

Barrage de Kandadji Situation Entomologique
avant la mise en service du barrage.

DEDICACES

Au terme de cette formation, je dédie ce travail :

★ A mes parents :

- **Hamani ALBEIDOU,**
- **Hamsa IDE** (Paix à son âme !),
- **Soumana ALBEIDOU** (Paix à son âme !),

Pour tous les sacrifices que vous avez consentis à notre éducation. Votre soutien et vos encouragements nous ont beaucoup aidés à réussir nos études.

★ A mon épouse **Balkissa HAMADOU**, pour ton soutien, ta patience et surtout ta compréhension.

★ A mes frères et sœurs. que ce travail réanime en vous l'endurance au travail ; pour ceux qui nous ont quitté, que la terre leur soit légère ; Amen !

★ A mes Enfants :

- **Zeinaba ;**
- **Abdoulwahab ;**
- **Ismaël ;**
- **Mohamed Salim ;**
- **Hamsatou ;**

Me voici au terme du travail qui m'a éloigné de vous pendant ces deux années. Trouvez ici la source du courage pour mieux faire.

★ A tous ceux qui me sont cher(es), le présent travail est le vôtre.

REMERCIEMENTS

Nous rendons grâce à Allah, le Tout Puissant, Le Très Miséricordieux, pour nous avoir donné la force et l'intelligence de réaliser ce travail.

Qu'il nous soit permis aussi de remercier sincèrement :

- Dr Amadou Garba, Directeur de RISEAL Niger ;
- Pr Mbacke SEMBENE, Responsable du Master Biologie Animale à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar Sénégal ;
- Pr. Ousmane Faye Laboratoire Ecologie Vectorielle et Parasitaire à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar Sénégal ;
- Dr Lansana KONATE, Responsable de la Section Entomologie à l'Université
- Dr Rabiou LABBO, RISEAL Niger.
- Dr Malik DIOUF, Université Cheikh Anta Diop de Dakar Sénégal
- Dr Ibrahima DIA, Chargé de Recherche, Institut Pasteur de Dakar

En dépit de vos multiples charges, vous nous avez soutenus et encadrés jusqu'à ce jour. Je vous en suis reconnaissant.

Nos remerciements vont également à :

- tous mes Camarades de la promotion 2011-2013 Master II Biologie Animale de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar ;
- le personnel du RISEAL Niger ;
- le personnel du CERMES Niger ;
- le personnel du Laboratoire d'Ecologie Vectorielle et Parasitaire (UCAD)
- tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation du présent travail.

SIGLES ET ABREVIATIONS

°C	:	Celsius
CFA	:	Communauté Française pour l’Afrique
Ha	:	Hectare
Km	:	Kilomètre
Km/h	:	Kilomètre par heure
Km²	:	Kilomètre carré
M	:	Mètre
m³	:	Mètre cube
Mm	:	Millimètre
MST	:	Maladie sexuellement transmissible
MW	:	Méga Watt
MWh	:	Méga Watt heure
OCCGE	:	Organisation de coordination et de coopération pour la lutte contre les grandes endémies
%	:	Pourcentage
sec.	:	Seconde

LISTE DES TABLEAUX

Liste des tableaux

Tableau N°1 : Nombre de pièces visitées par village et par passage.....	21
Tableau N°2 : Nombre de diptères collectés par sexe pendant les deux saisons climatiques	22
Tableau N°3 : Nombre total et pourcentage des moustiques collectés selon les localités et les saisons.....	23
Tableau N°4 : Nombre total et pourcentage des espèces d’anophèles selon le sexe par saison.....	24
Tableau N°5 : Nombre total d’ <i>An.gambiae</i> sl femelles collectées par village au cours deux saisons.....	25
Tableau N°6 : Densité moyenne et valeur minimale et maximale d’ <i>An. gambiae sl</i> , par pièce en fin de saison des pluies 2013.....	26

Liste des Figures

Figure N°1 : Systématique des Moustiques.....	6
Figure N°2 : Le cycle de développement du moustique.....	10
Figure N°3 : Données morphologiques et comportementales des stades de développement des genres et espèces de moustique.....	14
Figure N°4 : Carte du Niger (www.afriquinfos.com	16
Figure N°5 : barrage Kandadji en chantier (www.africanaute.com).....	17

Liste des annexes

Fiche de collecte des données

Fiche d'identification des moustiques

Tableau de matériels

Photos de collecte et d'identification des moustiques

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE	8
CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	11
1.1 Généralités sur les Barrages	11
1.1.1. Définitions	11
1.1.2. Buts des barrages	11
1.1.3. Structure des barrages	11
1.2. Généralités sur les Moustiques	12
1.2.1. Morphologie des divers stades de développement	13
1.2.1.1. Les œufs	13
1.2.1.2. Stade larvaire	14
Les larves sont constituées de trois parties :	14
1-2-1-3 Stade nymphal	15
1-2-1-4 Stade adulte	15
1-2-2 Bio écologie des moustiques	17
1-2-2-1 Cycle de développement	17
1-2-2-1-1 Phase aquatique	18
1-2-2-1-2 Phase aérienne	19
1-2-3 Caractères morphologiques des adultes	21

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES	22
2.1. Présentation de la Zone d'étude	22
2.1.1. Présentation du Niger	22
2.1.2.. Barrage de Kandadji	23
2.1.3. Présentation des villages sites	24
2.2. Matériels	26
2.3. Méthode d'échantillonnage	26
2.3.1. Choix des villages, des pièces et période de l'étude	26
2.3.2. Méthode de capture	27
2.3.3. Traitement et identification des moustiques	27
2.3.4. Analyse des données	27
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS	28
3.1. Présentation des Résultats	28
3.1.1. Nombre de pièces visitées par village et par passage	28
3.1.2. Nombre Total de moustiques collectés par sexe selon les saisons	29
3.1.3. Densité des moustiques selon les villages	30
3.1.4. Nombre moyen de moustiques par pièces et par villages selon les saisons	30
3.1.5 : Répartition des espèces d'anopheles selon le sexe par saison	31
3.1.6. Distribution d' <i>An.gambiae s.l</i> femelle par village	32
Tableau N°5 : Nombre total d' <i>An.gambiae sl</i> femelles collectées par village au cours deux saisons.	32
3.1.7. Densité moyenne générale et valeur minimale et maximale d' <i>An.gambiae sl</i> par pièce en fin de saison des pluies	32
3.2. DISCUSSIONS	34
Références Bibliographiques	38

INTRODUCTION GENERALE

La construction de barrage est une activité très ancienne. Les premiers ouvrages connus remontent à 5000 ans et se situent au Proche Orient. Elle n'a cessé de se développer depuis ; surtout à partir de 1950, pendant l'ère de développement d'après-guerre, lorsque les infrastructures à grande échelle étaient considérées comme des symboles de fierté patriotique et de progrès technologique. Un nombre croissant de barrages a été construit au fur et à mesure de la croissance démographique et du développement économique. Au XX^{ème} siècle de nombreux barrages de plus en plus gigantesques ont été érigés le long des cours d'eau. Le dernier exemple en date concerne la construction du plus grand barrage du monde décidée par la Chine : édifiée sur le fleuve Yangtze. Son lac de retenue fera 600 km de long et contiendra 40 milliards de m³ d'eau (5).

En 2001, la superficie totale sous irrigation dans le monde était estimée à 272 millions d'hectares (ha) par rapport aux 139 millions d'ha en 1961. Parallèlement, on estime qu'au moins 45 000 grands barrages et 800000 petits barrages ont été construits dans le monde entier. A ce jour, près de la moitié des fleuves dans le monde comptent au moins un grand barrage(5). Diverses raisons ont de tout temps motivé de tels aménagements : irrigation et lutte contre la sécheresse ; alimentation en eau des populations ; régulation de crues et production d'énergie électrique, etc.

Les grands barrages offrent à la société des bénéfices considérables mais imposent également des impacts négatifs non négligeables, que ce soit dans le domaine environnemental, économique ou social. Jusqu'à une époque encore récente ; décideurs et entrepreneurs considéraient les barrages uniquement sur la rentabilité économique sans en voir l'impact sur l'environnement ; encore moins sur la santé et la prolifération des vecteurs des maladies (6, 8,9, 22).

La relation entre aménagement hydro agricole et conséquences sanitaires ; la dichotomie entre bénéfique socio-économique et coût sanitaire est particulièrement évidente. Trop souvent, les conséquences sanitaires d'aménagements hydro agricoles sont observées a posteriori alors que dans l'idéal ; l'aménagement devrait incorporer toute une série de mesures visant à prévenir et à traiter les retombées sanitaires prévues ou non.

Les sites des barrages et leurs périmètres sont l'objet de modifications hydrologiques, géodynamiques et éco systémiques favorisant la transmission des maladies liées à l'eau et la prolifération de certains vecteurs de maladies (1, 3, 15, 17, 22, 28, 34). Les données, concordantes, montrent que l'impact des barrages sur la santé humaine concerne essentiellement le paludisme, la bilharziose, l'onchocercose, la filariose de Bancroft, la dracunculose mais également le SIDA du fait des flux migratoires (15, 17, 22).

D'une façon générale, Les conditions écologiques créées offrent à certaines espèces animales ou végétales des conditions propices à leur développement ; et leur aptitude à transmettre les maladies. En effet, dans ces grandes étendues d'eau, l'extension des biotopes aquatiques et l'eutrophisation concourent à favoriser l'installation et la multiplication d'invertébrés (les culicidés et les mollusques) vecteurs des maladies, et de la flore.

Cependant, d'autres espèces de la faune, notamment les moustiques, peuvent disparaître ou se développer sélectivement dans de petits territoires. Il en est de même des plantes flottantes dont la laitue d'eau (*Pistiastratiodes*) ou la jacinthe d'eau (*Eichorniacrassipes*), considérées comme gîtes aquatiques des insectes vecteurs et de mollusques hôtes intermédiaires de maladies.

En outre, tout barrage de par ses dimensions, sa localisation géographique et son potentiel de production énergétique ou agricole crée un espace vital qui attire un flux de populations et les expose à des pathologies impliquant des accidents de travail et les maladies vectorielles en passant par les infections transmissibles telles que la tuberculose, les maladies sexuellement transmissibles (MST) et les atteintes respiratoires. Certaines sont spécifiques à des zones géographiques ; c'est le cas des endémies parasitaires comme le paludisme, les filarioses, la bilharziose et les trypanosomiasés d'autres sont plus ou moins cosmopolites.

Quel que soit le cas, la construction d'un barrage a sur l'environnement et sur l'homme des conséquences fort variées qu'il faut évaluer avec soin afin d'être certain que les bénéfices qui en découlent sont supérieurs aux coûts (34). En effet, « un aménagement bien conçu et bien géré devrait être synonyme de l'élévation du niveau de vie et de meilleure santé» (10).

Il est dès lors impératif de faire la situation des vecteurs de maladie existants sur le site du futur barrage de Kandadji situé à 180 km en amont de Niamey sur le fleuve Niger afin de

prendre des mesures pour minimiser les conséquences néfastes de la construction de ce barrage sur les populations riveraines d'où le choix de notre thème : « ***Barrage de Kandadji : Situation entomologique avant la mise en service du Barrage*** »

Le présent travail s'articule autour de trois (3) chapitres :

- Le premier chapitre traitera de la synthèse bibliographique ;
- Le deuxième chapitre concernera les matériels et méthodes ;
- Le troisième chapitre sera consacré à la présentation des résultats et de la discussion.

OBJECTIFS

Objectif général

Faire la situation entomologique sur le site du Barrage de Kandadji avant sa mise en service.

Objectifs spécifiques

- Capturer les moustiques au niveau des villages retenus,
- Identifier les genres et sexes des moustiques,
- Inventorier les espèces des anophèles,
- Etudier les variations spatiales temporelles des moustiques dans la zone du barrage.

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 Généralités sur les Barrages

1.1.1. Définitions

Selon Larousse un barrage est un « obstacle artificiel au moyen duquel on crée une retenue d'eau, généralement en coupant un cours d'eau ».

Selon la commission internationale des barrages, est considéré comme grand barrage tout ouvrage ayant plus de 15 m de haut ou de plus de 3 millions de mètre cube s'il a une hauteur comprise entre 5 et 15 m (5). Quant aux petits barrages ils sont généralement des retenues parfois sommaires à dimensions modestes destinés à l'approvisionnement en eau dans certaines villes et localités enclavées avec un risque épidémiologique relativement faible.

1.1.2. Buts des barrages

Les buts principaux derrière la construction des barrages sont : le contrôle des crues, l'exploitation du débit d'eau afin de générer de l'énergie hydraulique ou encore l'irrigation des terres agricoles. La prévention des catastrophes naturelles (crues ; inondation par la création des lacs artificiels ou des réservoirs).

1.1.3. Structure des barrages

La structure de barrage est composée de :

- mensurations générales du barrage
- digue et la retenue
- déversoir
- vidanges et les prises d'eau

A chacun de ces organes correspond un risque sanitaire donné. Il faut noter que les organes annexes, le lac de retenue et le lit en aval des grands barrages sont particulièrement favorables à la biologie des vecteurs aquatiques alors que le site couvre des surfaces suffisamment

grandes pour entretenir un microclimat chaud et humide favorable au développement des insectes vecteurs de maladie.

1.2. Généralités sur les Moustiques

Les insectes communément appelés moustiques (maringouins en français canadien) appartiennent au règne animal, au sous règne des métazoaires, à l'embranchement des arthropodes, au phylum des hexapodes, à la sous classe des ptérygotes, à l'ordre des diptères et au sous ordres des nématocères (4, 7, 11, 13, 14, 26, 27, 30, 31).

Ils sont caractérisés par des antennes longues et fines à multiples articles, des ailes pourvues d'écailles, et des femelles possédant de longues pièces buccales en forme de trompe rigide de type piqueur-suceur.

À ce jour, 3534 espèces de moustiques réparties en 111 genres sont inventoriées au niveau mondial. Mais un bien moins grand nombre pique l'homme.

Les moustiques tiennent un rôle extrêmement important en santé humaine ou animale car ils concentrent, au-delà de leur rôle de nuisance, par les piqûres qu'ils infligent, le plus important groupe de vecteurs d'agents pathogènes transmissibles à l'être humain.

Ils sont vecteurs de trois groupes d'agents pathogènes pour l'être humain : plasmodium, filaires ainsi que de nombreux arbovirus.

Ils sont présents sur l'ensemble des terres émergées de la planète (à l'exception de l'Antarctique), tant dans les milieux forestiers, de savanes ou urbains, dès qu'une surface d'eau douce ou saumâtre, même réduite ou temporaire, est disponible.

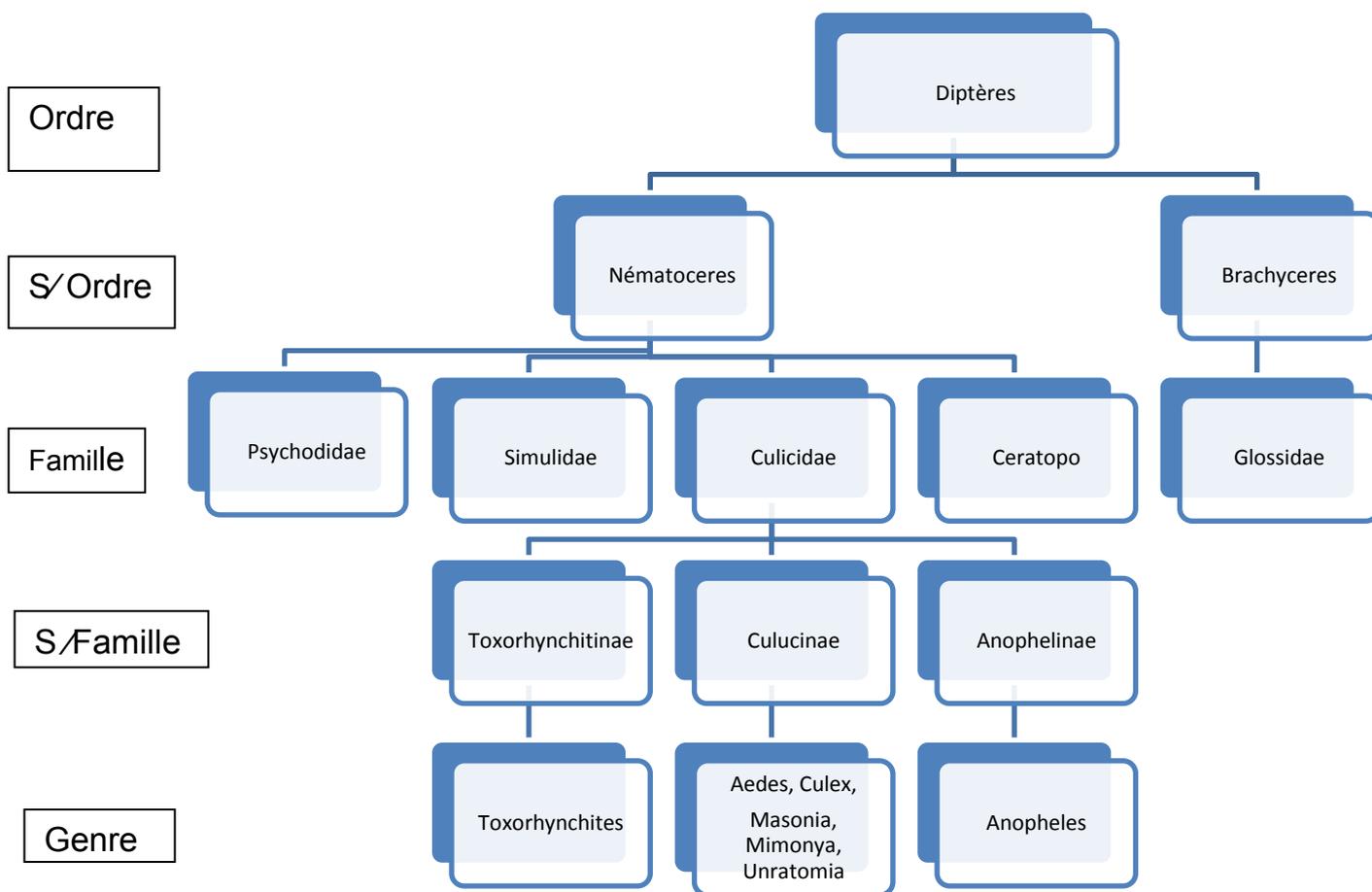


Figure N°1 : **Systematique des Moustiques**

1.2.1. Morphologie des divers stades de développement

Les moustiques sont des insectes holométaboles passant par 4 phases de développement ; œuf, larve (4 stades larvaires), nymphe et adultes. Les trois premiers sont aquatiques, le dernier aérien. La durée totale de ce développement, fortement influencé par la température, est de 10 à 15 jours pour les zones tropicales du monde qui rassemblent les plus fortes densités d'espèces.

1.2.1.1. Les œufs

Les œufs des moustiques sont habituellement pondus à la surface de l'eau ou à sa proximité directe, isolés (Anophèles, Aèdes) ou en radeau ou en grappe (Culex). Les œufs flottent par

tension superficielle ou par la présence de flotteurs (latéraux chez les Anophèles et apicaux chez les Culex).

1.2.1.2. Stade larvaire

Ce stade est aquatique. Issue de l'œuf, une larve de premier stade (L1) de taille réduite va, par une succession de trois mues, accroître sa taille, donnant en quelques jours une larve de stade IV (L4), d'une taille, variable selon l'espèce et les conditions de développement, entre 4 et 10 mm. C'est sur ce stade IV que les identifications taxonomiques sont réalisées.

Les larves sont constituées de trois parties :

- une tête pourvue d'une paire d'antennes, d'une paire de mandibules armées de dents sur leur bord distal et qui forment avec le mentum l'appareil masticateur, l'ensemble flanqué d'une paire de brosses buccales qui entraînent les aliments vers cet appareil. On note la présence de deux paires d'yeux pigmentés : une plus importante non fonctionnelle qui constitue les yeux futurs de l'adulte, et une paire plus petite postérieure qui sont les véritables yeux de la larve. Le nombre, la forme, la taille et la disposition des diverses soies céphaliques et antennaires fournissent des renseignements pour l'identification de l'espèce.
- un thorax plus large que la tête comportant le prothorax, le mésothorax et le métathorax, tous trois pourvus de soies. Les larves de Culicidae sont apodes.
- un abdomen pourvu au niveau du huitième segment d'un siphon respiratoire pour la sous-famille des Culicinae. Les espèces de la sous-famille des Anophelinae en sont dépourvues, respirant directement à partir de papilles anales postérieures. Le huitième segment avec son siphon, et le segment X comportant le plus souvent peigne et brosse ventrale, sont également très précieux pour l'identification du genre et de l'espèce.

1-2-1-3 Stade nymphal

Aquatique, la nymphe présente un céphalothorax fortement clarifié et renflé avec deux trompettes respiratoires, assez proches l'une de l'autre. Les yeux composés du futur adulte sont visibles latéralement à travers le tégument. Au niveau du céphalothorax se distinguent les ébauches de divers organes du futur adulte : proboscis, pattes, ailes. L'abdomen se compose de neuf segments, le dernier plus petit que les autres, porte à sa partie apicale une paire de palettes natatoires (nageoires), chacune maintenue rigide par une nervure médiane.

À l'extrémité de la nervure, la palette porte une soie terminale accompagnée sur la face ventrale d'une soie accessoire. Le bord externe des nageoires porte des dents, variables en grandeur et extension, qui constituent un bon caractère de diagnose. Les caractères des soies de l'angle postéro-latéral du huitième segment, ainsi que la soie accessoire sont des caractères particulièrement utilisés. Chacun des huit segments abdominaux porte dorsalement plusieurs paires de soies diverses. Le premier segment porte, en outre, une paire de soies palmées qui contribue à assurer l'équilibre de la nymphe en adhérant par capillarité à la surface de l'eau.

La nymphe, également aquatique, ne se nourrit pas mais, durant ce stade (soit 1 à 5 jours), le moustique subit de profondes transformations morphologiques et physiologiques préparant le stade adulte. Au moment de l'exuviation de l'adulte, la pression interne provoque la rupture des téguments du céphalothorax suivant une ligne médio-dorsale. Les bords de la fente s'écartent pour permettre la sortie de l'adulte à la surface de l'eau.

1-2-1-4 Stade adulte

Au stade adulte, leur taille varie selon les genres et espèces de 3 à 40 mm mais elle ne dépasse que très rarement les 10 mm, à l'exception des moustiques de la tribu des Toxorhynchitini. Au stade adulte, les moustiques possèdent, comme tous les Diptères, une seule paire d'ailes membraneuses, longues et étroites, repliées horizontalement au repos.

Les Culicidae possèdent un corps mince et des pattes longues et fines. Ils se reconnaissent facilement par la présence d'écaillés sur la majeure partie de leur corps. Les femelles possèdent de plus de longues pièces buccales, caractéristiques de la famille, de type piqueur-

suceur : la trompe, appelée rostre ou proboscis, qui inflige la piqûre si redoutée. Leur tête est pourvue de deux yeux à facettes mais les Culicidae ne possèdent pas d'ocelles.

Au niveau de la tête, cette famille fait bien partie du sous ordre des Nématocères par ses antennes longues et fines à nombreux articles (15 articles chez le mâle et 14 chez la femelle), dépourvues de style ou d'arista. Les femelles se distinguent facilement des mâles qui sont les seuls à présenter des antennes plumeuses. Le thorax des moustiques est formé de 3 segments, avec un segment médian hypertrophié renfermant les muscles des ailes. Ce segment porte les ailes longues et étroites. La nervation des ailes comporte six nervures longitudinales, la 2^e, 4^e et 5^e étant fourchues.

Leurs ailes sont diagnostique de la famille en ce qu'elles sont pourvues d'écailles pigmentée qui peuvent former des taches le long des nervures ou le long du bord postérieur. Ces ailes leur permettent de voler en moyenne à 3 km/h^{4,5}.

Chaque segment est pourvu d'une paire de pattes longues et fines pourvu d'écailles dont l'ornementation (anneau, bande, moucheture) constitue un caractère d'identification. La répartition des soies et des écailles sur le thorax revêt une grande importance dans la détermination des différents genres et espèces de Culicidae. Citons : les soies acrosticales (sur le « dos » du thorax), les soies pré ou postspiraculaires (avant ou après le spiracle), les soies mésépimérales inférieures et supérieures.

L'abdomen des moustiques est formé de dix segments dont les deux derniers sont télescopés à l'intérieur du 8^e segment : ils sont modifiés en organes reproducteurs. Les premiers segments forment des anneaux emboîtés les uns dans les autres et réunis par une membrane flexible. La partie dorsale (tergite) et la partie ventrale (sternite) de chaque anneau sont réunies latéralement par des membranes souples qui permettent à l'abdomen de se dilater fortement lors du repas de sang.

Cette capacité assure également la respiration du moustique par les mouvements de dilatation et de contraction de grande amplitude de l'abdomen, permettant la circulation de l'air au niveau de ses spiracles.

Chez les mâles, les 9^e et 10^e segments qui forment les génitalia ont une structure d'une assez grande variété. Leurs caractères morphologiques sont très utilisés pour la détermination de l'espèce, par exemple chez les *Culex*, les *Eretmapodites* et les *Aedes* du sous genre *Aedimorphus*.

1-2-2 Bio écologie des moustiques

1-2-2-1 Cycle de développement

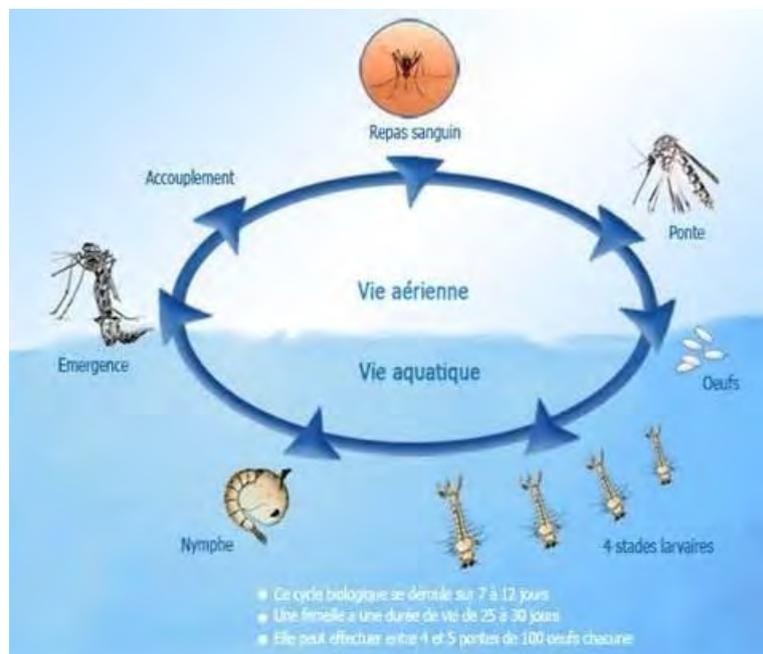


Figure N°2 : Le cycle de développement du moustique

Le cycle de développement des moustiques dure environ douze à vingt jours et comprend quatre stades: l'œuf, la larve, la nymphe (pupe) et l'adulte. Leur développement comme celui de tout insecte à métamorphose complète (holométabole) se déroule en deux phases à savoir:

- La phase aquatique regroupant: (l'œuf, les quatre stades larvaires et la nymphe) ;
- La phase aérienne (l'adulte ailé ou imago)

1-2-2-1-1 Phase aquatique

Quarante-huit heures après la prise du repas de sang, les femelles fécondées déposent leurs œufs, selon les espèces : à la surface d'eaux permanentes ou temporaires, stagnantes ou courantes, dans des réceptacles naturels ou artificiels ou sur des terres inondables (marécage, rizière...). Certaines espèces peuvent toutefois survivre à la sécheresse et les œufs peuvent être pondus sur des endroits secs, et les œufs peuvent être laissés ainsi pendant des mois, voire des années avant de connaître une remise en eau. Ces œufs sont pondus soit isolément (*Toxorhynchites*, *Aedes*, *Anopheles*), soit en amas (*Culex*, *Culiseta*, *Coquillettidia*, *Uranotaenia*) ou bien fixés à un support végétal immergé (*Mansonia*, *Coquillettidia*).

La fécondité totale d'une femelle varie selon les espèces de 500 à 2 000 œufs (20 à 200 par ponte selon la quantité de sang disponible), plusieurs pontes possibles, généralement une à quatre)⁵. Ces œufs se développent en un à deux jours (selon les conditions météorologiques)⁵ et éclosent, donnant naissance à des larves aquatiques de premier stade qui possèdent (à l'exception des *Anopheles*) au bout de l'abdomen un siphon respiratoire en contact avec l'air.

Les gîtes larvaires sont très diversifiés selon les genres et les espèces et comprennent tous les points d'eau possible exceptés mers et océans : les eaux courantes (bords de torrents de montagne, de rivières ou fleuves) ou stagnantes (étang, mare, rizière, marécage, bord de rivière, fossé, flaque), ensoleillées (chemin) ou ombragées (en forêt), de grande dimension (lac, fleuve) ou de petite taille (feuille morte), à forte teneur en sels minéraux (eau saumâtre : mangroves, salines) ou chargées de matières organiques (trou d'arbre), les gîtes naturels formés par les végétaux (phytotelmes) : aisselle de feuille, bambou fendu, trou d'arbre, urne de plante carnivore (*Népenthes*), champignon creux, feuille à terre, fruit creux), minéraux : flaques, ornières, carrière de briques, empreinte de pas de bétail, trou de crabe, coquille d'escargot, trou de rocher, ou artificiels : citerne, latrine, rejet d'égout, abreuvoir, gouttière, pneu, carcasse de voiture, bidon, bâche, boîte de conserve, pot de fleurs.

Chez certains genres (*Aedes*, *Haemagogus*, *Psorophora*), les œufs sont résistants à la dessiccation, dans l'attente de la remise en eau de leur gîte de ponte. Les larves s'alimentent et se maintiennent au repos sous la surface de l'eau, respirant par leurs spiracles qui affleurent à

la surface et se situent soit directement au niveau du 8^e segment abdominal pour les Anophèles (qui doivent donc pour respirer se maintenir parallèles à la surface de l'eau, aidé en cela par des soies spécifiques à cette sous-famille, les soies palmées), soit à l'extrémité du siphon respiratoire du 8^e segment pour les Culicinae (qui doivent donc maintenir leur corps oblique par rapport à la surface pour respirer).

Enfin, certains genres de Culicinae ont leurs larves immergées, respirant par l'intermédiaire de la tige d'un végétal dans lequel elles insèrent leur siphon (*Coquillettidia*, *Mansonia*, quelques espèces du genre *Mymomyia*). Les larves passent par quatre stades larvaires se traduisant par une augmentation de leur taille, et se métamorphosent en une nymphe. La nymphe est aquatique et respire l'air atmosphérique au moyen de ces deux trompettes respiratoires. L'extrémité abdominale de la nymphe est aplatie en palettes ou nageoires. La nymphe ne se nourrit pas. Il s'agit d'un stade de transition vers l'adulte durant lequel l'insecte subit de profonds remaniements physiologiques et morphologiques. De la nymphe émergera au bout de deux à cinq jours l'adulte volant.

1-2-2-1-2 Phase aérienne

La plupart des espèces ont une activité nocturne (*Culex*, *Anopheles*, *Mansonia*) ou bien essentiellement diurne (*Toxorhynchites*, *Tripteroides*) à crépusculaire (*Aedes*). En région afro tropicale, la majorité des moustiques se nourrissent la nuit ou au crépuscule, au moins en zone de savanes et à basse altitude ; en montagne, où il fait très froid la nuit, et en forêt dense, où règne en permanence une mi-obscurité, un certain nombre d'espèces ailleurs nocturnes ou crépusculaires attaquent couramment de jour. Chaque espèce de moustique semble posséder, dans des conditions climatologiques déterminées, un cycle d'activité qui lui est propre.

Chez le genre *Anopheles*, la durée du stade larvaire est d'environ sept jours (si les conditions extérieures sont favorables : qualité de l'eau, température et nourriture essentiellement). Les adultes vivent selon les conditions et les espèces de 15 à 40 jours, exceptés pour certaines espèces dont les femelles peuvent hiverner. 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). Dans les zones tempérées, à l'arrivée de l'hiver, certaines espèces peuvent hiverner au stade adulte, d'autres laissent leurs larves perpétuer seules l'espèce à l'arrivée du printemps¹⁰.

L'espérance de vie peut varier de deux à trois semaines pour certaines espèces, à plusieurs mois pour d'autres¹¹. D'autres. En état de diapause, l'espérance de vie de certains moustiques peut atteindre plusieurs mois (selon l'espèce). Pour les espèces hématophages, l'alimentation en sang est nécessaire à la ponte. La séquence (repas sanguin, maturation des œufs et ponte) est répétée plusieurs fois au cours de la vie du moustique, et s'appelle le cycle gonotrophique. La durée de ce cycle dépend de l'espèce, mais surtout de la température externe (par exemple, chez *A. gambiae*, le cycle dure 48 heures lorsque la moyenne de température jour/nuit est de 23°C).

La piqûre, le plus souvent nocturne (et plus particulièrement à l'aube ou au crépuscule), dure deux à trois secondes si le moustique n'est pas dérangé. La femelle adulte, pour sa reproduction, pique les animaux pour prélever leur sang, qui contient les protéines nécessaires à la maturation des œufs (notamment le vitellus destiné à nourrir le germe de l'œuf).

On la qualifie de femelle an autogène, en opposition aux femelles autogènes (qui peuvent se passer de sang pour la maturation de leurs œufs). Pendant la piqûre, la femelle injecte de la salive anticoagulante qui, chez l'homme, provoque une réaction plus ou moins importante selon les individus : c'est la formation d'un « bouton » qui démange. L'être humain n'est pas la principale victime des moustiques, loin de là : plus de la moitié des espèces se nourrissent exclusivement du sang des oiseaux, suivi de celui des rongeurs et des grands mammifères, des reptiles et batraciens.

1-2-3 Caractères morphologiques des adultes

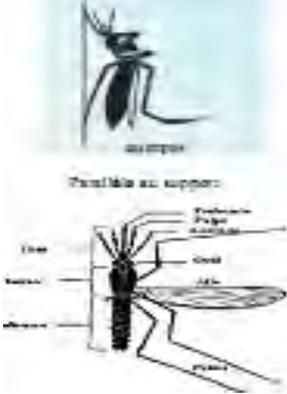
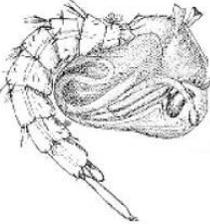
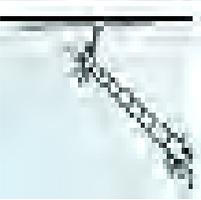
Genres	Caractéristiques des adultes	Caractéristiques des nymphes	Caractéristiques des larves		Caractéristiques des œufs
<i>Aedes</i>		 <p>Trompette respiratoire courte Présence de deux cornes respiratoires</p>		<p>Siphon allongé et fin, position de respiration oblique peigne avec plus d'une rangée d'écailles</p>	 <p>Pondus isolément, Absence de flotteurs</p>
<i>Culex</i>					<p>Palpes maxillaires courts Parallèle au support au repos</p>
<i>Mansonia</i>		 <p>Trompette respiratoire longue</p>		<p>abdomen avec des soies palmées Absence de siphon respiratoire, horizontale par rapport à la surface de l'eau</p>	 <p>Pondus isolément. Pourvus de flotteurs : 150 à 300 par ponte</p>
<i>Anophèles</i>	<p>Palpes maxillaires aussi longs que la trompe Oblique par rapport au support au repos</p>				

Figure N°3 : Données morphologiques et comportementales des stades de développement des genres et espèces de moustique

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

2.1. Présentation de la Zone d'étude

2.1.1. Présentation du Niger

Pays continental enclavé, avec une population de 17 129 076 habitants en 2013, situé à 1200 Km au Sud de la méditerranée et à 1900 Km à l'Est de la côte Atlantique, le Niger est situé entre les 11°37' et 23°23' de latitude Nord, entre les 0°10' et 16° de longitude Est et couvre une superficie de 1 267 000 Km². Il est limité au Nord par la Libye et l'Algérie, au Sud par le Nigeria et le Benin, à l'Est par le Tchad et à l'Ouest par le Mali et le Burkina Faso.

Le Produit intérieur brut est de 10,8% avec un taux d'accroissement de 3,3%. La population a une forte prédominance de jeunes de moins de 20 ans (61%). Presque entièrement située dans la zone sahélo-saharienne, le Niger a un climat à caractère tropical sec avec de très faibles précipitations annuelles. La saison des pluies ou hivernage dure de Mai à Septembre et la saison sèche s'étale sur le reste de l'année. Le fleuve Niger, troisième plus grand fleuve d'Afrique d'une longueur de 4 200 km, est la plus importante ressource en eau du Niger. Il prend sa source dans le Fouta-Djalon en Guinée et traverse successivement le Mali, le Niger, le Bénin et le Nigeria.



Figure N°4 : Carte du Niger (www.afriquinfos.com)

2.1.2.. Barrage de Kandadji

Localisé sur le fleuve Niger à 180 kilomètres au Nord-Ouest de Niamey, le site de Kandadji a été retenu en raison de la présence d'une colline rocheuse sur laquelle s'appuiera la digue en terre, longue de 8,5 km et d'une hauteur maximale de 28 m. Le coût total estimé du barrage est de 450 à 500 millions d'euros. La construction du barrage de Kandadji est une composante du Programme Kandadji de régénération des Écosystèmes et de mise en valeur de la vallée du Niger (P-KRESMIN). Ce barrage permettra non seulement de fournir de l'électricité, mais aussi de régulariser le débit du fleuve de façon à ce qu'il soit au minimum de 120 m³/sec. Pendant la saison sèche(12, 20).

Le projet de barrage de Kandadji est considéré comme un programme majeur pour le Niger. Le projet prévoit de coupler au barrage une centrale hydroélectrique de 130 MW avec une production annuelle de 620 MWh. En outre, l'ouvrage permettra de stocker 1,6 milliard de m³ d'eau et d'exploiter quelque 222000 ha pour une production vivrière de quelque 320000 tonnes. Le programme a été adopté par le gouvernement en août 2002. Le lancement officiel des travaux de construction du barrage de Kandadji a eu lieu le lundi, 23 mai 2011 et était

prévu de prendre en principe fin en 2014 pour un montant total de 440 milliards de franc CFA.



Figure N°5 : **barrage Kandadji en chantier** (www.africanaute.com)

2.1.3. Présentation des villages sites

Les villages retenus pour notre étude sont situés sur la rive gauche du fleuve Niger. Il s'agit de : Famalé, Gabou, Arssillamé, Sanguillé et Garey. Ils sont localisés dans les cantons de Déssa et d'Ayorou et totalisent une population d'environ 3413 habitants. Les caractéristiques biophysiques sont quasiment identiques. Le relief est essentiellement composé de dunes largement répandues dans toute la zone. Les dunes sont parsemées de glacis et de koris par endroit notamment à Arssillamé où le climat de la zone est de type sahélien caractérisé par trois saisons.

Les villages de Famalé et Gabou sont situés en amont de la digue, le village de Sanguillé dans la zone inondable, celui de Garey en aval de la digue et le village d'Arssillamé sur la terre ferme. Les villages sites sont tous situés dans un rayon de 6 à 20 km environ du barrage.

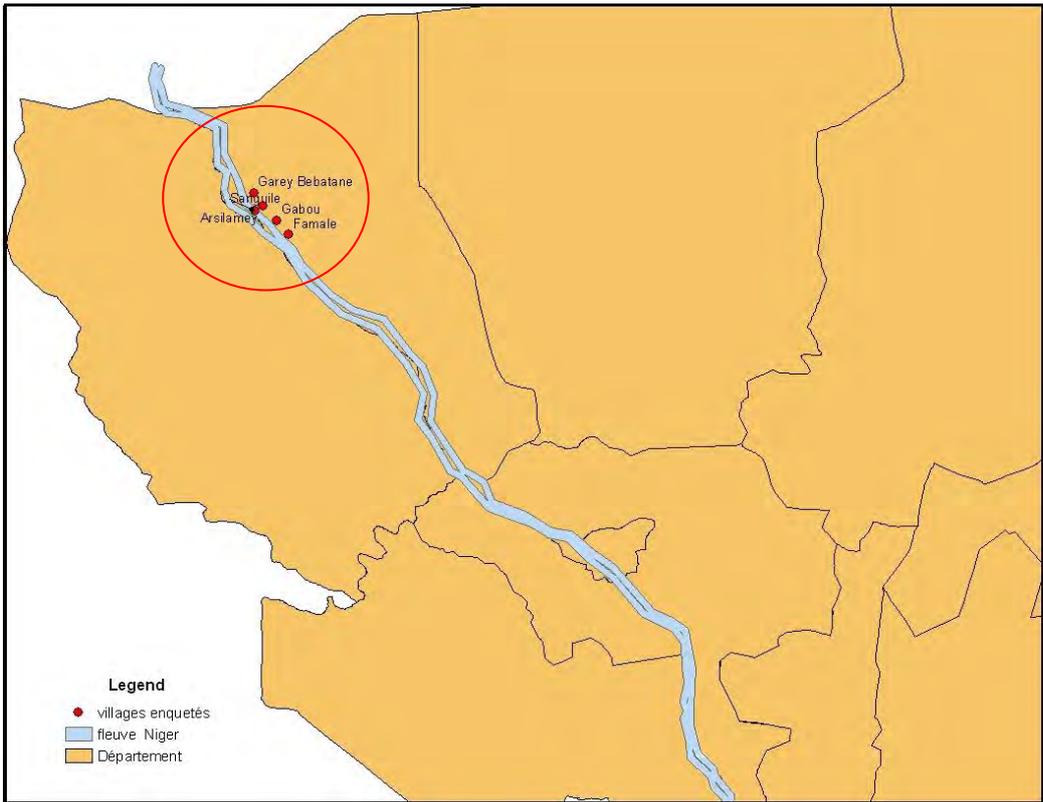


Figure N°6 : Carte indiquant les villages site. (Boubé 2014)

2.2. Matériels

L'équipe mobilisée pour la réalisation de notre étude était composée d'un technicien de laboratoire, l'étudiant, un manœuvre et un chauffeur. Nous avons utilisé un véhicule Toyota, pour le transport de l'équipe et du matériel technique pour la capture, la conservation, le transport et l'identification des échantillons (voir annexes).

2.3. Méthode d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage de notre étude se décrit de la façon suivante :

- Cadre d'échantillonnage : constitué de 5 villages sites ;
- Unité d'échantillonnage : constitué des pièces ;
- Individus : constitué de moustiques.

2.3.1. Choix des villages, des pièces et période de l'étude

Le but principal de notre étude étant de faire la situation entomologique sur le site du barrage de Kandadji, nous avons choisi des villages situés aux alentours dudit site, notamment dans les cantons de Dessa et celui d'Ayorou précisément les villages de Famalé, Gabou, Arssillamé, Sanguillé et Garey pour les raisons suivantes :

- Leur position géographique par rapport au site (amont, zone inondable et aval)
- Villages servant de site de réinstallation pour les populations déplacées,
- Le paysage assez identique au niveau des 5 villages.

Au niveau de chaque village, nous avons décidé pour des raisons de commodité en relation avec les ressources humaines disponibles, d'échantillonner 10 ménages tirés au hasard.

La collecte a été effectuée en deux passages et en quatre jours, soit deux jours par passage.

- Première passage : début de la saison des pluies (20 et 21 juillet 2013)
- Deuxième passage : fin de la saison des pluies (21 et 22 septembre 2013)

2.3.2. Méthode de capture

Nous avons utilisé la seule méthode de capture des moustiques au repos après pulvérisation d'insecticide à effet knock-down (Spray catch). Il s'agit d'une méthode qui permet de collecter les moustiques dit endophages, c'est-à-dire qui se reposent à l'intérieur des pièces. Elle se pratique tôt le matin en étalant des draps sur toute la superficie d'une pièce et à l'aide des aérosols commerciaux (Mobil[®]) contenant des pyréthrinoïdes. On pulvérise abondamment puis on ferme. Le temps de pulvérisation est de 5 min et la collecte des moustiques morts ou Knock-down s'effectue 15 min après dans des tubes à l'aide de pinces. La réalisation de cette méthode nécessite en plus de l'équipement technique une équipe d'au moins deux personnes.

2.3.3. Traitement et identification des moustiques

Après chaque séance de capture, les moustiques sont conservés dans des glacières avant d'être acheminés au laboratoire afin de procéder à leur identification sous la loupe en se basant sur les caractères morphologiques utilisés pour l'identification des moustiques. La clé fonctionne sur le principe d'un certain nombre de questions et de réponses; la réponse à chaque question permet de passer à la suivante et atteint éventuellement un stade où une réponse unique est la seule possible (= l'identification spécifique du moustique examiné).

Les différents critères permettant la différenciation des anophèles et culex sont:

- Palpes maxillaires courtes et non tachetées chez les femelles culex,
- Palpes maxillaires tachetées chez les femelles anophèles,

Le mâle avec des antennes composées de 15 articles apparents et plumeuses se distingue de la femelle qui a des antennes composées de 14 articles et des soies verticillées.

2.3.4. Analyse des données

Sur le terrain, les données ont été recueillies sur des fiches. Après identification au laboratoire, les résultats ont été saisis sur ordinateur après la création d'un masque de saisie sur Excel. Les résultats ont été ensuite analysés en utilisant le logiciel Epi Info. Ce qui nous a permis d'élaborer nos tableaux et graphiques.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Présentation des Résultats

3.1.1. Nombre de pièces visitées par village et par passage

Notre étude s'est déroulée dans 5 villages sur le site du futur barrage de Kandadji à savoir : Arssillamé, Famalé, Gabou, Garey et Sanguillé. La collecte s'est déroulée en deux passages et a concerné 75 pièces : 45 pièces pour le premier passage et 30 pièces pour le second passage.

Un échantillon de 10 pièces par village était prévu. Mais suite à une forte pluie l'équipe n'avait pas pu accéder au village de Arssillamé ce qui explique que seulement 5 pièces étaient visités au niveau de ce village au premier passage.

Quant au deuxième passage (fin saison pluvieuse) nous avons réduit à 6 pièces par village le nombre de foyers à échantillonner. La diminution de nombre de pièces entre les deux passages est d'ordre pratique. En effet pendant le deuxième passage les moustiques étaient abondants rendant impossible la collecte au niveau de 10 pièces par village comme initialement prévu.

Tableau N°1 : Nombre de pièces visitées par village et par passage

Villages	Passage		TOTAL
	1 ^{er}	2 ^e	
	Nombre de pièces	Nombre de pièces	
Arssillamé	5	6	11
Famalé	10	6	16
Gabou	10	6	16
Garey	10	6	16
Sanguillé	10	6	16
Total	45	30	75

3.1.2. Nombre Total de moustiques collectés par sexe selon les saisons

13934 moustiques ont été collectés sur les deux saisons. La lecture du tableau n°2 montre une majorité nette des femelles quelle qu'en soit la saison avec respectivement : 84,5%(11417/13519) à la fin de la saison des pluies et 67,2% (279/415) en début de la saison des pluies/fin de saison sèche. Les principaux diptères rencontrés au niveau des sites appartiennent aux genres: *Anopheles*, *Culex*, *Mansonia*, *Aedes* et *Phlebotomes*.

On observe une augmentation importante du nombre de diptères collectés en fin de saison des pluies (415 contre 13 519).

Des phlébotomes n'ont été récoltés qu'en fin de saison sèche/début de saison des pluies.

Tableau N°2 : Nombre de diptères collectés par sexe pendant les deux saisons climatiques

Sexe	Diptères	Saison			
		Début des pluies		Fin des pluies	
		Total	Pourcentage	Total	Pourcentage
Femelles	Anophèles sp	202	72,4	11108	97,3
	Culex sp	22	7,9	309	2,7
	Mansonia sp	2	0,7	0	0
	Phlébotomes sp	53	19	0	0
	Total	279	100	11417	100
Mâles	Anophèles sp	74	54,4	2094	99,6
	Culex sp	9	6,6	6	0,3
	Aedes sp	0	0	2	0,1
	Phlébotomes sp	53	390		0
	Total	136	100	2102	100

3.1.3. Densité des moustiques selon les villages

Globalement la densité des moustiques varie d'un village à un autre. Quelle que soit la saison, les fortes densités sont observées au niveau des villages de Famalé, Sanguille, et Gabou alors qu'elles sont basses au niveau des deux autres villages Arssillamé et Garey.

Tableau N°3 : Nombre total et pourcentage des moustiques collectés selon les localités et les saisons

Localité	Saisons				Total	
	Début des pluies		Fin des pluies		Nombre	Pourcentage
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage		
Arssillamé	47	11%	1.344	10%	1.391	10%
Famale	169	41%	3.836	28%	4.005	29%
Gabou	37	9%	2.904	21%	2.941	21%
Garey	59	14%	2.023	15%	2.082	15%
Sanguillé	103	25%	3.412	25%	3.515	25%
Total	415	100%	13.519	100%	13.934	100%

3.1.4. Nombre moyen de moustiques par pièces et par villages selon les saisons

La figure N°7 indique le nombre moyen de moustiques par pièces. Le maximum de moustiques par pièces a été collecté au niveau du village de Famalé pendant les deux saisons. Les faibles valeurs sont observées au niveau d'Arssillamé. Cette figure indique également un grand écart des densités de moustique par pièces entre les deux saisons.

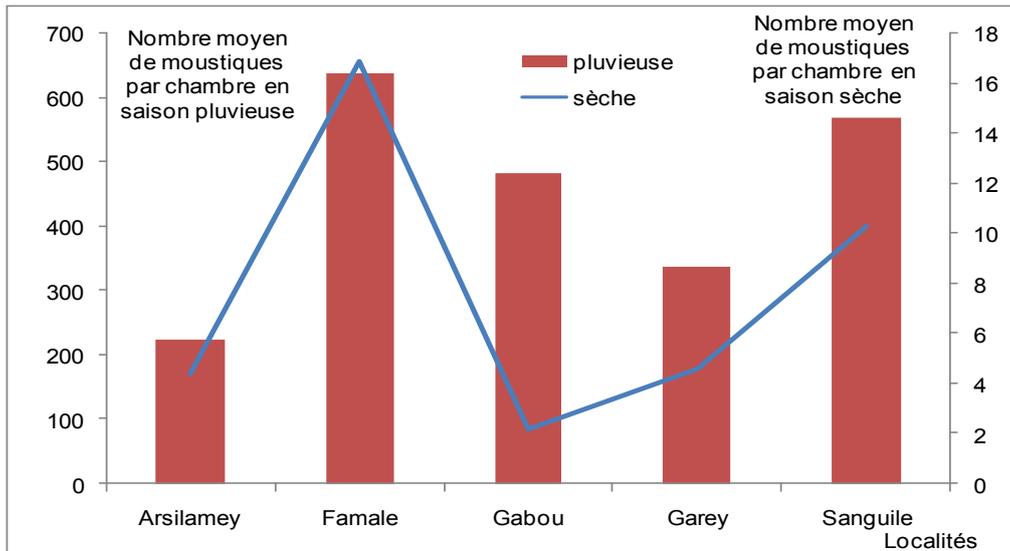


Figure N°7 : Nombre moyen de moustiques par pièces et par villages selon les saisons

3.1.5 : Répartition des espèces d'anopheles selon le sexe par saison

En ce qui concerne plus spécifiquement les anopheles un total de 13478 spécimens a été collecté au cours des deux passages répartie entre trois (3) espèces d'anophèles il s'agit de : *An.gambiae sl*, *An. rufipes* et *An. nili* (tableau 4).

An. gambiae s.l. est prédominant quelle que soit la saison et le sexe. *An.gambiae sl* femelle représente 97,5% et 95,4% des anophèles collectés respectivement en début de saison des pluies et en fin de saison pluies.

Tableau N°4 : Nombre total et pourcentage des espèces d'anophèles selon le sexe par saison

Sexe	Diptères	saison			
		Début des pluies		Fin des pluies	
		Total	Pourcentage	Total	Pourcentage
Femelles	<i>An gambiae sl</i>	197	97,5	10601	95,4
	<i>An rufipes</i>	1	0,5	507	4,6
	<i>An nili</i>	4	2	0	0
	Total	204	100	11108	100
Mâles	<i>An gambiae sl</i>	72	97,3	2085	99,6
	<i>An rufipes</i>	0	0	9	0,4
	<i>An nili</i>	2	27	0	0
	Total	74	100	2094	100

3.1.6. Distribution *d'An.gambiae s.l* femelle par village

Au cours de notre étude 10798 femelles d'*An.gambiae s.l* ont été collectés avec un nombre plus élevé à Sanguillé (69et 2828) et Famalè (98et2693) cette tendance est basse au niveau d'Arssillamè (1et 995) et Garey (16et 1637).

Tableau N°5 : Nombre total d'*An.gambiae s.l* femelles collectées par village au cours deux saisons.

Villages	Début des pluies	Fin des pluies	Total
Arssillamé	1	995	996
Famalé	98	2693	2791
Gabou	13	2448	2461
Garey	16	1637	1653
Sanguillé	69	2828	2897
Total	197	10601	10798

3.1.7. Densité moyenne générale et valeur minimale et maximale *d'An.gambiae s.l* par pièce en fin de saison des pluies

Selon le tableau 6, la densité moyenne générale *d'An.gambiae* par pièce en fin de saison des pluies 2013 est de 353. Les villages de Gabou et Famalè ont les valeurs maximales très élevées avec respectivement 1433 et 1018. C'est aussi au niveau de ces deux villages que nous avons les densités minimales les plus basses avec respectivement 27 et 32 moustiques par pièces. Ce qui montre la diversité de la densité par pièce dans un même village.

Tableau N°6_: Densité moyenne et valeur minimale et maximale d'*An. gambiae sl*, par pièce en fin de saison des pluies 2013

Villages	Valeurs		
	Moyenne	Minimale	Manimale
Arssillamé	166	68	348
Famalé	449	32	1018
Gabou	408	27	1433
Garey	273	41	754
Sanguillé	471	113	930
Moyenne générale	353		

3.2. DISCUSSIONS

Situation entomologique

Au cours de notre étude, 13934 moustiques ont été collectés et identifiés au niveau de 75 pièces des 5 villages prospectés. Nous n'avons pas pu respecter le nombre de dix(10) pièces à échantillonner au passage effectué en fin de saison des pluies compte tenu de la charge de travail et des ressources disponibles pour l'étude. Les principaux diptères rencontrés au niveau des villages sont des *anopheles*, *Culex*, *Mansonia*, *Aedes* et phlébotomes.

Les anophèles constituent la majorité (plus de 95%) des diptères rencontrés quelle que ce soit la saison. Les anophèles femelles sont prédominant et représentent 72,4% des diptères collectés en début de saison des pluies et 97,3 % en fin de saison des pluies.

Trois espèces d'anophèles ont été collectés il s'agit de : *An. gambiae sl*, *An. rufipes* et *An. nili*. *An. gambiae s.l.* est prédominant quelle qu'en soit la saison avec 97,5 % en début de saison des pluies et 95,4% en fin de saison des pluies. Ceci corrobore avec les résultats de l'étude paludologique faite en 1983 par Baudon *et al.*(2) et la revue sur les *anopheles* du Niger faite par Julvez *et al.*(16). Cela démontre également le rôle d'*An. gambiae sl* en tant vecteur majeur du paludisme au Niger (19, 21).

Notre étude a également confirmé la présence d'*Aedes* dans la zone du barrage, mais dans une proportion très faible.

Nous avons également collecté des phlébotomes dans une proportion de 19 % en début de saison des pluies à Arssillamé

Globalement la densité des moustiques varie d'un village à un autre, mieux entre deux pièces du même village et ce quelle que soit la saison. Les fortes densités sont observées au niveau des villages de Famalé, Sanguille et Gabou avec respectivement 29%,25% et 21%.

Les densités au niveau des deux autres villages (Arssillamé et Garey) sont respectivement de 10% et 15%. Cet état de fait s'explique en partie par la proximité du fleuve de Famalé, Sanguillé et Gabou, contrairement à Arssillamé et Garey qui sont plus distants.

Nous pouvons donc considérer, à l'issue de cette étude, deux types de village en fonction de la densité des moustiques :

- des villages à densité élevée (Famalé, Sanguillé et Gabou)
- des villages à densité moins élevée (Arssillamé et Garey).

Cette tendance se maintient aussi par rapport à la moyenne de moustiques par chambre. En effet en début comme en fin de saison des pluies cette moyenne est élevée au niveau des villages dits à densité élevée et au niveau de ceux dits à densité moins élevée.

La densité monte en effet jusqu'à 1433 *An. gambiae* sl, en fin de saison des pluies à Gabou, ce qui explique l'augmentation du risque palustre pendant cette saison.

Evaluation du risque par rapport à la construction du barrage

La présence de ces différents vecteurs et vecteurs potentiels que nous avons mis en évidence dans la zone du barrage fait craindre une recrudescence du paludisme, des filarioses, des leishmanioses essentiellement comme cela a été démontré ailleurs (**17, 18, 23, 24, 29**). Il est aisé de prévoir une augmentation du nombre de moustiques dans la zone du barrage du fait du nouvel écosystème créé par la permanence de l'eau et la multiplication des gîtes larvaires. En plus du risque de maladies, une augmentation de la nuisance due aux moustiques serait donc également à craindre (**25, 35, 36**).

La présence remarquée de phlébotomes au cours de notre étude au niveau du village d'Arssillamé mérite une attention particulière de la part des autorités sanitaires car l'importance médicale des phlébotomes provient du rôle vecteur que jouent certaines espèces dans la transmission des leishmanioses à travers le monde (**7**). La piqûre de phlébotome peut parfois déterminer des éruptions prurigineuses assez violentes chez certains individus.

Anopheles gambiae sl est largement présent faisant augmenter le risque de paludisme dans la zone (**17, 29**).

Avec les phénomènes migratoires que la construction du barrage et les nouvelles aires irriguées vont entraîner, la présence d'*Aedes* fait de la transmission de la fièvre jaune et d'autres arboviroses un risque à prendre également en compte (**13**). La vaccination de la population contre la fièvre jaune et la surveillance vectorielle pour une intervention préventive sont des mesures à considérer afin de minimiser les risques.

CONCLUSION ET RECOMMANDATION

L'atteinte de l'autosuffisance alimentaire consécutive à un accroissement exponentiel de la population mondiale et les besoins accrus en énergie hydro électrique sont entre autres raisons pour lesquelles les états du monde développés, émergents comme en voie de développement ont recours à la construction de barrages sur les cours d'eau. Ces grands travaux malgré leurs avantages sociaux sont aussi source de beaucoup de conséquences néfastes notamment sanitaires sur les populations vivant à proximité et aux alentours des barrages.

Les principales conséquences sont celles liées à la prolifération des moustiques causes de nuisance et vecteurs de multiples maladies, même si ces conséquences peuvent être relativement moins importantes dans certaines situations. Cependant, force est de constater que rares sont les barrages dont les travaux ont été précédés par une étude entomologique permettant de faire la situation des vecteurs avant leur mise en service. Cette étude sur le site du barrage de Kandadji en République du Niger permettant de disposer de données de référence est effectuée dans le cadre de notre mémoire de fin de cycle de Master en Biologie Animale, Spécialité Entomologie à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal).

Notre étude a mis en évidence des anophèles (*An.gambiae* sl, *An.rufipes*, *An.nili*), *Culex*, *Mansonia*, Aèdes, et phlébotomes. .

Cette situation mérite une attention particulière des autorités sanitaires, politiques et de la communauté dans son ensemble afin de mettre en place des mesures permettant d'éviter, de minimiser ou de compenser les impacts négatifs prévisibles de ce barrage sur des maladies à transmission vectorielle.

Au terme de cette étude « Barrage de Kandadji : situation entomologique avant la mise en eau », nous formulons les recommandations suivantes :

A l'endroit de l'Etat Nigérien :

- Mettre en place tous les mécanismes et stratégies visant le contrôle des populations de vecteurs identifiées lors de notre étude et des maladies qu'elles véhiculent sur le site du Barrage de Kandadji. Ces stratégies pourraient comprendre une distribution à large échelle de moustiquaires imprégnées d'insecticide, l'éducation sanitaire, une chimio prévention par la distribution de masse de médicaments contre la filariose lymphatique et une meilleure gestion de l'environnement.
- Mettre en place un système de surveillance entomologique régulière des vecteurs par la répétition de ce genre d'enquête.
- Permettre au récipiendaire de poursuivre cette étude à une échelle plus grande en prenant en compte plusieurs paramètres aboutissant à la soutenance d'une thèse d'Etat.

Références Bibliographiques

1. ATANGANA S, CHARLOIS M, FOUMBI J, RIPERT C, SAMÉ-EKOBO A(1980) Incidence des Barrages sur la santé publique au Cameroun. *AfrMed* 19 : 141-149
2. BAUDON D; CARNEVALE P, ROBERT V (1983) Enquête Paludologique sur le site du futur Barrage de Kandadji (République du Niger). Doc. ORSTOM N°1 /83. Rapport ORSTOM du 6 Avril 1983, 29 pp.
3. BOS R(1990) Water resources development policies, environmental management and human health. *Parasitological Today*, 6: 173-174
4. CARNEVALE P & ROBERT V (2009) Les anophèles: biologie, transmission du plasmodium et lutte anti vectorielle. *IRD Editions*, 391pp.
5. Commission Mondiale sur les Barrages (WCD) (2000) Dams and Development: A New Framework for Decision-Making. *Earth Scan*. 404 pp.
6. DIAKITE NR, ADJA·AM, VON STAMM T, UTZINGER J & N'GORAN EK (2010) Situation épidémiologique avant la mise en eau du barrage hydroagricole de cinq villages de Bouaké, centre Côte-d'Ivoire. *Bull. Soc. Pathol. Exot* 103:22-28
7. FAYE O (2013) Les Moustiques : Morphologie, Biologie et Rôle vecteur. Laboratoire Ecologie Vectorielle et Parasitaire Faculté des Sciences et Techniques, Université CAD, Dakar
8. GARBA A, CAMPAGNE G, PODA J-N, PARENT G, KAMBIRE R & CHIPPAUX J-P (1999) Les schistosomoses dans la région de Ziga (Burkina Faso) avant la construction du barrage. *Bull. Soc. Path. Exot* 92 : 195-197
9. GARBA A, KINDE-GAZARD D, MAKOUTODE M, BOYER N, ERNOULD JC, CHIPPAUX J-P, MASSOUGBODJI A (2000) Evaluation préliminaire de la morbidité liée à *S. haematobium* et à *S. mansoni* dans la zone du futur barrage d'Adjarala au Bénin. *Cahiers Santé*, 10 :323-328
10. GIODA A (1992) Les mêmes causes ne produisent pas les mêmes effets. Travaux : Hydrauliques, santé et développement. *Synthèse Sécheresse*, 3 : 227-234
11. HARBACH RE (2007) The *Culicidae* (Diptera), a review of taxonomy, classification and phylogeny, *Zootaxa* 1668: 591–638

12. HAUT-COMMISSARIAT A L'AMENAGEMENT DE LA VALLEE DU NIGER, République du Niger (2006) Étude d'impact environnemental et social détaillée, Rapport, 400 p
13. HUANG Y (2004) The subgenus *Stegomyia* of *Aedes* in the Afro-tropical Region with keys to the species (*Diptera: Culicidae*), *Zootaxa* 700: 1–120
14. HUANGY & WARDR A (1981) a pictorial Key for the Identification of the mosquitoes associated with yellow Fever in Africa, *Mosquito Systematics*, 13(2)
15. HUNTER JM, REY L, CHU KY, ADEKOLU-JOHN LO, MON KL (1993) *Maladies Parasitaires dans le développement des ressources en eau. La nécessité de la négociation intersectorielle.* Genève OMS, 152 p
16. JULVEZ J, MOUCHET J, SUZZONI J, LARROUY G, FOUTA A & FONTENILLE D (1998) Les anophèles du Niger. 110 rue de la Folie Méricourt, 75011 Paris, France. Manuscrit n°1895. "Entomologie médicale". Accepté le 14 mai 1998. *Bull. Soc. Path. Exot*
17. KEISER J, CALDAS DE CASTRO M, MALTESE MF, BOS R, TANNER M, SINGER BH & UTZINGER J (2005) Effect of irrigation and large dams on the burden of malaria on a global and regional scale *Am J Trop Med Hyg* 72 : 392–406
18. KIBRET S, LAUTZE J, BOELEEE E & MCCARTNEY M (2012) How does an Ethiopian dam increase malaria? Entomological determinants around the Koka reservoir. *Trop Med Int. Health* 17 :1320–1328
19. LABBO R, CZEHER C, DJIBRILA A, ARZIKA I, JEANNE I, DUCHEMIN JB (2012) Longitudinal follow-up of malaria transmission dynamics in two villages in a Sahelian area of Niger during a nationwide insecticide-treated bednet distribution programme. *Med Vet Entomol* 26: 386-95. doi: 10.1111/j.1365-2915.2012.01011.x.
20. MHE/LCD Niger, Bureau d'évaluation environnementale et des études d'impact, (2005) : Recueil des textes législatifs et réglementaires sur l'évaluation environnementale et les études d'impact
21. OUSMANE FATOUMA AMADOU (2011) Anophelisme au niveau des caniveaux ouverts de la Communauté Urbaine de Niamey et la résistance aux insecticides. Mémoire du Diplôme de Master II en Biologie Animale Spécialité : Entomologie, présenté et soutenu en Décembre 2011-12-05
22. PARENT G, OUEDRAOGO A, ZAGRE MN, COMPAORE I, KAMBIRE R, PODA JN (1997) Grands barrages, santé et nutrition en Afrique: au-delà de la polémique. *Cahiers sante* 7 : 417-22

23. PHILIPPON B & MOUCHET J (1976) Répercussion des aménagements hydrauliques à usage agricole sur l'épidémiologie des maladies à vecteurs en Afrique intertropicale. Paris, Cahiers du CENECA, coll. Interne., doc. 3.12.13, 14 p
24. RIPERT C, SAMÉ-EKOBO A, PALMER D, ENYONG P (1979) Évaluation des répercussions sur les endémies parasitaires (Malaria, schistosomiase, onchocercose, dracunculose) de la construction de 57 barrages dans les Monts Mandara (Nord-Cameroun). *Bull. Soc Path Exot.*,72: 324-339
25. RIPERT C, SAMÉ-EKOBO A, TRIBOULEY J, BECKER M, SOLLE J, KOUINCHE A, HAUMONT M, RACCURT C (1991) Étude épidémiologique du paludisme dans la Région du futur lac de retenue de Bini (Adamaoua), Cameroun. *Bull. Liais. Doc. OCEAC*, 97 : 40-44
26. RODHAIN F & PEREZ C (1985) Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. S.A. Maloine, éditeur, Paris
27. ROTH M (1980) Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes, ORSTOM, Paris, 259p
28. SAME-EKOBO A, KOAGNE E, KUETE T (2001) Grands travaux et maladies à vecteurs au Cameroun. IRD édition, 221pp
29. SANCHEZ-RIBAS J; PARRA-HENAO G & GUIMARÃES AE (2012) Impact of dams and irrigation schemes in Anopheline (Diptera:Culicidae) bionomics and malaria epidemiology. *Rev.Inst. Med. Trop. Sao Paulo*, 54: 179-91
30. SAWABE K, ISAWA. HOSHINO K, SASAKI T, ROYHOUDHURY S, HIGA Y, KASAI S, TSUDA Y, NISHIUMI I, HISAI N, HAMA O S, KOBAYASHI M (2010) Host-feeding habits of *Culex pipiens* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) collected at the urban and suburban residential areas of Japan. *J Med Entomol* 47 : 442-50.
31. STOLL NR, DOLLFUS RP, FOREST J, RILEY ND, SABROSKY CW, WRIGHT CW, & MELVILLE RV (1961) Code international de nomenclature zoologique. International Trust for Zoological Nomenclature, London, 176 pp.
32. STONE A, KNIGHT KL & STARCKE H (1959) A synoptic catalogue of the mosquitoes of the world, The Thomas Say Foundation Ent. Soc. Ameri., 6, pp 358
33. STROBEL M (2007) Moustiques vecteurs, Travail de l'Institut de la Francophonie pour la Médecine tropicale IFMT-MS-Paludisme-Entomol.

34. TIFFEN M (1993) Les lignes directrices pour l'incorporation de mesures de protection de la santé dans les projets d'irrigation par la coopération intersectorielle. Genève, OMS, 91.2
35. WIJEYARATNE PM (1987) « Method of forecasting the vector-borne disease Implication in the development of different types of water resources projects: Vector aspects » In: Selected working papers for third, fourth, fifth and sixth PEEM Meeting. Genève WHO secretariat du TEAE.
36. YEWHALAW D, LEGESSE W, VAN BORTEL W, GEBRE-SELASSIE S, KLOOS H, DUCHATEAU L & SPEYBROECK N (2009) Malaria and water resource development: the case of Gilgel-Gibe hydroelectric dam in Ethiopia. *Malaria Journal* 2009, 8:21 doi:10.1186/1475-2875-8-21

SITES WEB

- [Les moustiques \[archive\]](#) émission [La Tête au carré](#) du 9 septembre 20.
- *Moustique, ennemi public*, revue [La Salamandre](#), n°199, août 2010, p.25.
- <http://www.eid-med.org/fr/Moustique/moustiqBiologieCentre.htm#Dur%C3%A9e%20de%20vie%20des%20adultes%C2%A0> [archive].
- [Pourquoi ce ne sont que les moustiques femelles qui piquent et que mangent les mâles ? \[archive\]](#) émission *Les P'tits Bateaux* de [France Inter](#), 26 septembre 2010. Consulté le 23/01/2014

Titre : Barrage de Kandadji : Situation entomologique avant la mise en service du Barrage

Membres du Jury

Président : Pr Ousmane Faye (Professeur, UCAD)

Membres : Dr Malick Diouf (Maitre de conférences, UCAD)

Dr Lansana Konaté (Maitre de conférences, UCAD)

Dr Ibrahima DIA (Chargé de recherche, Institut Pasteur Dakar)

RESUME

Une étude pour faire la situation entomologique sur le site du Barrage de Kandadji Niger, a été menée de juillet à septembre 2013 dans 5 villages : Famallé, Gabou, Arssillamé, Sanguillé et Garey. Après pulvérisation de pyrèthre dans 75 pièces.

Au total 13 934 moustiques ont été collectés et identifiés. La densité des moustiques selon les villages et les saisons est plus élevée au niveau des villages de Famalé et Sanguillé avec respectivement 29 % et 25 % contrairement aux villages d'Arssillamé et Garey 10 % et 15 %. Les principaux diptères capturés au niveau de ces localités sont : *Anopheles .sp*, *Culex.sp*, *Mansonia.sp*, *Phlébotomes et Aèdes. sp*. Au cours de cette étude 13478 *anopheles .sp* dont 11310 femelles ont été capturées, respectivement : 72,4 % en début de saison des pluies et 97,3 % en fin de saison des pluies. Les *anopheles .sp* sont répartis entre trois espèces : *An.gambiae .sl* (97,5 % et 95,4 %), *An.rufipes* (0,5 % et 4,6 %), *An.nili* (2,0 %). Les *Phlébotomes* ont été collectés essentiellement dans le village d'Arssillamé avec 39 % en début de saison des pluies.

Mots-clés : Barrage- Kandadji- Niger- Entomologique

SUMMARY

A study for the entomological situation on site Dam Kandadji Niger was conducted from July to September 2013 in 5 villages: Famallé, Gabou , Arssillamé , Sanguille and Garey . After spraying of pyrethrum in 75 pieces.

In total 13934 mosquitoes were collected and identified. Mosquito density as villages and seasons is higher in villages and female Sanguille with 29 % and 25% contrast to Arssillamé villages and Garey 10% and 15 % respectively. The main Diptera captured in these localities are: Anopheles sp Culex.sp , Mansonia.sp , Phlebotomus and Chanters .sp. During this study Anopheles sp 11310 which females were captured, respectively 72.4 % at the beginning of the rainy season and 97.3 % at the end of the rainy season. The Anopheles sp is distributed among three species. An.gambiae sl (97.5% and 95.4 %), An.rufipes (0.5 % and 4.6 %) , An.nili (2.0%) . The Phlebotomus collections were mainly in the village of Arssillamé with 39 % at the beginning of the rainy season.

Keywords: dam Kandadji - Niger – Entomological

Annexes

RISEAL - Niger

ENQUETE ENTOMOLOGIQUE		Enquêteurs						
DATE =								
localité =				CHAMBRE				
				1	2	3	4	5
Type d'habitation	dur							
	semi dur							
	banco							
	paillote							
	Nbre de chambres							
	Nbre lits							
Caractéristique maison	nbre de portes	avec protection						
		sans protection						
	nbre de fenêtres	avec protection						
		sans protection						
Moustiquaires	Nombre de MII	utilisée						
		non utilisée						
	Nombre de M NII	utilisée						
		non utilisée						
Coordonnées	altitude							
	Longitude							
	Latitude							
Nbre de personnes ayant dormi dans la case								
Présence des animaux dans la cour	gros ruminants							
	petits ruminants							
	vollaille							

RISEAL - Niger

ENQUETE ENTOMOLOGIQUE		Enquêteurs													
DATE =															
LOCALITE															
ESPECES	Maison 1			Maison 2			Maison 3			Maison 4			Maison 5		
	fem.	mâle	total	fem.	mâle	total	fem.	mâle	total	fem.	mâle	total	fem.	mâle	total
An. gambiae/arabiensis															
An. funestus															
An. rufipes															
An. pharoensis.															
An. nili															
An. herveyi															
An.ziemanni															
Cx. sp.															
Ae. aegypti.															
Ae. vittatus															
Ae. Luteocephalus															
Ma. uniformis															
PHLEBOTOME															

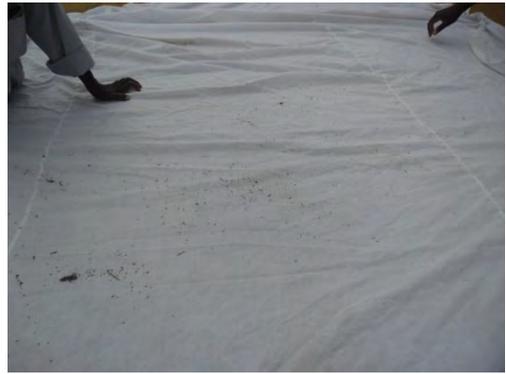
Liste des matériels

glacière (grosse) + accumulateurs (ou glace)
pinces fines
flacon 5 ml
flacon 10 ml
Loupes
Veilleuse
boite de pétri
Draps
Pyréthre
GPS + piles
alcool à 95
Fiches d'identification
Crayons à papier
Bavettes.

Méthode de collecte et d'identification des moustiques



Préparation d'une case pour la capture des moustiques à Arssillamé



Séance de collecte des moustiques après pulvérisation d'insecticide



Séance d'identification des moustiques au Laboratoire