. L'humidité relative de l'air est élevée et la moyenne mensuelle oscille pendant la période pluvieuse; les minima pendant la période sèche. Il y a existence à Kisangani de quatre tendances saisonnières ; elles correspondent aux périodes suivantes :

décembre, janvier, février : première saison subsèche $S1 = 404,8\text{mm}$;

mars, avril, mai : première saison des pluies $S2 = 586,1\text{mm}$;

juin, juillet, août : deuxième saison subsèche $S3 = 286,6\text{mm}$;

septembre, Octobre, novembre : deuxième saisons des pluies $S4 = 576\text{mm}$ (Juakaly, 2007).

Avec cette cartographie de répartition de précipitations, suivi des effets du changement climatiques, on voit qu'à Kisangani les pluies sont abondantes ; de ce fait favorable au développement des moustiques. D'où la nécessité de doubler encore d'effort dans la lutte anti- vectorielle.

2.1.2. Végétation de la Ville de Kisangani

La ville de Kisangani, est comprise dans la zone bioclimatique de forêt dense ombrophile sempervirente équatoriale. On devrait s'attendre à y voir une végétation caractéristique de cette dernière. Cependant, suite à l'implantation et au développement de la ville, aux activités anthropiques très accrues, la forêt a cédé la place aux cultures, aux jachères, aux recrues forestières, aux groupements rudéraux et aux lambeaux de forêt secondaire (NYAKABWA, 1982).

2.1.3. Situation géographique des chutes Wagenia

Les chutes Wagenia sont situées au Sud-est de centre ville de Kisangani. Elles sont connues suite à l'originalité de la technique de pêche développée depuis des siècles par le peuple Genia. Elles se rencontrent au quartier d'île Mbiye dans la commune Kisangani. D'où la seule activité principale mise en évidence par les Wagenia est la pêche. Traditionnellement ce milieu est appelé « *Binakulu* » qui signifie *Enfant de la tortue*.

Les chutes Wagenia du fleuve Congo séparent le Congo supérieur appelé Lualaba et le Congo moyen à partir duquel le fleuve prend le nom du fleuve Congo.

C'est dans cette bande de terre entourée d'eau que le Chef coutumier de tous les Wagenia et la famille régnante habitent.

2.1.4. Végétation caractéristique des Chutes Wagenia

La végétation dominante de ce site est constituée essentiellement d'*Ipomea aquatica* (Convolvulaceae), *Commelina diffusa* (Commelinaceae), *Panicum maximum*, *Panicum repens*, *Bambusa vulgaris* (Poaceae) *Loersia hexandra*, *Eichornia crasipes*. Les deux dernières espèces présentent une proportion très prononcée par rapport aux autres.

2.1.5. Situation géographique de la Commune de Kabondo

La Commune de Kabondo est une entité administrative de la ville de Kisangani située au Nord-est de la ville sur la route qui mène vers l'aéroport de BANGBOKA, à la latitude de 0°29'726''N et la longitude 25°12'486''E (KABWE, 1997) partageant globalement un même climat que l'ensemble de la ville de Kisangani.

2.1.6. Végétation caractéristique de Kabondo

En tant que commune urbanisée, Kabondo a une végétation constituée des arbres fruitiers comme *Mangifera indica*, *Carica papaya*, *Persia americana*, *Psidium guayava*, *Dacryodes edulis*, *Panicum maximum*, *Paspalum notatum* et *Eichornia crasipes* (Poacea).

CHAPITRE TROISIEME : MATERIEL ET METHODES

3.1. MATERIELS

Le matériel de ce travail est constitué de 4298 spécimens des Moustiques (*Culicidae*) récoltés du 28 mars au 05 juillet 2014 aux chutes Wagenia (Commune Kisangani) et dans la Commune de Kabondo..

3.2. METHODES

3.2.1. Capture sur appât Humain

C'est une méthode qui consiste à exposer une personne appelée « *Capturereur* » aux piqûres des moustiques pendant la nuit, de 18 heures à 06 heures du matin afin de capturer les moustiques à l'aide des tubes hémolyses couverts du coton (Ouate). Les captures nocturnes des moustiques effectuées sur appât humain sont onéreuses, car exigent un personnel nombreux, entraînés et de confiance. Outre, les risques de contamination du personnel par les arbovirus, elles sont toujours fastidieuses et parfois très difficiles à supporter quand la veille se prolonge et que les moustiques sont très agressifs et nombreux. Elles peuvent mêmes êtres infidèles dans le cas de très fortes densités de piqûres.

Enfin, les récoltes sur appât humain ne donnent que le reflet de la faune anthropophile. Les appâts animaux présentent les mêmes défauts, ce qui explique le grand intérêt pour les pièges à moustiques qui font défaut chez nous malheureusement jusqu'à présent (FRESSIGNES *et al.*, 1968; DEGALLIER *et al.*, 1983). Pour chaque maison, il faut 4 captureurs dont 2 le travaillent de 18 heures à 24 heures, c'est-à-dire une personne à l'intérieur de la maison et une autre à l'extérieur ; ils sont remplacés par deux autres personnes qui captureurs de 00 heure à 6 heures du matin. La figure 1 montre comment la technique est appliquée :



Fig.2 : Capture des moustiques adultes à l'aides d'un tube à hémolyse.

Nous avons aussi appliqué la méthode de capture sur appât humain par l'aspirateur à bouche. . Les moustiques venant se poser sur un humain pour le piquer sont immédiatement capturés soit isolement dans un simple tube à hémolyse sec que l'on bouchera par un tampon de ouate, soit à l'aide d'un aspirateur à bouche ou électrique (OMS, 1975).

3.2.2. Capture au pyrèthre

Cette méthode consiste à pulvériser le baume d'insecticide (Baygon) dans une maison dans toutes les chambres en étalant les draps au sol sur lesquels tous les moustiques tués par l'insecticide tombent dessus avant leur ramassage qui intervient 30 minutes après la pulvérisation. Il faut aussi noter que le quadrillage de la maison par la pulvérisation à l'extérieur est nécessaire pour éviter que les moustiques une fois attaqués du côté de l'intérieur de la maison puissent fuir à l'extérieur, comme le montre les fig. 2 & 3 ci-dessous.



Fig.3 : Pulvérisation à l'extérieur de la maison.



Fig.4 : Pulvérisation à l'intérieur de la maison.

Les Fig.3&4 montrent la pulvérisation intra-domiciliaire avec quadrillage de l'insecticide tout au tour de la maison pour éviter la fuite des moustiques de l'intérieur vers l'extérieur.



Fig. 5 : Transport du drap avec les moustiques pulvérisés.



Fig.6 : Ramassage des moustiques sur les draps.

3.2.3. Identification et conservation du matériel biologique



Fig.7 : Identification des moustiques en général.



Fig.8 : Conservation des spécimens.

Au laboratoire, nous avons utilisé le binoculaire de marque Wild M5 (grossissement maximal x 500), qui était doté d'un micromètre gradué (chaque graduation vaut 0,125mm) et d'un adaptateur à lumière froide (JUA KALY, 2007).

Les clés dichotomiques de BRUMPTÉ (1949), de Gilles et Démiellons (1968), de SCOLON (1975), NAGAHUEDI (1994), nous ont permis de compléter l'identification en comparant les caractères morphologiques observés au binoculaire et ceux décrits par les clés. La conservation s'est faite dans un premier temps au froid dans le frigo, avant l'identification du matériel. Après l'identification, le matériel était conservé dans le silicate, chaque spécimen dans un tube épendorf pour éviter sa dégradation et permettre son utilisation ultérieure.

CHAPITRE QUATRIEME : RESULTATS

Après 5 mois de capture des moustiques, c'est à dire de mars à juillet 2014, 4298 spécimens de moustiques ont été récoltés et identifiés. Ils appartiennent à l'ordre de Diptères, classe des Insectes, famille de *Culicidae* et sont répartis en 5 espèces d'Anophèles à savoir *Anopheles gambiae*, *Anopheles funestus*, *Anopheles nili*, *Anopheles moucheti*, *Anopheles paludis* et trois autres genres dont : *Culex*, *Aedes* et *Mansonia*.

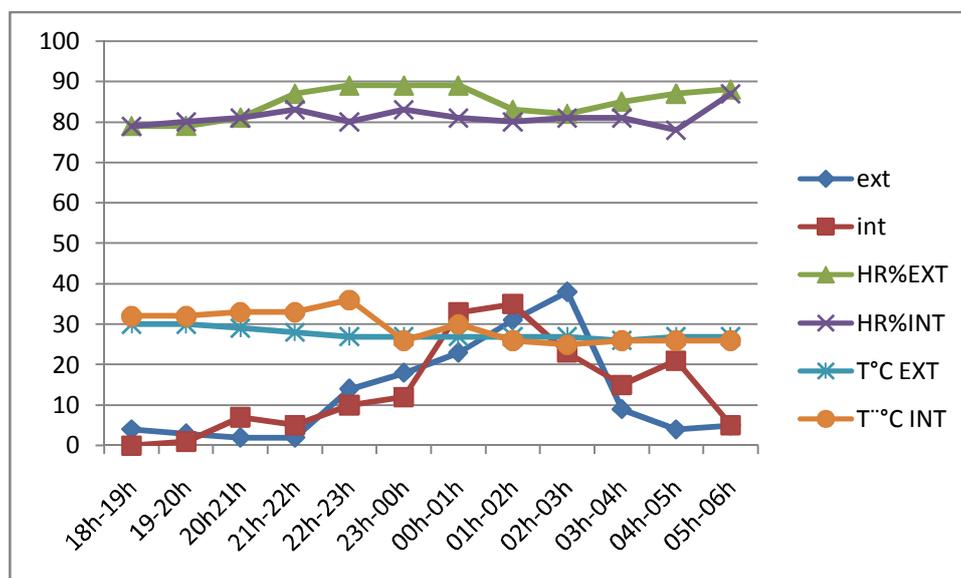


Fig.9 : Capture des moustiques de l'espèce *A. gambiae* sur appât humain aux chutes Wagonia et à Kabondo

Légende : H = heures ; HR% = Humidité relative ; In = Interne; Ext = Externe ; T°C=Température

Anopheles gambiae :

Il ressort de la figure (9) qu'à l'intérieur de la maison les *A. gambiae* commencent les activités de la recherche de repas sanguin à partir de 21h00, pour atteindre le pic à 02h00. A partir de 03h00 on observe la chute du nombre d'*A. gambiae* à la recherche de sang pour légèrement augmenter leurs activités vers 5h00 du matin à l'intérieur de la maison. Le comportement trophique des *A. gambiae* à l'extérieur de la maison est le suivant : à partir de 23 heures leurs activités augmentent d'une manière exponentielle jusqu'au pic à 3 heures, heure à laquelle on observe une chute d'activité jusqu'au matin. Quant à la température, on constate qu'elle ne varie pas beaucoup mais elle est favorable au déplacement de moustiques car oscillant entre 25°C et 32°C aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de la maison. De son côté, l'humidité

relative ne connaît pas beaucoup de variations avec une moyenne de 80 % aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de la maison.

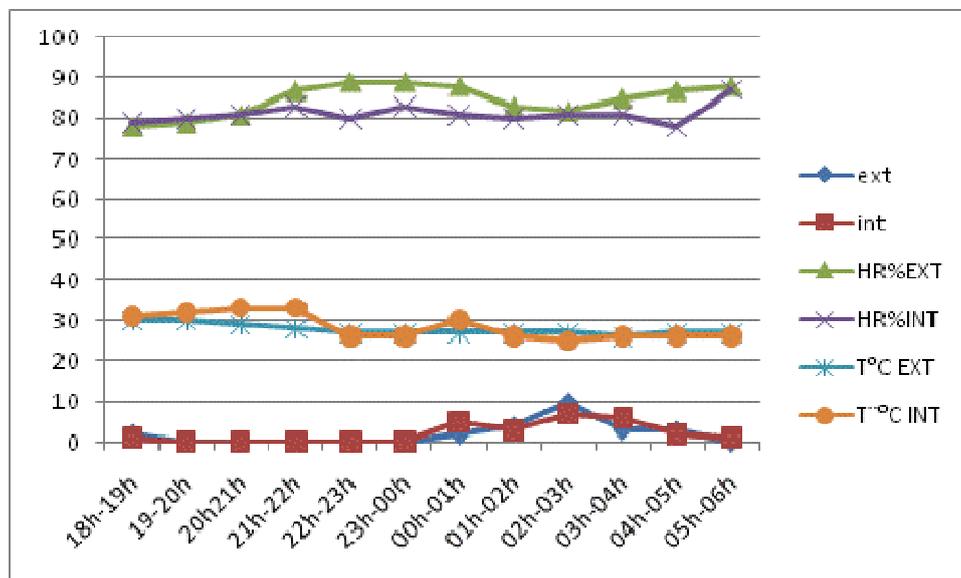


Fig.10 : Capture des moustiques de l'espèce *A. nili* à sur appât humain aux chutes Wagonia et à Kabondo

Anopheles nili :

La figure (10) montre que les individus de l'espèce *A. nili* sont actifs pour la recherche du repas sanguin à l'extérieur comme à l'intérieur à partir de 01 heure du matin et connaissent leur pic d'activités entre 2 heures et 3 heures, puis à 4 heures, on observe une baisse jusqu'à 6 heures. La température ne varie pas beaucoup à l'extérieur et à l'intérieur de la maison oscillant entre 25°C et 32°C, température. Par contre l'humidité très élevée entre 79° et 89°C, ne favorise pas les mouvements intenses des individus d'*A. nili*.

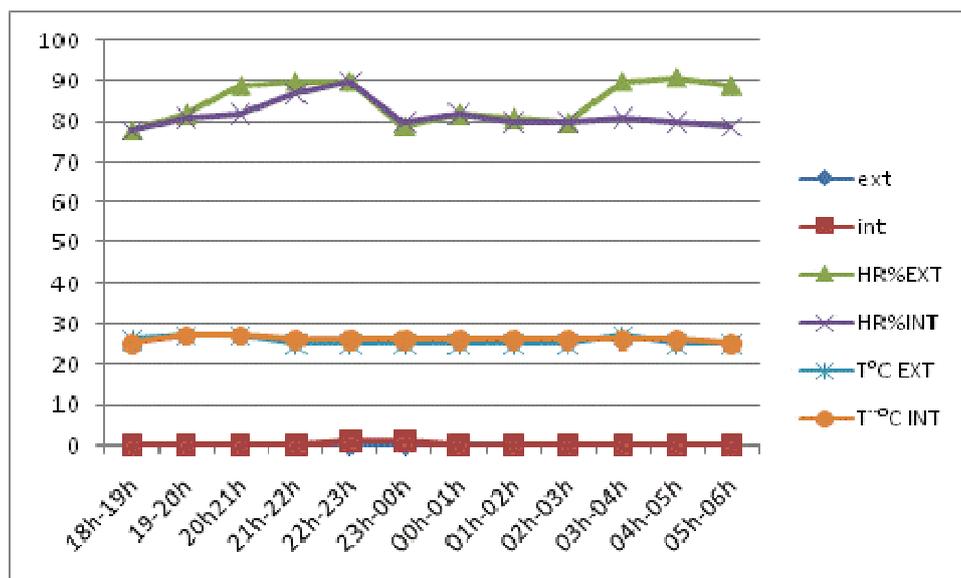


Fig.11 : Capture des moustiques de l'espèce *A. funestus* sur appât humain aux chutes Wagenia et à Kabondo.

Anopheles funestu :

La fig. 11 montre que deux spécimens d'*A. funestus* a été capturée entre 22 heures et 00 heures, avec à l'extérieur de la maison. Par contre aucun individu de cette espèce n'a été collecté à l'intérieur de la maison. On observe aussi que l'humidité relative est presque constante avec une tendance en hausse de 18heures à 00heures et de 03heures à 06heures. On observe également que la température est la même pour l'intérieur et l'extérieur de la maison.

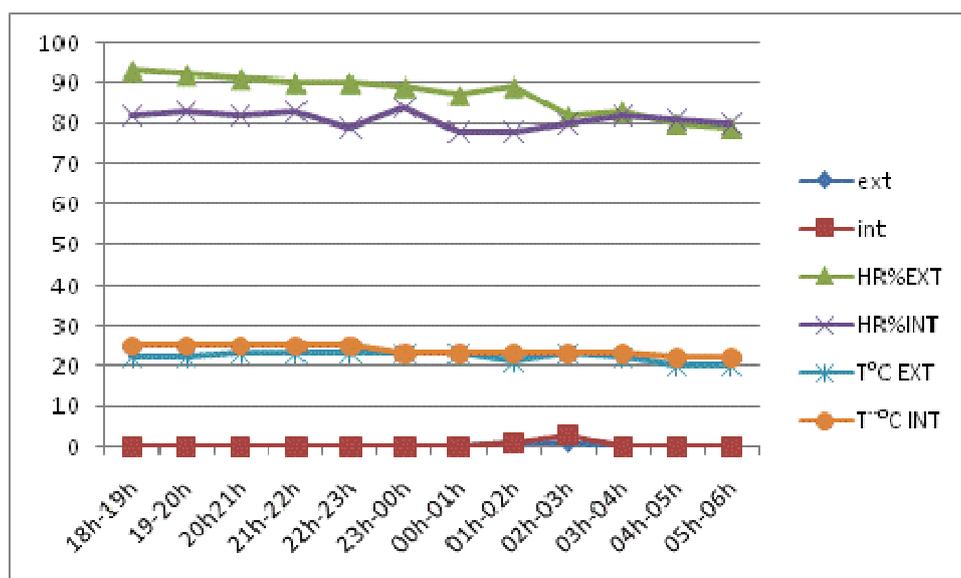


Fig.12 : Capture des moustiques de l'espèce *A. moucheti* sur appât humain aux chutes Wagenia et à Kabondo.

***Anopheles moucheti* :**

Il ressort de la figure (12) qu'à : à l'intérieur de la maison les *A. moucheti* commencent leurs activités de recherche du repas sanguin à partir de 01h, heure à laquelle ils sont encore moins nombreux et leur présence augmente de plus en plus entre 2h et 3h. Pour ce qui est de leur présence à l'extérieur de la maison, on les a observé 5 individus de 00h à 3h00 . On constate aussi que l'humidité relative diminue aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur de la maison et que les *A. moucheti* sont visibles pour leur repas sanguin aux heures où la température est favorable à leurs mouvements c'est-à-dire autour de 25°C.

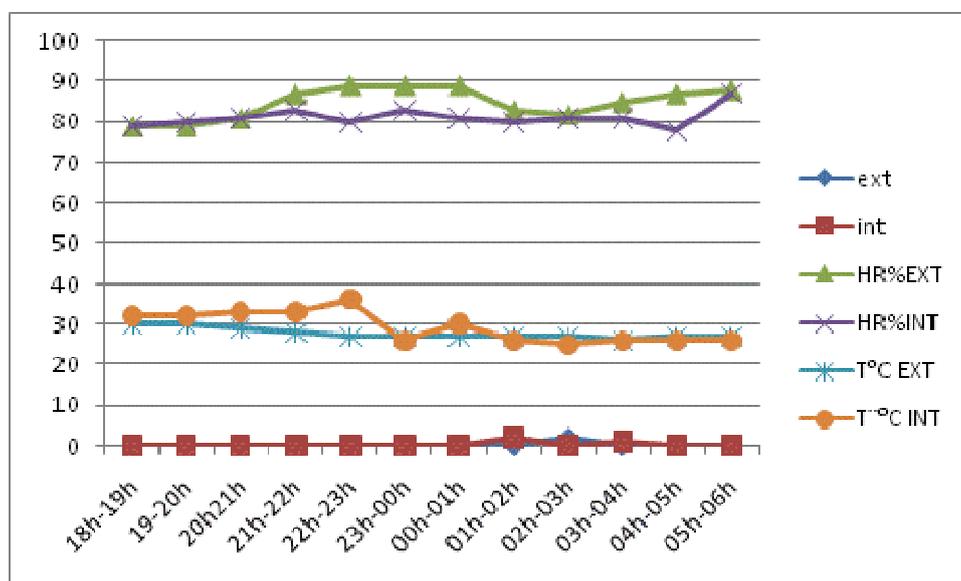


Fig.13 : Capture des moustiques de l'espèce *A. paludis* sur appât humain aux chutes Wageniaet à Kabondo.

***Anopheles paludis* :**

La figure (13) montre que les *A. paludis* débutent leurs activités aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur entre 01h et 04h avec un pic entre 02h et 03h du matin. Pendant ces heures, la température (29°C) et l'humidité relative (79%) baissent simultanément à l'extérieur et à l'intérieur de la maison.

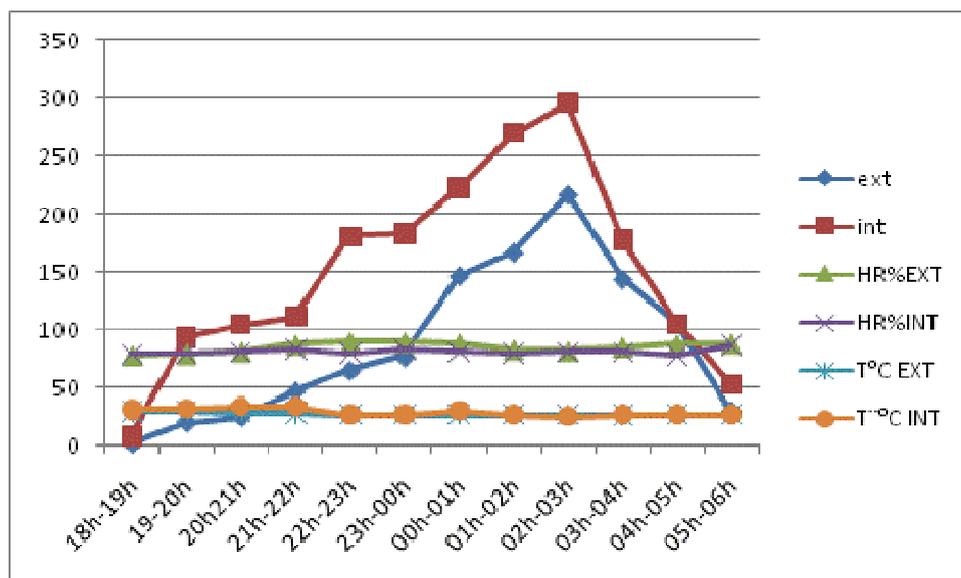


Fig.14 : Capture des moustiques du genre *Culex Sp* sur appât humain aux chutes Wagenia et à Kabondo.

Culex sp :

La figure (14) montre que les *Culex* sont actifs dès 18heures d'une manière exponentielle avec un pic d'activité de la recherche du repas sanguin à 3heures du matin, heure à partir de laquelle on observe la baisse de leurs activités jusqu'au matin, à l'intérieur comme à l'extérieur de la maison. La température comprise entre 25 et 30 °C est favorable au déplacement des *Culex* durant toute la nuit. On observe également que l'humidité relative de 80-89% est favorable

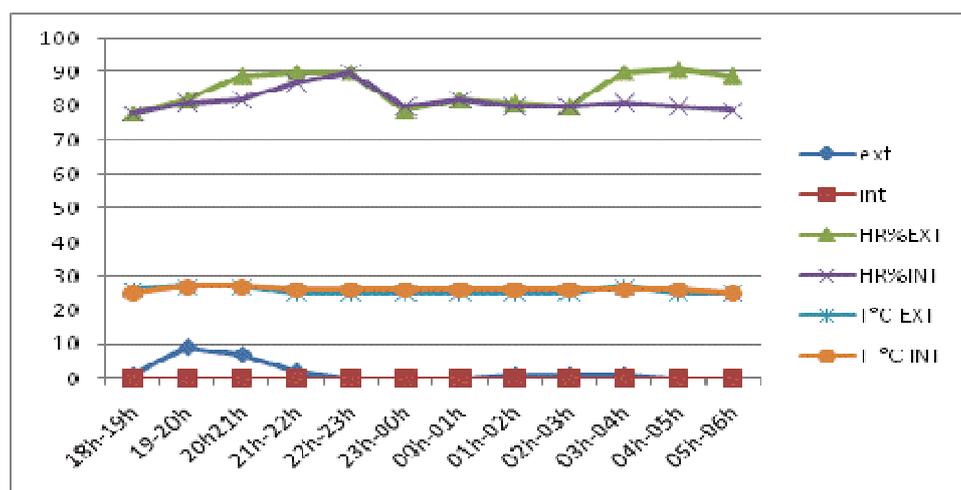


Fig.15 : Capture des moustiques *Aedes* sur appât humain aux chutes Wagenia et à Kabondo.

Aedes sp :

La fig.15 indique que, les moustiques du genre *Aedes* ont été capture entre 18h00 et 22h00 à l'extérieur de la maison. Ces moustiques *Aedes* ont été capturés accidentellement parce qu'ils ont des mœurs diurnes c'est à dire les activités ont lieu le matin entre 07heures-11heures et dans l'après midi entre 15heures et 17heures 30 minutes. La température est presque constante durant la nuit à l'intérieur comme à l'extérieur des maisons prospectées. L'humidité relative montre une hausse entre 20heures et 23heures et entre 4heures et 06heures (90%). Cependant, on observe une baisse de HR entre 00heure et 03heures.

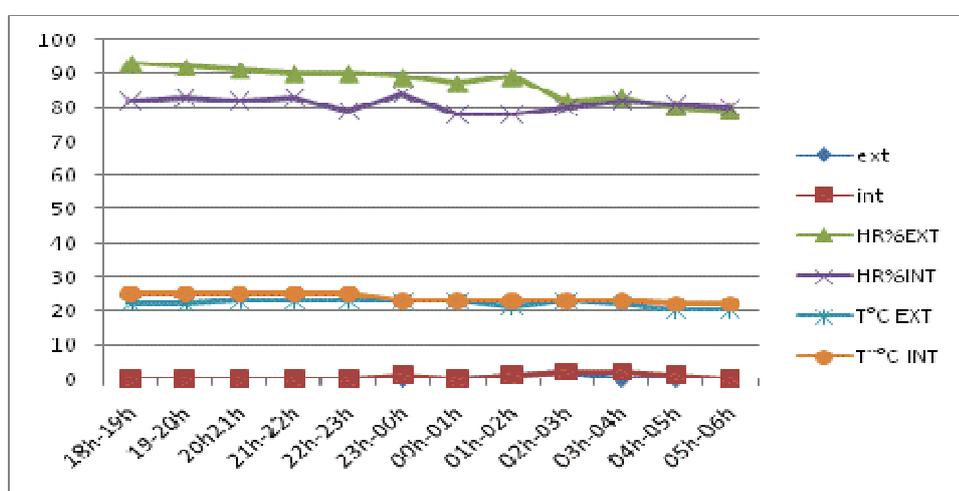


Fig.16 : Capture des moustiques *Mansonia sp* sur appât humain aux chutes Wagenia et à Kabondo.

Mansonia sp :

A l'intérieur comme à l'extérieur de la maison, *Mansonia sp* est visible entre 01heures-04heures du matin à Kabondo et aux chutes Wagenia. Cette mobilité-est consécutive à la fois aux conditions du milieu et/ou facteurs écologiques tels que l'humidité relative moins élevée et la température du milieu favorables aux déplacements des moustiques.

Tableau 1 : Capture des moustiques par pulvérisation d'insecticide aux chutes Wagenia et à Kabondo.

ESPECES	Capture par pulvérisation						%
	M	A	Ma	Ju	Jul	Total	
<i>A. gambiae</i>	47	21	75	36	37	216	24,3
<i>A. funestus</i>	0	0	0	0	6	6	0,6
<i>A. nili</i>	10	2	0	0	11	23	2,5
<i>A. moucheti</i>	0	0	0	0	0	0	00
<i>A. paludis</i>	0	0	0	0	0	0	00
<i>Culex sp</i>	93	51	329	139	25	637	71,7
<i>Aedes sp</i>	3	0	0	0	0	3	0,3
<i>Mansonia sp</i>	0	0	2	1	0	3	0,3
Total	101	74	406	176	79	888	100
	11,3	8,3	45,7	19,8	8,8	100	

Légende : **M** : Mars, **A** : Avril, **Ma** : Mai, **Ju** : Juin, **Jul** : Juillet, **In** : Intérieur et **Ext** : Extérieur

Le tableau 5 indique que 71,7% de capture par pulvérisation appartiennent au genre *Culex*, suivi de 24,3% d'*A. gambiae* et les *Aedes sp* et *Mansonia sp* viennent au bas de l'échelle avec respectivement 0,3% de capture.

Quant on observe les captures mensuelles, on constate que c'est le mois de mai qui présente plus de capture avec 45,7% alors que le mois d'avril constitue le mois qui a eu moins d'individus capturés avec seulement 8,3%.

Tableau 2 : Capture sur appât humain aux chutes Wagenia et à Kabondo.

ESPECE	Intérieur							Extérieur							Total	%
	M	A	Ma	Ju	Jul	Total	%	M	A	Ma	Ju	Jul	Tot	%		
<i>A. gambiae</i>	65	15	58	30	18	186	14,5	27	49	54	38	20	188	8,82	374	10,96
<i>A. funestus</i>	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	2	2	0,09	2	0,05
<i>A. nili</i>	2	7	8	2	6	25	1,9	3	0	3	1	12	19	0,89	44	1,29
<i>A. moucheti</i>	0	0	2	1	0	3	0,2	0	0	4	1	0	5	0,23	8	0,23
<i>A. paludis</i>	0	0	3	0	0	3	0,2	0	0	1	1	0	2	0,09	5	0,14
<i>Culex sp</i>	309	167	257	172	151	1056	82,5	777	395	267	192	246	1877	88,12	2933	86,01
<i>Aedes sp</i>	6	0	0	0	0	6	0,4	14	10	0	0	3	27	1,26	33	0,96
<i>Masonia sp</i>	0	0	1	0	0	1	0,07	0	0	2	1	7	10	0,46	11	0,32
Total	382	189	329	205	175	1280	100	821	454	331	234	290	2130	100	3410	100
%						37,53							62,99	100		

Le tableau 3 montre que 62,99 % de moustiques ont été capturés sur appât humain à l'extérieur contre 37,35% à l'intérieur de la maison. Pour ce qui est de taxons, *Culex sp* vient en tête de capture avec 86,01%. Par contre, *A. funestus* est l'espèce la moins représentée avec seulement 0,05% de capture.

CHAPITRE QUATRE : DISCUSSION

Après 5 mois de capture des moustiques, c'est à dire de mars à juillet 2014, 4298 spécimens de moustiques ont été récoltés et identifiés. Ils appartiennent 5 espèces d'*Anopheles* à savoir *Anopheles gambiae*, *Anopheles funestus*, *Anopheles nili*, *Anopheles moucheti*, *Anopheles paludis* et trois autres genres dont : *Culex*, *Aedes* et *Mansonia*. Ces résultats confirment notre première hypothèse selon laquelle la biodiversité de moustiques à Kisangani serait importante, vues les conditions climatiques (région équatoriale, chaude & humide) favorables au développement de ce dernier, la présence de 5 espèces et 4 genres à Kisangani.

Par rapport aux résultats obtenus, quand nous comparons les deux méthodes de captures, nous constatons que l'appât humain est plus attractif avec 3410 spécimens capturés soit 79.3%, que la pulvérisation qui a permis de récolter 888 spécimens, soient 20.6% du total d'individus capturés. En définitive les *Culex* sont plus capturés que d'autres, avec 2933 individus sur 4298, soit 68,24%.

OLEKO (1997), a travaillé sur l'activité et la rémanence du pouvoir pathogène des bactéries du genre *Bacillus*, à l'issu de son travail, il est parvenu à capturer les genres telles que *Anopheles*, *Culex*, *Aedes*, *Psorophora*. Pour Oleko (op.cit), les *Anophèles* et les *Culex* se nourrissent principalement la nuit alors que les *Aedes* et les *Psorophora* se nourrissent aussi bien la nuit que le jour. Il souligne également que la plupart des espèces sont particulièrement vorace pendant une période d'une heure ou deux heures aussitôt après le coucher du soleil. Pour nous, selon les espèces, les moustiques femelles ont les activités trophiques à des heures différentes la nuit tel que décrit au paragraphe suivant.

Pour ce qui est de nos résultats nous avons capturé les moustiques appartenant à huit espèces : *A. gambiae*, *A. funestus*, *A. nili*, *A. moucheti*, *A. paludis*, *Culex sp*, *Aedes sp*, et *Masonia sp*. Notre étude montre que les *Anophèles gambiae*, *A. funistus*, sont plus agressifs à partir de 21 heures et connaissent le pic de leurs activités de recherche du repas sanguin entre 2 heures et 3 heures. A partir de 3 heures on observe la baisse de leurs activités pour reprendre à 4 heures jusqu'au petit matin. Par contre pour les espèces *A. nili*, *A. paludis* et *A. mucheti* leurs activités commencent un peu plus tard dans la nuit, soit à partir de 01 heure et connaissent le pic des leurs mouvements entre 2 heures et 3 heures.

Par ailleurs, les *Culex sp* sont agressifs toute la nuit et dès 18 heures ils sont nuisibles jusqu'à 06 heures du matin. Les *Culex sp* atteignent leur pic d'activités à 02 heures et à partir de 03 heures, on observe également une baisse de leurs mouvements, mais ils restent toujours présents jusqu'au matin. Notons que leurs piqûres provoquent des démangeaisons et font très mal à leurs hôtes du repas sanguin.

Les *Aedes sp* ont plus des mœurs diurnes. Cependant, nous les avons capturés accidentellement la nuit à l'extérieur de la maison entre 18h heures et 22 heures et cela pendant la pleine lune. Par contre, les *Masonia, sp* ne sont pas visibles dans la soirée parce qu'ils commencent leurs activités plus tard dans la nuit c'est-à-dire entre 01 heures et 04 heures. Notre deuxième hypothèse selon laquelle Les femelles adopteraient un comportement trophique actif pour la recherche du repas sanguin pour pérenniser leurs espèces à des différentes heures de la nuit est également confirmée.

La différence entre nos résultats et ceux d'Oleko (1997) se situe sur la méthodologie. Notre travail a utilisé deux méthodes à savoir la pulvérisation intradomiciliaire et la capture sur appât humain. A l'issue de son étude, Oleko (1997) a collecté les larves, qu'il a élevés au laboratoire pour obtenir les genres *Psorophora, Aedes, Anopheles et Culex* parmi lequel nous n'avons pas capturé le genre *Psorophora*. Par contre nous avons capturé (*A. gambiae, A. nili, A. funestus, A. moucheti, A. paludis, Masoni sp, Aedes sp, et Culex sp*) dont lui n'a pas trouvé dans sa collection les 5 espèces d'Anophèles (*A. gambiae, A. nili, A. funestus, A. moucheti, A. paludis*) et le genre *Mansonia* à l'issue de son élevage. Selon les sites web suivant : <http://www.perso.club-internet.fr/chring> de Christian Guillemet et <http://www.sciencesecole.ac-reunion.fr> des Sciences Ecole des, pendant les premiers jours de leur vie, les adultes mâles et femelles sont au repos dans les abris. Leur premier repas, pris est plus souvent au crépuscule, est composé de nectar.

La femelle seule est hématophage. Elle prend le repas sanguin riche en protéines, qui permet la maturation des ses œufs. Une fois gorgé de sang, la femelle se réfugie dans un abri jusqu'au développement complet des œufs, puis elle recherche un endroit favorable pour pondre, après la ponte, elle se nourrit de nouveau et le cycle recommence. La durée du cycle est variable suivant les espèces et les climats. Les *Aedes sp* piquent préférentiellement à l'aube et au crépuscule, alors que les *Anophele sp* piquent la nuit.

La même observation a été faite par Balenghien (2007) ; après la ponte, un nouveau cycle nommé trophogonique reprend. Les mâles ont une vie plus courte que les

femelles qui vivent quelques semaines. Chez les *Culex* et les *Anopheles*, les femelles peuvent cependant entrer plusieurs mois en diapause pour passer l'hiver, alors que le stade hivernant est l'œuf.

La dernière observation de cet auteur diverge totalement avec nos résultats parce que notre région est tropicale où il pleut presque toute l'année et où il n'y a pas d'hiver.

Selon la CODAH (2011), le repas sanguin est indispensable à la ponte. Toutefois, les femelles se nourrissent comme les mâles en se gorgeant d'eau sucrée et de sucres végétaux (nectar, sève). Quarante heures après la prise du repas sanguin, les femelles fécondées déposent leurs œufs, selon les espèces, à la surface d'eau stagnante, (mares, étangs) ou courantes (bord de torrent, de rivière), dans les réceptacles naturels ou artificiels ou sur la terre inondable ainsi que des surfaces d'eau temporaires. L'eau est donc absolument nécessaire au développement du moustique. Les mâles se déplacent assez peu du gîte dont ils sont issus, et leur longévité est relativement courte. Par contre la femelle peut migrer jusqu'à 100 Km de son lieu de naissance (transport passif par le vent).

Pour Nagahuedi (1994) l'agressivité des espèces *A. gambiae* et *A. funestus* souvent atteint son maximum au cours de la seconde moitié de la nuit, juste au moment où l'humidité relative est plus élevée. Il signale que ce sont les deux espèces (*A. gambiae* et *A. funestus*) qui sont les principaux vecteurs de la malaria au Zaïre (RD Congo) et en Afrique généralement. Il signale également que pour les espèces forestières, de là où l'humidité pendant le jour est généralement plus élevée qu'en terrain découvert, elles volent et se nourrissent fréquemment pendant les heures du jour. C'est le cas pour le genre *Aedes* qui présentent une pointe d'agressivité pendant la journée (*Aedes simpsoni*).

Nos résultats convergent avec ceux de Nagahuedi (année), puisque par rapport aux activités de moustique observées lors de nos captures, nous avons constaté que les *Anophèles* sont beaucoup plus voraces la nuit que le jour par contre les *Aedes* préfèrent la lumière et la chaleur c'est pour raison ils sont très rares la nuit. Les observations de Nagahuedi (1977) convergent avec les nôtres. En effet, nous avons constaté que les moustiques sont plus mobiles quand il fait chaud (25°C-30°C) et que l'humidité relative est faible (78%).

La température est un facteur climatique déterminant dans la dynamique des populations adultes des moustiques comme l'ont démontré GASCHEN (1932) et BAR-ZEEV (1958). En effet, selon ces auteurs l'influence de la température sur la vitesse des mouvements de moustiques est considérable. Quand la température augmente, les mouvements des moustiques sont accélérés par cette hausse de température mais également quand la température baisse. Cette observation a été confirmée dans le cadre de ce travail où la température oscille entre 25° et 30°C dans la ville de Kisangani ce qui induit les mouvements intenses de moustique. Par contre, à moins de 20°C, les moustiques se cachent et diminuent ainsi leurs déplacements, c'est le cas les jours des pluies et/ou les jours où l'humidité relative est la plus élevée possible (93%) lors de nos captures.

Selon Balenghien (2007), plusieurs 'espèces des moustiques, se nourrissent de sang des Vertébrés pour la maturation de leurs œufs et constituent par conséquent le groupe des vecteurs les plus importants en santé publique, transmettant entre autres le paludisme, la dengue, les filaires lymphatiques et la fièvre jaune.

A l'aide de pulvérisation, ces sont les *Culex* qui sont plus capturés, soit 71,7% des spécimens suivi de *A. gambiae* 24,3% des spécimens. Par contre les *A. funestus* et les *Masonia sp* sont moins représentés respectivement (0,6% et 0,3%). Cette situation pourrait se justifier par le fait que certaines espèces des moustiques sont soit androphiles ou xénophiles par conséquent leur présence peut être accidentelle à l'intérieur des maisons où a lieu la pulvérisation pour la capture de moustiques.

Selon Fraissignes *et al.* (1968), les captures nocturnes de moustiques effectuées sur appât humain sont onéreuses, car elles exigent un personnel nombreux, entraîné et de confiance. Outre le risque de contamination du personnel par des arbovirus, elles sont toujours fastidieuses et parfois très difficiles à supporter quand la veille se prolonge et que les moustiques sont très agressifs et nombreux. Les appâts animaux présentent également les mêmes défauts. C'est pourquoi, ces auteurs pensent à d'autres méthodes plus adaptées épargnant l'homme de la contamination et des efforts aussi énormes. Il s'agit des méthodes suivantes qui ne sont pas applicables chez nous à cause de manque de ces appareils : pièges lumineux à carboglace, source de gaz carbonique, le manchon et le système électrique, mais toutes ces méthodes connaissent des limites et ne permettent pas d'étudier les moustiques de façon satisfaisante. Fraissignes *et al.* (op. cit), ont obtenu comme nous que chaque espèce et/

ou genre possède son heure d'activité pendant la nuit dans leur étude à Camargue aux USA. Ils ont trouvé que les *Culex pipiens*, *C. modestus*, *Mansonia richiardii* et *Aedes caspui* commencent leurs activités à 18 heures et le pic de leurs activités est atteint rapidement vers 20 heures mais à partir de 23 heures on observe des creux d'activités. Par contre les espèces d'*Anopheles* qu'ils ont capturé (*A. maculipennis*, *A. byrcanus* et les *Aedes detritus* peuvent être observés en activité à partir de 20 heures jusqu'au-delà de 23 heures.

CHAPITRE SIXIEME : CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Au terme de ce travail, relatif à la Biodiversité et comportement trophique des moustiques dans la ville de Kisangani, RD Congo, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- 4298 spécimens des moustiques ont été capturés à l'aide de deux méthodes, l'appât humain et la pulvérisation. Ces moustiques sont reparti en 4 genres et 5 espèces à savoir : *A. gambiae*, *A. funestus*, *A. nili*, *A. paludis*, *A. moucheti*, *Culex*, *Aedes* et *Masonia*. Ce qui confirme la premier hypothèse qui stipule la biodiversité de moustiques à Kisangani serait importante, vues les conditions climatiques favorables au développement.

- Pour le cinq mois de capture de terrain, c'est-à-dire de mars en juillet 2014, avec l'appât humain, nous avons pu collecter 3410 individus, soit 79.3%, contre 888 individus, soit 20,6% de spécimens par la méthode de pyrèthre. Les heures d'activités intenses des moustiques lors de notre travail ne sont pas les mêmes, certains genres ou espèces sont plus actifs à partir de 18 heures jusqu'à 06 heures, tel est le cas de *Culex* sp, d'autres encore à partir de 21 heures

jusqu'à 02 heures du matin à la recherche de repas sanguin tel est le cas de *A. gambiae*. Les autres espèces d'*Anophles* viennent consommer le sang un peu plus tard à partir de 22 heure (*A. nili*) et 01heures (*A. funestus* et *A. moucheti*).

Ces résultats confirment notre troisième hypothèse qui stipule que les heures d'activités intenses des moustiques seraient tributaires de chaque genre et/ou espèce à la recherche du repas sanguin.

Par rapport au domaine de recherche que nous avons abordés, peu des travaux sont réalisés dans la ville de Kisangani, particulièrement à la Faculté des Sciences. Nous avons juste abordé l'aspect biodiversité et comportement trophique, il serait important que d'autres aspects tels: l'écologie, reproduction, etc soient abordés.

Nous suggérons aux autorités à tous les niveaux que chacun puisse déposer sa pierre de reconstruction pour favoriser l'avancement de la recherche scientifique et utilitaire dans notre pays. Les moustique transmettent la malaria et d'autres maladies telles que la fièvre jaune, la dengue et le *Lymphatiasis* qui causent beaucoup des pertes en vies humaines dans le monde. Nous suggérons également aux autorités de mettre à notre disposition les matériels appropriés pour la capture des moustiques au niveau des institutions de recherches dont la Faculté des Sciences afin que les études sur les moustiques soient effectuées dans des bonnes conditions.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Fraissignes, B., Chippaux, A et Mouchet, J. (1968). Capture des moustiques par des pièges lumineux associés à une source de gaz carbonique, **Ostrom médecine tropicale**, vol.28, n°2, 7p.
2. FORTTINI, O.P. (1962 – 1965). Entomologia Medica, vol. 1, 2 et 3. Univ. Sao. Paulo edit., 506 + 662+ 416 pp.
3. GASCHEN, H., (1932). Influence de la température et de la nutrition larvaire sur le développement de *Culex pipiens* (race autogène), **Bull.Soc.Path.Exot.**, 25, 577-581p.
4. GILLIES M.T. and de MEILLON B. (1968). The *Anopheles* of Africa south of Sahara (Ethiopia Zoogeographical region), **S. Afr. Inst. Med. Res, public n°54**, 343 pp.
5. GOMA L.K.H. (1966). The mouscuto, Hutchinson and COLTD. London, pp. 10-20.
6. GOSSE, J.-P., (1923). Révision des genres *Nannaethiops* (GUNTHER) et *Neolembias* (STEUNDACHNER, 1894) et Description de nouvelles espèces (PISCES, *Citharinidae*). **Mus. Roy. Afr. Centr.** (Bibl. Faculté des Sciences).
7. HILTON, D., (1987). Paludisme un nouveau plan de bataille contact, n° 86, 1-6p.
8. JUAKALY, M., (2007). Résilience et écologie des Araignées du sol d'un forêt équatoriale de base altitude (Réserve Forestière de Masako, Kisangani RD Congo) Vol 1 thèse de doctorat inédit, **Fac. Sc. UNIKIS**, 86p.
9. KATUALA, G.B., (1978). Contribution à l'étude des moustiques de l'île Kongolo (inventaire systématique), mémoire inédit, UNIKIS, Fac. Sc., 32p.
10. KNIGHT, K. L. et STONE, A. (1977). A catalog of the mosquitoes of the well (Diptera: *Culicidae*) the Thomas say foundation. Vol. 6 2° edit., publié par **l'entomological society of America**, May and, 611p.
11. LEMEREN N. (1938). Traité d'entomologie médicale et vétérinaire, éd. **Vigot frère**, Paris. 60p.
12. Mhadji (2007). Méthodes et difficultés de l'échantillonnage des Anophèles vecteurs sur terrain, atelier paludisme, 40p.
13. MATTINGLY, PF. (1969). The biology of Mosquito Borne disease. **Geprge Allen et Unwin Ltd. Londres**, 184p.
14. MAYORE. (1942). Systematics and the origin of species, Columbia Univer. **Press, new York**, 77p.

15. NAGAHUEDI M.S. (1977). Contribution à la connaissance des moustiques (Culicidae, Diptera Nematocera) en Afrique, Morph. Syst. Et Répart. Géor., Mémoire de Licence, Faculté des sciences, UNAZA/ Campus de Kisangani (Zaïre), 32p.
16. NAGAHUEDI M.S. (1982). Contribution à l'étude de la variabilité de la nervation alaire chez quelque *P. fasciatus*, Say. (Dvpt. Cul), **studiauniversité babes bolya, biolog.** XXVII, 1, Cluj- NAPOKA, 96p.
17. NAGAHUEDI M.S. (1983). Les moustiques communs du Congo (Zaïre) Abondance, fréquences et biomasse, in **Rev. Roum. Biol. Anim.**, Tome 28° 2, pp. 91 – 96.
18. NYAKABWA, M., (1982). Photocenose des écosystèmes urbains de Kisangani, UNIKIS, Fac.sc., thèse inédite, 3 Vol, 998p.
19. OLEKO, W., (1997). Etude de l'activité et de la rémanence du pouvoir pathogène des Bactéries du genre *Bacillus* isolée à Kisangani (Haut-Zaïre) sur les larves de moustiques. Thèse de doctotat en sciences. UNIKIS, Fac. Sc., Kis. 25p.
20. OMS (1975). Manual on practical entomology in malaria WHO offset public n°13, Genève, 2 Vol., 54p.
21. OMS (1985). Manuel de l'aménagement de l'environnement en vue de la démoustication, publication offset n° 66.OMS. Genève, 36p.
22. PNA (1986). Rapport annuel sur la démoustication dans la ville de Kinshasa. D.E.C.N.T. KINSHASA- GOMBE, 78p.
23. RASHIDI, J., (1979). Contribution à l'étude d'écologie des larves des moustiques (*Culicidae* Diptera) de Kisangani, Mémoire inédite, UNIKIS, Fac. Sc., 30p.
24. SCHWETZ, J. (1927). Moustique commun du Congo belge avec quelques commentaires et considérations **Rev.Zool. Afric.** Vol. XV. Fasc. 2, GRAND (Belgique), 114p.

SIT WEB

25. <http://www.perso.club-internet.fr/chring>
26. <http://www.sciencesecole.ac-reunion.fr>

3. ECOLOGIE DES LARVES DES MOUTIQUES ET TEST DE SENSIBILITE DES MOUSTIQUES AUX DIFFERENTS INSECTICIDES USUELS EN SANTE PUBLIQUE (Kisangani, RD Congo) (2014)

Par : BAKONDONGAMA B .J¹, UDAGA M., M¹, KATUALA G., B¹ ET WATSENGA T., F².

- 1. Université de Kisangani, Faculté des Science, Département d'Ecologie et de Gestion des Ressources Animales**
- 2. Institut National de Recherche Biomédical (INRB_ KINSHASA)**

RESUME

Dans le cadre de notre recherche sur l'écologie des larves de moustiques et le test de sensibilité aux différents insecticides usuels en santé publique.

Nous sommes parvenus à trouver deux types de gîtes larvaires dans lesquelles les moustiques se développent, dont le gîte larvaire artificiel est plus représenté avec 70% et le gîte larvaire naturel est moins représenté avec 30%.

La prolifération des moustiques dans les gîtes larvaires est due aux stagnations d'eau de pluie dans un mauvais état de route et des places dans la ville de Kisangani.

En ce qui concerne le test de sensibilité, déjà avant 1960, des mécanismes de résistance furent des testés chez 50 espèces d'anophèles dont vingt sont d'importants vecteurs et quarante et une espèces de culicidés.

Le fait le plus inquiétant a été l'apparition des résistants multiples vis-à-vis de plusieurs groupes d'insecticides chimiques (OLEKO, 1977).

Pour notre cas, quatre insecticides ont été utilisés pour le test de sensibilité d'Anophèles : la Berdiocarb est sensible aux anophèles avec 100% de mortalité, 0% de résistance et le DDT est moins sensible avec 0% de mortalité et 100% de résistance.

Les quatre insecticides sont sensibles aux culex avec 100% de mortalité et 0% de résistance.

Mots clés : Ecologie, larves, moustiques, test de sensibilité, insecticides

SUMMARY

In the setting of our research on the ecology of the larvae of mosquitoes and the test of sensitivity to the different usual insecticides in public health.

We succeeded in finding two larval lodging types in which the mosquitoes develop themselves, whose artificial larval lodging is represented more with 70% and the natural larval lodging is less represented with 30%.

The proliferation of the mosquitoes in the larval lodgings is due to the stagnations of rainwater in a bad state of road and places in the city of Kisangani.

With regard to the test of sensitivity, already before 1960, mechanisms of resistance were of tested them at 50 species of anophèles of which twenty are of important vectors and forty-one species of culicidés.

The most troubling fact was the apparition of the resistant multiple opposite several chemical insecticide groups (OLEKO, 1977).

For our case, four insecticides have been used for the test of sensitivity of Anophèles: the Berdiocarb is sensitive to the anophèles with 100% of mortality, 0% of resistance and the DDT is less sensitive with 0% of mortality and 100% of resistance.

The four insecticides are sensitive to the culex with 100% of mortality and 0% of resistance.

Key words: Ecology, larvae, mosquitoes, test of sensitivity, insecticides.

CHAPITRE I : INTRODUCTION

1.1. Généralités

Les moustiques appartiennent dans l'ordre des Diptères nématocères, avec environ 80.000 espèces, il se place au 4^{ème} rang après ceux des Coléoptères (300.000 espèces), Lépidoptères (100.100 espèces) et Hyménoptères (100.000 espèces) (Rodhain et Perez, 1985).

Sur le plan de la médecine humaine et vétérinaire, il occupe la première place, soit par le rôle de vecteur d'organismes pathogènes de certaines de ses représentantes, soit par

la nuisance d'autres (Rodhain et Perez, 1985). Les Anophèles femelles hématophages pondent leurs œufs au niveau des parois ou creux contenant de l'eau ou d'un gîte larvaire potentiel. Leur cycle biologique comprend deux stades : Stade immature et stade mature (adulte). (Rodhain et Perez ,1985) eux stades évoluent dans des milieux totalement différents

Dans le cycle biologique des moustiques, il y a quatre phases successives : l'œuf, la larve, la pupe (nymphe) et l'adulte (imago) comme le montre la figure 1 et 2 ci-dessous. Le temps pris par chaque stade pour se développer dépend de la température de l'eau et d'autres facteurs notamment les précipitations, mais plus la température est élevée, plus ce temps est court (OMS, 2003)

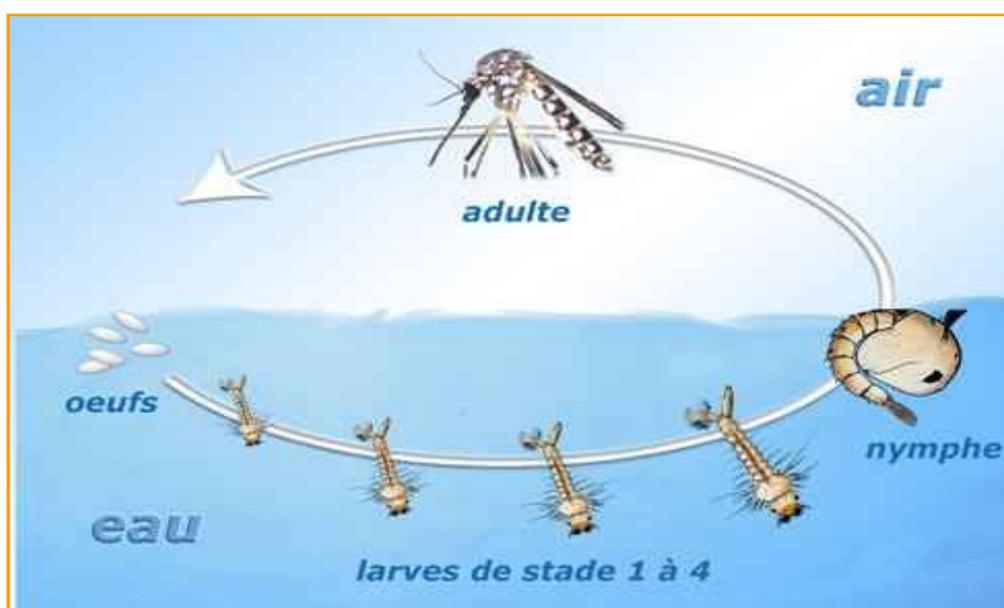


Fig.1. Cycle biologique de développement du moustique du genre *Aedes*

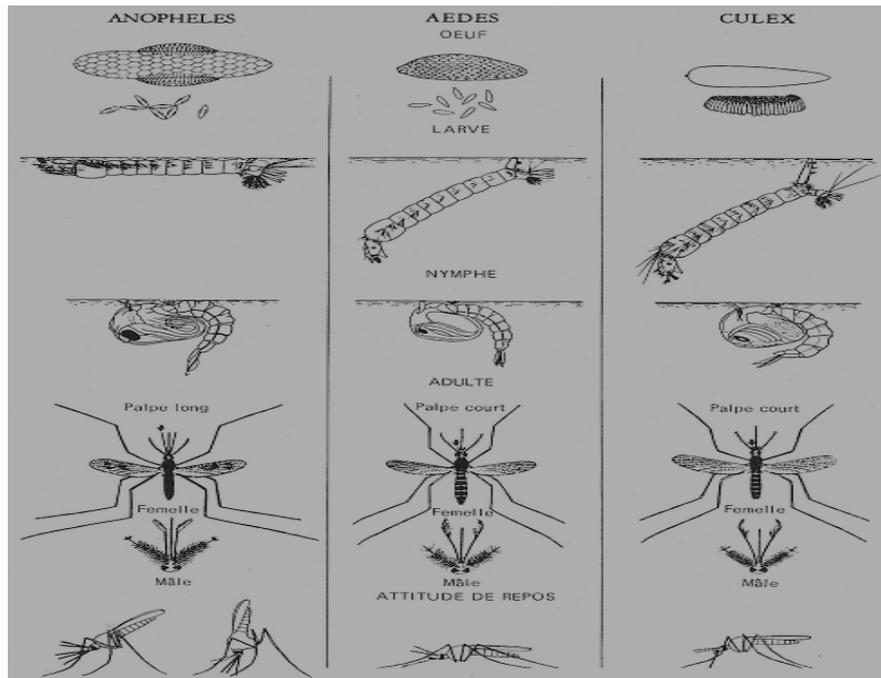


Fig.2. Cycle biologique de développement de trois genres des moustiques à Kisangani

Une larve sort de l'œuf après un ou deux jours et flotte juste sous la surface de l'eau car elle a besoin de respirer de l'air. Elle se nourrit des particules présentes dans l'eau. En cas de perturbation de son environnement, elle plonge rapidement vers le fond mais reviendra à la surface sans tarder pour respirer. Il y a quatre stades larvaires. Le temps total passé au stade larvaire est généralement de 8 à 10 jours à la température normale de l'eau en milieu tropical. Si la température est basse, les stades larvaires prendront plus de temps pour se développer.

Pendant le stade où le moustique devient puppe, une transformation profonde à lieu, le passage de la vie aquatique à la vie aérienne de l'adulte. La puppe a la forme d'une virgule. Elle reste sous la surface, ne se nourrit pas et plonge au fond de l'eau si elle est dérangée. Le stade nymphale dure 2 à 3 jours après quoi la carapace de la puppe se fend, le moustique adulte émerge et se repose temporairement à la surface de l'eau jusqu'à ce qu'il soit capable de s'envoler (OMS, 1985 & 2003).

La copulation a eu lieu aussitôt après que le moustique adulte soit sorti de la puppe. Les moustiques femelles ne copulent qu'une fois dans la vie. A l'occasion, elles reçoivent assez de sperme pour féconder tous les lots d'œufs successifs. Habituellement après copulation, elle a besoin d'un repas sanguin pour faire murir les œufs. Un repas sanguin est

généralement pris tous les deux jours conduisant à la maturation du d'œufs suivant. Chaque lot compte 100 à 150 œufs qui sont déposés sur la surface de l'eau lors de la ponte.

Un moustique femelle continue à pondre pendant toute son existence. La plupart des femelles pondent 1 à 3 fois, mais certaines peuvent pondre jusqu'à 5 à 7 fois. Dans les meilleures conditions tropicales comme à Kisangani, la durée de vie des moustiques est de 3 à 4 semaines (OMS, 1985, 2003).

Les larves des moustiques vivent dans l'eau, celles des Anophèles vecteurs de la malaria se développent dans l'eau peu profondes et non encombrées par la végétation (mares et marais, étangs, bords des rivières et des flaques d'eau, etc.) ; les larves d'Aedes vecteurs de la fièvre jaune et celles d'autres moustiques domestiques vecteurs de diverses maladies telles éléphantiasis,... se développent à l'intérieur des eaux polluées et des marais, les terrains marécageux ou inondés se trouvant à moins d'un Kilomètre des habitations humaines doivent être drainés par fosse ouverts (Nagahuedi, 1994). Cette partie voire résultats sur l'écologie des larves de moustiques plus loin (chap. résultats).

Les larves des moustiques présentent un intérêt scientifique considérable, en général mal connues, dans nos régions tropicales.

Sur le plan trophique, les larves de moustiques constituent un aliment pour les autres organismes vivants dans l'eau, car elles sont par excellence le constituant des zooplanctons.

Pour ce qui est du contrôle des maladies transmises par les moustiques notamment le paludisme, la dengue, la fièvre jaune, éléphantiasis,... le traitement des patients, la prévention des piqûres et destruction des larves et/ou moustiques adultes.

Concernant l'élimination des gîtes larvaires, la destruction des larves, des pupes et des moustiques adultes conduisent à la réduction du nombre et la longévité de moustiques. Les gîtes larvaires peuvent être détruits par drainage ou remblayage des endroits où l'eau stagne. Les habitats préférés d'une espèce donnée de vecteurs peuvent être modifiés par nettoyage des cours d'eau pour que l'eau y coule plus vite. La survie des larves peut être réduit ou arrêtée par

- L'épandage d'un film huileux à la surface de l'eau, ce qui les empêchent de respirer ;

- La couverture de la surface aquatique par les matériaux flottants pour empêcher les moustiques d'y pondre les œufs ;
- Le traitement de l'eau par les larvicides qui les tuent
- L'installation dans les gîtes de poissons ou autres prédateurs qui les mangent

Dès lors, nombreuses actions de prophylaxie sont entreprises contre les maladies à vecteurs ; notamment sont mis au point de vaste programme de lutte anti-vectorielle un peu partout dans le monde, avec des résultats qui, parfois, s'avèrent d'ailleurs décevant, en raison surtout de l'apparition de phénomène de résistance (André, 1977).

L'identification des larves ne peut que rarement se faire au premier coup d'œil et il faut le plus souvent les récoltées vivantes et ensuite, de les élever pour obtenir l'insecte adulte dont le nom pourra alors être déterminé avec certitude (André, 1977).

Quoi qu'il en soit, les progrès des études épidémiologiques d'une part, l'application correcte des insecticides d'autre part, nécessitent une bonne connaissance des espèces vectrices et de leur biologie. On assiste par conséquent, au cours de cette période à un essor important des recherches en Entomologie dans ce sens (Rodhain et Perez, 1985).

1.2. Problématique

Le monde entier parle des maladies transmises par les moustiques, qui constituent un problème de santé publique pour l'humanité mais les vecteurs ces maladies, leurs différents stades de développement et leur biologie sont mal connus.

La plupart d'espèces de moustiques peuvent présenter un danger pour la santé publique, du fait que leur capacité de transmettre des maladies, constitue est un fléau particulièrement redoutable pour l'humanité : le paludisme, la fièvre jaune, filariose, l'encéphalite, dengue, etc.) (TA, 1969). Les vecteurs de ces maladies ne sont pas étudiés à Kisangani moins encore leurs larves.

Le changement climatique qui se vit à Kisangani en particulier et en RD Congo en général avec les précipitations abondantes et les températures élevées, nous a poussé à aborder l'étude de l'écologie des larves des moustiques et de test de sensibilité un nouveau thème de recherche dans le département d'Ecologie et de Gestion des Ressources Animale jamais étudié.

Les facteurs physico-chimiques des gîtes larvaires de moustiques n'ont pas été étudiés jusqu'à présent à Kisangani.

1.3. Hypothèses

1. Il existerait une biodiversité impressionnante des larves de moustiques à Kisangani eu égard aux espèces probables.
2. A Kisangani, il existerait plusieurs gîtes larvaires étant donné que nous sommes dans une zone équatoriale où le développement des moustiques est important
3. Les moustiques issus d'élevage seraient sensibles à tous les insecticides utilisés en santé publiques à Kisangani.
4. Les paramètres physico-chimiques des gîtes larvaires de moustiques seraient de compositions différentes à Kisangani.

1.4. Les Objectifs

1.4.1. Objectif général

L'objectif global de ce travail est de connaître la bio-écologie des larves des moustiques ainsi que la sensibilité des moustiques d'élevage aux insecticides utilisés en santé publique à Kisangani, en RD Congo.

1.4.2. Objectifs spécifiques

Ce travail a pour objectifs spécifiques suivants :

- La collecte de larves dans différents gîtes ;
- Prise des paramètres physico-chimiques des gîtes larvaires
- L'élevage de larves au laboratoire
- Identification des espèces de moustiques issues d'élevage
- Test de sensibilité
- Connaissance de l'écologie des larves des moustiques.

1.5. Intérêts d'Etude

Cette étude contribue à la connaissance de la bio-écologie des larves des moustiques à court terme et à long terme, elle constitue une base des données visà la lutte contre les moustiques vecteurs de plusieurs maladies dans la contrée ???

Les résultats de cette étude peuvent être utilisés dans la lutte anti-vectorielle par les services Etatiques du secteur de la santé, environnement,...pour le bien être de la population congolaise. Les relevés de paramètres physico-chimiques de ce travail permettront de connaître les facteurs de toxicité de l'eau d'un gîte larvaire pour les larves qui viennent d'un autre gîte larvaire.

1.6. Travaux Antérieurs

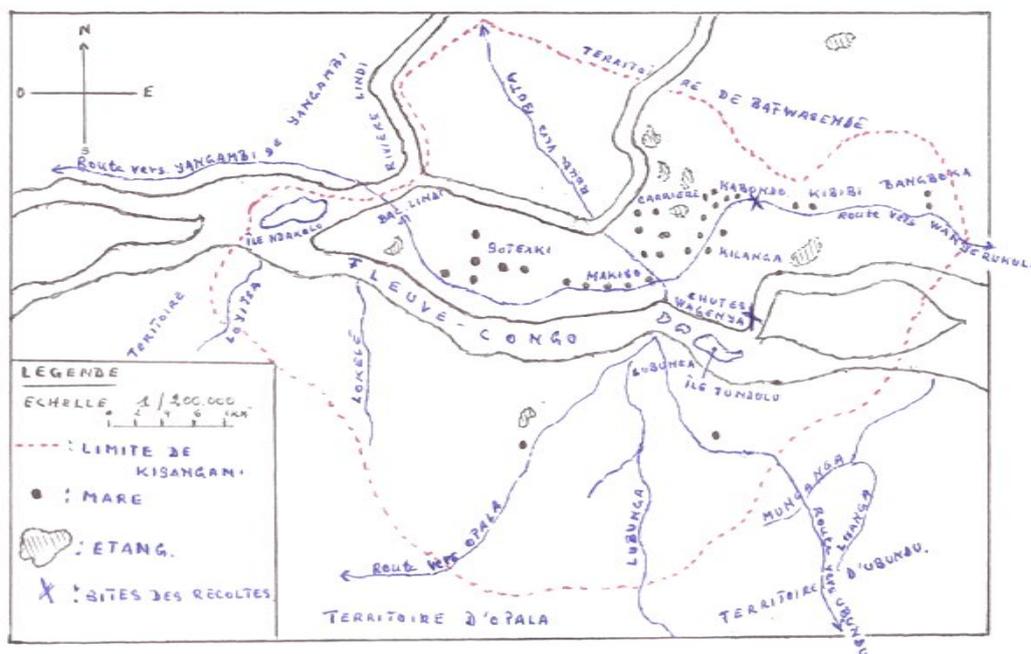
Les études sur les moustiques ont fait l'objet de plusieurs recherches à travers le monde. Nous pouvons citer quelques travaux réalisés :

- Katuala, G.B., (1978) : Contribution à l'étude des moustiques de l'île Kongolo (Inventaire systématique).
- Nagahuedi, M.S., (1977) : Contribution à la connaissance des moustiques (*Diptera nematocera, Cilicidae*) en Afrique, Morphologie. Syst. Et repart ?. Mémoire de Licence.
- OMS (1985) : Manuel de l'aménagement de l'environnement en vue de Omole, O., (1994) : Caractéristiques de quelques gîtes larvaires à moustiques à Kisangani.
- P.N.A. (1986) : Rapport annuel sur la démoustication dans la ville de Kisangani.
- Rashidi, J., (1979) : Contribution à l'étude écologique des larves de moustiques (*Culicidae Diptera*) de Kisangani.
- Rodhain, F. et Perez, (1985) : Précis d'Entomologie médicale et vétérinaire.

CHAPITRE II : MILIEU D'ETUDE

2.1. Situation géographique

ZONE DE LOCALISATION DES SITES DES RECOLTES DES LARVES DES MOUSTIQUES: D'après. UMA 1980 & APEMA, 1981 IN NYAKABWA 1982.



Kisangani, chef-lieu de Province Orientale est située dans la partie orientale de la cuvette centrale à $0^{\circ}31'N$ et $025^{\circ}11'E$. Il a une altitude de 396m, sa superficie est environ de 191Km^2 . La position de la ville, près de l'équateur lui confère le climat du type continental appartenant selon la classification de Köppen au groupe Af; de climat tropical humide à température moyenne du mois le plus froid est égal à 18°C . La hauteur moyenne de la pluie du mois le plus sec est supérieure à 60mm et l'amplitude thermique inférieure à 5°C (Kasereka, 2005).

La ville est entièrement comprise dans la zone bioclimatique de la forêt dense ombrophile sempervirente équatoriale. On devait s'attendre à y voir une végétation caractéristique de cette dernière. Ce pendant, suite à l'implantation de la ville et aux activités humaines, la forêt a cédé sa place aux cultures, jachères, recrus forestières, groupements, rideaux et en lambeaux de forêt secondaire (Kakonda, 2001, Kasereka, 2005).

Les chutes Wagenia alors Kabondo constituant le site de récolte des larves est situé au Sud-Est du centre ville de Kisangani avec $00^{\circ}29'7,66''N$ et $025^{\circ}12'4,99''E$. La

majeure partie d'activités est concentrée aux chutes wagenia se trouvant à 220m en amont de la station du port de l'ONATRA (Office National de Transport) (Ndjaki, 2005). La longueur moyenne de leur lit est d'environ 1040m, la longueur étant plus ou moins de 2Km aux extrémités supérieures de l'île Mbiye et le point inférieur de l'île supérieure de l'île Tundulu renfermant ainsi les jeunes îles Mayele et Luvano (Goss, 1963).

Les complexes de pêcheries de wagenia comportent des chutes et des rapides qui s'installent sur une bande de plus ou moins 500m. Le fond de l'eau est pierreux et quelques rochers émergentes et conservent de l'eau qui constitue justement les gîtes larvaires par excellence.

2.2. Végétation

Les bords des chutes wagenia sont colonisés par une végétation subdivisée en trois groupements :

- Un groupement semi-aquatique à l'*Echinochloa pyramidalis* (*Poaceae*) ;
- Un groupement de banc de sable/semi aquatique, formée par *Panicum repens* (*Poaceae*) ;
- Un groupement trouvé périodiquement sur les rochers formés de *Tristicia alternifolia* (*Pedostennaceae*), la végétation flottant est dominé par *Pistia stratoites* (*Arecaceae*) et surtout *Eichornia crassipes* (*Pantedeliaceae*), *Panicum maximum* (*Poaceae*), *Alchornea cordifolia* (*Euphorbiaceae*).

La commune de Kabondo est une entité administratif de la ville de kisangani située au Nord-est de la ville sur la route qui mène vers l'Aéroport de Bangboka a latitude de 00° 33' (Kabwe,1997 in AMIDU 2013).La commune de Kabondo partage un même climat que la ville de kisangani, un climat équatorial type continental appartenant selon la classification de Koppen , au groupe Af de climat tropicaux humides a température moyenne du mois le plus froid égale 18°C. La hauteur des pluies du mois le plus sec est supérieur a 60mm et l'amplitude thermique inferieur a 50°C. Les pluies y sont abondantes malgré une baisse observée de décembre, de février et du juin août faisant apparaitre deux petites saisons relativement sèches (Nyakabwa, 1982).

2.3. Les paramètres physico-chimiques des gîtes larvaires

Sites	Coordonnées géographiques	Types de gîte	Végétation dominante	pH	Température en °c	Conductivité	Oxygène dissout	Pression atmosphérique	Concentration en %	Intensité en mv
1	N : 00°29'726'' E : 025°12'486''	Naturelle: trou de rocher	<i>Eichornia crassipes</i>	6.98	37.9	95.9us /crn	9.82mg/l	959mm /Hg	149.7	-24.3
2	N : 00°29'726'' E : 025°12'486''	Naturelle : trou de rocher	<i>Ipomea aquatica</i>	7.75	37.7	83.2us /crn	5.65mg /l	958mm/Hg	98.7	-40.9
3	N : 00°29'726'' E : 025°12'486''	Naturelle : trou de rocher	<i>Eichornia crassipes</i>	7.48	37.3	447us/crn	5.20mg/l	2.39mm/Hg	40.4	-24.3
4	N : 00°12'882'' E : 025°30'507''	Artificielle : au bord du fleuve	<i>Panicum repens</i>	7.59	28.	129.4us /crn	7.95mg/l	954mm/Hg	108.3	-30.4
5	N : 00°30'726'' E : 025°12'486''	Artificielle : flaque d'eau	<i>Panicum maximum</i>	7.36	29.8	470us/crn	1.44mg/l	954mm/Hg	20.2	-16.2
6	N : 00°30'776'' E : 025°12'496''	Artificielle : trou creusé	<i>Panicum repens</i>	6.22	30	419us/crn	1.47mg/l	722.2mm/Hg	20.7	-40.7

7	N : 00°30'776'' E : 025°12'496''	Artificielle : flaque d'eau	<i>Panicum repens</i>	7.22	30.5	255.5us/crn	2.38mg/l	722mm/Hg	33.4	-60.5
8	N : 00°30'776'' E : 025°12'496''	Artificielle : flaque d'eau	<i>Panicum repens</i>	6.64	32	157.7us/crn	4.45mg/l	721.8mm/Hg	7.00	-22.2
9	N : 00°30'776'' E : 025°12'496''	Artificielle : flaque d'eau	<i>Panicum repens</i>	6.43	30.2	94.3us/crn	0.64mg/l	721.8mm/Hg	9.4	-11.2
10	N : 00°30'776'' E : 025°12'496''	Artificielle : flaque d'eau	<i>Panicum repens</i>	5.2	31.6	606us/crn	334mg/l	721.7mm/Hg	48.9	-62.5

Il ressort de ce tableau(1) 10 sites de récolte des larves dont 7 gîtes artificiels et 3 gîtes naturels avec les paramètres physico-chimique différents.

Les gîtes artificiels sont les plus représentés en terme de récolté(7) soit 70% et les gîtes naturels sont les moins représentés(3) soit 30%.

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

3.1. Matériels

3.1.1. Matériel biologique

Le matériel biologique est constitué de 160 spécimens des moustiques élevés et testés au laboratoire dont 80 spécimens d'Anophèles et 80 autres spécimens de Culex.

Les travaux de récolte des données sur le terrain ont duré un mois soit du 05 au 26 avril 2014. Et les travaux d'élevage et teste de sensibilité au laboratoire du 26 avril au 13 mai.

3.1.2. Matériels techniques

3.1.2.1. Sur le terrain

3.1.2.1.1. La Prospection larvaire

Pour la récolte des larves, nous avons utilisé les matériels techniques suivant :

- Une louche entomologique : sert à-puiser les larves dans l'eau des gîtes ;
- Pipette pasteur en plastique : sert à prélever les larves et nymphes pour les mettre dans un banc métallique d'élevage ;
- Bocal en plastique d'1 litre : sert à garder les larves récoltées sur terrain ;
- Passoir en plastique : sert à tamiser les larves enfin de les séparer d'autres objets;
- Global positioning system : sert à prendre les coordonnées géographiques de gîte de recherche (Mark Garmin) ;
- pH-mètre Kit HACH, IST professionnel : sert à la des paramètres physico-chimiques ; prise
- Cahier du terrain : sert à noter les informations du terrain ;
- Crayon ; pour écrire les informations ;
- Appareil photo : sert à prendre les images.

La prospection larvaire se fait en pieds. C'est une méthode qui permet de récolter les larves des moustiques dans leur milieu du développement (gîte). Il s'agit de prélever les larves de

différents stades de développement (1, 2, 3, 4 et nymphe) comme le montre les figure 3a et b et 4a et b ci-dessous.



Fig. 3 a et b : prospection larvaire dans le rocher du chute Wagenia.



Fig. 4 a et b : Gîtes larvaires sur la 18^e avenue dans la commune de Kabondo

La prospection larvaire est une méthode qui permet de récolter les larves à l'aide une louche entomologique. D'un geste rapide, récolter les larves et mettre dans un banc en plastique, trier les nymphes avec une pipette pasteur et les mettre dans un bocal métallique en plastique.

Pour prélever les coordonnées géographiques de milieu de récolte, nous sommes servis d'un GPS de marque Garmin, et les facteurs physico-chimiques des gîtes larvaires ont été pris à l'aide d'un pH-mètre Mark Kit IST, HACH professionnelle

Le pH-mètre, permet de connaître le pH, la pression atmosphérique, la concentration de l'oxygène, la conductivité, l'oxygène dissout, la température, de l'eau du gîte larvaire.

3.1.2.2. Au Laboratoire

3.1.2.2.1. L'élevage des moustiques

Les matériels pour l'élevage des larves sont les suivants :

- Ouate imbibé de glucose pour nourrir les moustiques (500cm de rouleaux) ;
- Banc métallique : conserver les nymphes jusqu'à l'émergence des adultes ;
- Bocaux ouverts (gobelet) : garder les nymphes dans la cage d'élevage.
- La Cage d'élevage en métal couvert au-dessus avec la moustiquaire non imprégnées, sert à élever les moustiques (figure 6 ci-dessous.)



Fig. 6 : élevage des larves dans la cage au laboratoire

Nous avons procédé à l'élevage des moustiques à partir de stade 1, 2, 3,4 et nymphal jusqu'à obtenir l'adulte.

Pour de raisons d'ordre pratique, on sépare les larves des nymphes avec une pipette pasteur en plastique, pour les conditionner dans un banc métallique, ensuite les mettre dans la cage d'élevage de 30cm³. Après la transformation des nymphes qui aboutit à l'émergence des moustiques adultes.

Sur chaque cage d'élevage, une ou deux boules de coton imbibées de glucose forme de jus sucré (coton imbibé de glucose à 10%), placée au-dessus de la cage d'élevage pour servir de nourriture aux adultes qui émergent (OMS, 1970).

Les adultes sont nourris avec du jus sucré dans la cage pendant cinq jours avant d'être soumis au test de sensibilité uniquement avec les moustiques de la tranche d'âge de 3 à 5 jours, parce qu'avant cette durée, les moustiques sont fragiles.

3.1.2.2. Matériel de test de sensibilité

Les matériels suivants nous ont aidés pour le test de sensibilité. Il s'agit de :

- Aspirateur à bouche : Aspirateur à bouche : permet de capturer sans détériorer les moustiques. Il est formé d'un tube transparent d'une dizaine de centimètre de largeur, sur deux centimètres et demi de diamètre. Le tube est formé à chaque extrémité d'un trou dans lequel passe un tube métallique (André, 1977) ;
- Cage en carton, qui sert à garder les moustiques pendant quelques minutes avant le test pour éviter les stress ;
- Tube passe insecte : il a deux compartiments, c'est un tube transparent qui permet de séparer le papier imprégné d'insecticide et les papiers duplicateurs ou non imprégnés. C'est dans la partie où il y a l'insecticide que se réalise le test.
- Papier d'insecticide imprégné : sert à tester la résistance des moustiques contre les insecticides ;
- Papier duplicateur, permet de couvrir la partie du tube passe insecte non-imprégnée d'insecticide ;
- Epingle : attache le papier pour que les moustiques ne puissent pas entrer au bord du tube.

Pour le test de sensibilité, on utilise uniquement les femelles qui sucent le sang pour la maturation des œufs. Ce test cherche à prouver le phénomène de résistance des moustiques aux insecticides, utilisés en santé publique. On aspire uniquement les femelles hématophages,

10 par cage en carton. On prend les témoins de chaque insecticide et introduire dans le tube passe insectes. Rouler les papiers de façon que le nom de l'insecticide et son témoin soit à l'extérieur et visible à travers la paroi du tube passe insecte.

Nous épinglons pour empêcher les moustiques d'entrer au bord de la paroi du tube puis on aspire les moustiques avec un aspirateur à bouche, en suite, on souffle les moustiques dans le compartiment où il y a l'insecticide.

Le contact des moustiques avec l'insecticide pendant 60 minutes est suivi et lu chaque 5 minutes pour observer combien de moustiques sont choquer et tombent. Cela permet de compter le temps de choque pour chaque moustique et calculer le pourcentage de choque. Juste après 60 minutes de mise en contact avec les différents insecticides, les moustiques sont mis dans la partie du tube passe insecte et sont observés une fois de plus pendant 60 minutes,

Nous avons placé une boule de ouate imbibée de glucose pour que les moustiques qui se réveillent après le choc ne meurent pas de faim. Après 24 heures, on vient lire les résultats du test de sensibilité.



Fig. 5 : méthodes pour le test de sensibilité au laboratoire

Méthodes de prévention contre les moustiques

A. Lutte biologique

Les moustiques jouent un rôle très important dans la chaîne trophique. La larve des moustiques est mangée par plusieurs autres espèces, notamment les têtards, les alevins, les micro-organismes aquatiques, ...

La destruction des larves dans les réservoirs peut se faire en y introduisant des petits poissons et autres qui en font leur nourriture.

B. L'Assainissement

C'est la contribution de tous qui va permettre de supprimer le nombre des moustiques dans notre région. Cette méthode permet de détruire les larves et les nymphes des moustiques en supprimant, en rendant inhabitable ou en empoisonnant les agglomérations d'eau qui leur servent de milieu de développement (Rapport annuel) ; PNA, 1986

CHAPITRE IV : RESULTATS

Après une durée allant du 05 avril au 13 mai 2014, nous sommes parvenus à amener notre recherche sur l'écologie des larves de moustiques et le test de sensibilité de moustiques. 160 spécimens ont été testés et deux types de gîtes larvaires ont été observés.

Les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux (2) à (4) :

Tableau 2 : Test de sensibilité des Anophèles aux différents insecticides.

N°	INSECTICIDES	SENSIBILITE	RESISTANCE	TOTAL EN %
1	Berdiocarb	100%	0%	100%
2	Deltamethrim	83%	17%	100%
3	DDT	0%	100%	100%
4	Pirimiphos	25%	75%	100%

Il ressort dans le tableau (2) quatre insecticides utilisés pour le test de sensibilité d'anophèles.

Berdiocarb est sensible aux anophèles avec 100% de mortalité et DDT est moins sensible aux anophèles avec 0% de mortalité et 100% de résistance après 24 heures.

Tableau 3 : Test de sensibilité des Culex aux différents insecticides

N°	INSECTICIDES	SENSIBILITE	RESISTANCE	TOTAL EN %
1	Berdiocarb	100%	0%	100%
2	Deltamethrin	100%	0%	100%
3	DDT	100%	0%	100%
4	Pirimiphos	100%	0%	100%

Il ressort de ce tableau (3) : 4 insecticides utilisés pour le test de sensibilité des Culex.

Les Culex sont sensibles aux insecticides utilisés au laboratoire avec 100% de mortalité et 0% de résistance après 24 heures.

Tableau 4 : Ecologie de larves des moustiques

N°	TYPES DE GITES	VEGETATIONS DOMINANTES	LOCALISATION
1	Naturel : trou de rocher	<i>Ipomoela aquatica</i> <i>Panicum maximum</i>	Chute Wagenia
2	Naturel : trou de rocher	<i>Ipomola aquatic</i> <i>Panicum maximum</i> <i>P. repens</i>	Chute Wagenia
3	Naturel : trou de rocher	<i>Ipomola aquatica</i> <i>Panicum maximum</i>	Chute Wagenia
4	Artificiel : flaque d'eau	<i>Ipomoela aquatica</i> <i>Panicum maximum</i> <i>P. repens</i>	Chute Wagenia
5	Artificiel : eau stagnante	<i>Panicum maximum</i>	Kabondo
6	Artificiel : trou creusé	<i>Panicum maximum</i>	Kabondo
7	Artificiel : flaque d'eau	<i>Panicum maximum</i>	Kabondo
8	Artificiel : flaque d'eau	<i>Panicum maximum</i>	Kabondo
9	Artificiel : flaque d'eau	<i>Panicum maximum</i> <i>P. repens</i>	Kabondo
10	Artificiel : flaque d'eau	<i>Panicum maximum</i> <i>P. repens</i>	Kabondo

Il ressort de ce tableau (4) : 2 types de gîtes larvaires ont été observés dans les dix sites de récolte durant ce travail.

6 gîtes artificiels ont été observés dans la commune Kabondo et 1 dans les chutes Wagenia.

Les gîtes artificiels sont plus représentés en terme de récolte (7) soit 70% et gîtes naturels sont moins représentés (3), soit 30%.

CHAPITRE V : DISCUSSIONS

Ce travail dont la durée de récolte et le test de sensibilité va du 05 avril au 13 mai 2014, nous a permis de récolter les larves de moustiques dans les deux types de gîtes larvaires (artificiel et naturel) et dix sites de récolte ont été observés dans les deux biotopes (Kabondo et chute Wagenia).

Les gîtes artificiels sont plus représentés (6) dans la commune Kabondo et un dans les chutes Wagenia et les gîtes larvaires naturels sont moins représentés (3) avec 30% dans les chutes Wagenia.

Nous avons trouvé les mêmes résultats que ceux de MULUMBU en 2014 qui avait trouvé deux types de gîtes larvaires dans la commune de Kabondo et chutes Wagenia, tandis que RASHIDI en 1979 avait trouvé trois biotopes : les caniveaux d'évacuation d'eau, des ornières et des flaques d'eau.

L'écart n'est pas assez grand, regroupé en un type de gîte larvaire (gîte artificiel). La divergence de nos résultats est due aux périodes de récolte et les biotopes étudiés.

Les résultats sur le test de sensibilité des moustiques au laboratoire nous donnent quatre insecticides utilisés dans le cadre de ce travail.

Berdiocarb est sensible aux Anophèles avec 100% de mortalité et 0% de résistance après vingt-quatre heures ; tandis que le DDT est moins sensible aux Anophèles avec 0% de mortalité et 100% de résistance.

Pour le cas des Culex, les quatre insecticides sont sensibles avec 100% de mortalité et 0% de résistance.

MULUMBU en 2014 avait trouvé presque les mêmes résultats pour le test de sensibilité des Anophèles.

La Berdiocarb est sensible aux Anophèles avec 100% de mortalité et 0% de résistance ; le DDT est moins sensible avec 2% de mortalité et 98% de résistance.

MOFIDI en 1966 avait fait un test dans le Nord du Nigeria et avait trouvé les résultats satisfaisant sur le DDT.

JADIN et COLL en 1952 ont trouvé 51,13 d'indice plasmodique en 24,06 soit pourcentage de diminution de 52,92.

La divergence de nos résultats à ceux de JADIN et COLL en 1952 serait dû à la période à laquelle le test a été effectué.

CONCLUSION ET SUGGESTION

Au terme de ce travail de recherches menées sur l'écologie de larves des moustiques et le test de sensibilité aux différents insecticides nous permet de conclure que :

- Pour l'écologie des larves des moustiques, 2 types de gîtes ont été observés dans les 10 sites de récoltes et 2 biotopes étudiés.
- Le gîte larvaire artificiel est plus représenté (7) soit 70% et le gîte larvaire naturel est moins représenté (3) soit 30 %.

Quant au test de sensibilité des moustiques aux différents insecticides : 4 insecticides utilisés pour le test de sensibilité d'Anophèles :

- La Berdiocarb est sensible aux Anophèles avec 100% de mortalité et 0% de résistance ;
- Le DDT est moins sensible aux Anophèles avec 0% de mortalité et 100% de résistance
- Les 4 insecticides sont sensibles aux Culex avec 100% de mortalité et 0% de résistance ;
- La Berdiocarb et la Deltaméthrin n'ont pas été utilisées en santé publique pour l'imprégnation des moustiquaires.

Cela nous pousse à conclure que les moustiques n'ont pas développés une résistance contre celles-ci.

Cette étude est très utile car elle nous a permis de déterminer les taux de mortalité et de résistance des moustiques aux différents insecticides usuels en santé publique et connaître l'écologie des larves des moustiques.

Le début de ce travail a été assez pénible faute des matériels entomologiques et les documents qui parlent des moustiques.

Nous suggérons aux autorités facultaires de contribuer financièrement et matériellement pour notre domaine d'entomologie qui apparaît un peu nouveau au sein de notre institution.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. HILTO, D. ,1987 : Paludisme un nouveau plan de bataille contact n°86 ,1-6p.
2. KATUALA, G. B., 1978 : contribution à l'étude des moustiques de l'île Kongolo : Inventaire systématique, mémoire inédit, UNIKIS, Fac Sc., 32p
3. MULUMBU, R. ,2004. test de sensibilité des moustiques genre *Anophèles*, rapport annuel, INRB, Kinshasa.
4. NAGAHUEDI, M.S. ,1977.contribution à la connaissance des moustiques en Afrique, 1^{ère} partie (morph, systéma, répartition), mémoire inédit, UNIKIS, Fac .Sc., 40 p.
5. NYAKABWA, NK., 1982. Phytocénose de l'écosystème urbain de Kisangani, première partie, thèse de doctorat, UNIKIS, Fac. Sc. , 975 p.
6. OLEKO, W. ,1997.Etude de l'activité et de la Rémanence du pouvoir pathologique des Bactéries du genre *Bacillus* isolées à Kisangani sur les larves de moustiques, thèse de doctorat, UNIKIS, Fac. Sc., 93p.
7. OMOLE, O., 1994. Caractéristique des quelques gîtes larvaires à moustiques à Kisangani, T.F.C inédit UNIKIS, Fac. Sc., 12p.
8. OMS, 1985. Manuel de l'aménagement de l'environnement en vue de lutter contre les moustiques.
9. OMS, 1976. Résistance des vecteurs et réservoirs des maladies aux pesticides.
10. OMS, 2003. Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs, Edition provisoire Guide de Stagiaire, 93p.
11. P.N.A, 1986. Rapport annuel sur la démoustication dans la ville de Kisangani.
12. RASHIDI, J. 1979.Contribution à l'étude d'écologie des larves des moustiques (*Culicidae Diptera*) de Kisangani, mémoire inédit, UNIKIS, Fac. Sc., 30p.
13. RODHAIN, F.et PEREZ, C., 1985. Précis d'entomologie médicale et vétérinaire (Notion d'entomologie des maladies à vecteurs), Maloine S .a .27, rue de l'école-de-Médecine, 75006 Paris,1-160p.
14. SUMAILI, M.1977.Contribution à la connaissance des moustiques en Afrique, 3^e partie, mémoire inédit, UNIKIS, Fac. Sc., 75p.

15. T.A, 1969. La prévision contre les moustiques dans les terres irriguées, Crét, Washington D.C, 36p.
16. VILLIER, A., 1977. Entomologiste Amateur, édition lechevaliers, S.A.R.L.19, rue Augereau, 19, Paris, 248 p.

8. Le cycle de vie des moustiques

Les moustiques sont des insectes à métamorphoses complètes, la larve ne ressemble pas à l'adulte et qu'il existe une étape intermédiaire que l'on appelle la "nymphe", pendant laquelle la larve se transforme en une sorte d'étui dans lequel un lent et complet processus de réorganisation interne des organes se met en place, pour aboutir au bout de quelques jours à quelques semaines à l'émergence de l'insecte. Le stade larvaire des moustiques se passent entièrement dans l'eau.

Phase aquatique

- les œufs :

Les moustiques sont des insectes à métamorphoses complètes, la larve ne ressemble pas à l'adulte et qu'il existe une étape intermédiaire que l'on appelle la "nymphe", pendant laquelle la larve se transforme en une sorte d'étui dans lequel un lent et complet processus de réorganisation interne des organes se met en place, pour aboutir au bout de quelques jours à quelques semaines à l'émergence de l'insecte.

Le stade larvaire des moustiques se passent entièrement dans l'eau. La femelle est fécondée par le mâle une seule fois dans sa vie. Elle a besoin d'un repas de sang pour la maturation de ses œufs. Quand elle pique, elle peut absorber l'équivalent de son poids. Elle pond entre 100 et 400 œufs à la surface de l'eau 3 jours après son repas de sang. Elle pond ses œufs à la surface de l'eau accumulée dans des contenants naturels (trou dans la pierre, coquilles vides, flaques, trous d'arbre) ou créés par l'homme (pneus, boîtes, sacs plastique, citernes, vases). En conditions favorables, les œufs éclosent en 2 jours mais ils peuvent attendre ces bonnes conditions plusieurs semaines.

- **la larve** (période de croissance), elle vient respirer à la surface, elle ressemble à un ver et est dépourvue de pattes et d'ailes, elle s'alimente de détritus, certaines mangent d'autres larves. Elles ont une croissance discontinue et subissent 4 mues, (2 à 12 mm). De la dernière sort une nymphe.

Cette période dure 6 à 8 jours.

- la nymphe

Les transformations qui permettent au moustique de passer du milieu aquatique au milieu terrestre se poursuivent chez la nymphe par l'élaboration d'un système totalement nouveau. Elle ne s'alimente plus.

C'est la métamorphose.

Au bout de 1 à 2 jours, l'adulte sort de l'enveloppe et s'envole dès que ses ailes ont séché.

Phase aérienne

L'adulte

Au moment de l'émergence, l'adulte se gonfle d'air et s'extrait à la surface de l'eau. La croissance est terminée.

Pendant les premiers jours de leur existence, les adultes mâles et femelles sont au repos dans des lieux abrités. Leur premier repas, pris le plus souvent au crépuscule, est composé de nectar.

La fécondation a lieu peu après l'envol.

La femelle seule est hématophage. Elle prend un repas sanguin, riche en protéines, qui permet la maturation de ses ovaires. Une fois gorgée de sang, la femelle se réfugie dans un abri jusqu'à développement complet des œufs, puis elle recherche un endroit favorable pour pondre, pond ses œufs puis se nourrit à nouveau et le cycle recommence.

Dossier « moustiques » - DRASS Réunion - Rectorat de la Réunion - Sciences Ecole : <http://sciencesecole.ac-reunion.fr>

La durée de ce cycle est variable suivant les espèces et les climats. Les Aedes piquent préférentiellement à l'aube et au crépuscule. Les Anopheles piquent la nuit. Une nymphe de Culex peut consulter le site Internet de Christian Guillermet qui a contribué à constituer ces fiches de documentation : <http://perso.club-internet.fr/chring>

LES MOUSTIQUES

HISTORIQUE

La démoustication en Baie de Seine était effectuée régulièrement par le Département par traitement généralisé des marais par insecticide. En 1985, la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) en a demandé l'arrêt au vu de l'inadaptation des traitements, souhaitant qu'une surveillance des moustiques et un recensement des gîtes larvaires soient mis en place.

CONTEXTE LOCAL

Les moustiques identifiés en Baie de Seine à ce jour ne sont pas vecteur de maladie. L'arrêté du 25 octobre 2010 (modifiant l'arrêté du 26 août 2008) fixe la liste des départements où les moustiques constituent une menace pour la santé de la population. 4 départements sont concernés : le Var, les Alpes-Maritimes, les Bouches-du-Rhône et les

Alpes-de-Haute-Provence.

Les éclosions larvaires interviennent généralement après la mise en eau des gîtes, soit par des précipitations importantes, soit par des grandes marées sur une grande partie de l'estuaire de la Seine. Cependant, l'étude a montré que les éclosions massives étaient principalement déterminées par les grandes marées. La potentialité d'une nuisance jusqu'aux communes de l'agglomération est cependant complexe, conditionnée par un ensemble de facteurs aléatoires :

- une mise en eau simultanée d'un grand nombre de gîtes larvaires (pouvant être uniquement réalisée lors des grandes marées),

- des conditions météo favorables à la menée du cycle larvaire à son terme : températures élevées,

- des vents favorables à la migration des moustiques : Est, Sud-est.

S'il est vrai que la démoustication n'a pas, dans notre région, de raison sanitaire majeure et qu'elle serait considérée comme une opération de confort, il convient de ne pas minimiser la gêne due aux moustiques : piqûres douloureuses, réactions allergiques...

A ce jour, seule la protection individuelle est recommandée : moustiquaire, port de vêtements couvrants, utilisation de répulsif, utilisation d'insecticide ...

Il est nécessaire aussi de limiter individuellement leur prolifération. En effet, les moustiques prolifèrent dans les eaux stagnantes, dans lesquelles se développent œufs et larves. L'eau étant donc absolument nécessaire aux moustiques, la meilleure stratégie est de limiter sa disponibilité. Pour éviter d'être envahi par les moustiques, il convient de contrôler au mieux tous les réservoirs d'eau stagnante par un aménagement de l'environnement : drainage, collecte des eaux usées, élimination des décharges sauvages, en particulier stock de pneus à ciel ouvert, casse automobile... sans oublier les jardins et les balcons en évitant de laisser tous récipients susceptibles de collecter de l'eau (soucoupe de pot de fleur, vase, bidon, bêche, brouette...). Pour les récipients impossibles à vider, il est important de les couvrir hermétiquement.

LA DEMOUSTICATION

Le cadre réglementaire : C'est une mission de service public qui est fixée par la loi n°64-1246 du 16 décembre 1964 relative à la lutte contre les moustiques qui précise notamment : "Il pourra être créé dans les départements dont les Conseils Généraux le demanderaient, des zones de lutte contre les moustiques, à l'intérieur desquelles les services et organismes habilités par arrêté préfectoral seront autorisés à procéder d'office aux prospections, traitements, travaux et contrôles nécessaires à cette action". C'est sur cette base que les Ententes Interdépartementales de Démoustication du littoral (EID) ont été créées. Il en existe 3 en France : EID Atlantique, EID Méditerranée, EID **Rhône-Alpes**.

Le département de la Seine-Maritime n'est pas rattaché à un EID, cependant les communes peuvent saisir le département si elles l'estiment nécessaires notamment aux vues des plaintes qu'elles pourraient recevoir de la population, des entreprises ou encore du milieu touristique.

LES MOUSTIQUES

67 espèces sont répertoriées en France, 105 en Europe et plus de 3 000 dans le monde, dont une centaine sont des vecteurs de maladies. On appelle « vecteur » un insecte qui, en se nourrissant de sang, peut transmettre un parasite ou un virus d'une personne à une autre. Tous ne piquent pas l'homme, tous ne sont pas nuisibles. Certains colonisent à l'état larvaire les eaux douces, d'autres préfèrent les eaux saumâtres. Certains se développent dans les eaux polluées, d'autres sont sensibles aux pollutions CODAH DSHE - TLB – juin 2011 p. 2/2

Les moustiques passent par 4 stades de développement ; œuf, larve, nymphe et adulte. Les trois premiers sont aquatiques, le dernier aérien. La durée totale de ce développement est fortement influencée par la température. Beaucoup d'espèces de moustiques ont une activité très rythmée, saisonnière et nocturne. L'accouplement a lieu peu de temps après l'émergence des adultes, chaque femelle étant généralement fécondée une seule fois pour toute sa vie. La fécondité totale varie selon les espèces de 800 à 2 500 œufs. Le repas de sang est indispensable à la ponte. Toutefois, les femelles se nourrissent comme les mâles en se gorgeant d'eau sucrée et de sucs végétaux (nectar, sève). Quarante-huit heures après la prise du repas de sang, les femelles fécondées déposent leurs œufs, selon les espèces : à la surface d'eaux stagnantes (mare, étang) ou courantes (bord de torrent, de rivière), dans des réceptacles naturels ou artificiels ou sur des terres inondables ainsi que des surfaces d'eau temporaires. L'eau est donc absolument nécessaire au développement du moustique. Les mâles se déplacent assez peu du gîte dont ils sont issus, et leur longévité est relativement faible. La femelle peut migrer jusqu'à 100 km de son lieu de naissance (transport passif par le vent). L'espérance de vie peut varier de deux à trois semaines pour certaines espèces, à plusieurs mois pour d'autres. CODAH DSHE - TLB – juin 2011 p. 2/2