

# Variations Saisonnières Des Stades Preimaginaux Culicidien Dans Deux Zones Marécageuses De La Ville De Yaoundé (Cameroun) : Relation Avec Quelques Facteurs Abiotiques

Biyong Crescence Christelle <sup>1</sup>, Gisèle Aurelie FOKO DADJI <sup>2</sup>, Gideon Aghaindum AJEAGAH <sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, BP : 812 Yaoundé, Cameroun.

<sup>2</sup>Laboratoire de Zoologie, Département des Sciences Biologiques, Ecole Normale Supérieure, Cameroun.

\* Correspondance, courriel : tatyanyong@gmail.com.



**Résumé** – Par leur large distribution et leur abondance, Les Culicidae ou moustiques sont impliqués dans la transmission de nombreuses maladies pathogènes humaines et animales. La lutte contre ces insectes nécessite la connaissance de leurs écologies. C'est dans ce contexte qu'une étude sur la variation saisonnière des stades preimaginaux a été conduite dans deux marécages de la ville de Yaoundé plus précisément dans les quartiers Tongolo et Nkolbisson. Ainsi, une étude a été menée de novembre 2022 à décembre 2023 en Grande Saison Sèche et en Petite Saison de pluie. Pour ce faire, la température, le pH, la couleur, la teneur en oxygène dissout, les matières en suspension (MES) et la densité des stades preimaginaux culicidien ont été estimés. L'étude a mis en évidence des affinités entre les différents stades preimaginaux et les conditions physico-chimiques du milieu. Un total de 1570 larves et 750 nymphes de moustique a été récolté avec les genres *Culex* (73%) et *Aedes* (23%) représentés et quatre espèces observées (*Culex pipiens* 14,75%, *Culex quinquefasciatus* 27,86%, *Aedes metallicus* 24,60% et *Aedes albopictus* 32,79%). L'abondance des stades preimaginaux a été plus élevée en grande Saison Sèche (présence de tous les stades preimaginaux) qu'en Petite Saison de pluie, cette différence serait liée à certains facteurs biotiques et abiotiques du milieu.

**Mots clés** – Culicidae, stades preimaginaux, Tongolo, Nkolbisson.

**Abstract** – because of their wide distribution and abundance, culicidae or ticks are implicated in the transmission of many human and animal pathogenic diseases. In order to combat these insects, we need to know where they develop. In this context, a study on the seasonal variation of preimaginal stages was carried out in two marshes in the city of Yaounde, more specifically in Tongolo and Nkolbisson districts. surveys of these different sites were carried out during the long dry season and the short rainy season. To do this, the temperature, pH, color, dissolved oxygen content, TSS and density of culicidal preimaginal stages were estimated. the study revealed affinities between the different preimaginal stages and the physico-chemical conditions of the milieu. a total of 1570 mosquito larvae and 750 nymphs were collected, with the genera *Culex* (73%) and *Aedes* (23%) represented of four species observed (*Culex pipiens* 14,75%, *Culex quinquefasciatus* 27,86%, *Aedes metallicus* 24,60% and *Aedes albopictus* 32,79%) the abundance of preimaginal stages was greater in the long Dry season (all preimaginal stages present) than in the short Rainy season.

**Keywords** – Culicidae, Preimaginal Stages, Tongolo, Nkolbisson.

## I. INTRODUCTION

Encore appelés moustiques, Les Culicidae sont des insectes ptérygotes, holométaboles appartenant à l'ordre des Diptères, au sous-ordre des Nématocères. les trois genres constituant cette famille à savoir le genre *Aedes*, *Culex*, et *Anophèles*, sont des vecteurs de plusieurs maladies humaines et animales telles que les arboviroses, les filarioses, le paludisme qui demeure l'une des plus dangereuses (Souleymane *et al.*, 2020) et est la première cause de morbidité et de mortalité dans les pays intertropicaux, les

espèces appartenant à ces 3 genres sont en majorité rencontrées en zones tropicales et possèdent un cycle de vie complexe comprenant une phase larvaire qui est aquatique et une phase adulte qui est terrestre, L'essentiel de leur biomasse est constitué durant la phase aquatique. Les larves sont racleuses, broyeuses et/ou prédatrices, Les adultes mâles et femelles se nourrissent de suc végétaux, mais seules les femelles se gorgent de sang pour la maturation des œufs.

Ces espèces exploitent presque tous types de collections d'eau pour pondre leurs œufs (Renaud *et al.*, 2022). D'une manière générale leurs gîtes de prédilection sont essentiellement des collections d'eaux naturelles à l'instar des marécages ou artificielles (vide sanitaire mal évacué, coupelles, arrosoirs, les abreuvoirs pour oiseaux) situées près des agglomérations humaines ou créés par les modifications de l'environnement (déforestation, construction d'infrastructures, agriculture...) (Makanga, 2016). Encore appelés fonds de vallées ou bas-fonds, les marécages sont des surfaces d'aplanissement modelées par l'érosion ou des dépressions allongées, généralement parcourues par des cours d'eau.

Pour rendre efficace les stratégies de lutte anti vectorielle contre ces Culicinae, une étude écologique préalable est nécessaire. De ce fait, la connaissance de la diversité, du développement et des variations spatio-temporelles des stades pré imaginaux du peuplement culicidien est primordial et dépend essentiellement des caractéristiques physico-chimiques de l'eau qui sont très variables et jouant un rôle majeur, car ils interviennent non seulement dans la biologie de chaque espèce mais aussi dans la dynamique de la biocénose toute entière (Razkallahe *et al.*, 2022).

Afin d'optimiser le contrôle des stades preimaginaux des moustiques dans leur biotope naturel et contribuer à la lutte anti vectorielle, notre travail a pour objectif d'évaluer la variation spatio-saisonnière des différents stades preimaginaux des culicinae couplée aux paramètres physico-chimiques des eaux des différents marécages de la ville de Yaoundé précisément dans les quartiers Tongolo et Nkolbisson.. plus spécifiquement, il s'agit de déterminer les paramètres physico-chimiques des eaux des différents marécages, d'identifier les différents stades preimaginaux et d'évaluer l'impact des paramètres physico-chimiques de l'eau du milieu sur ces différents stades preimaginaux.

## **II. MATERIEL ET METHODES**

### **2.1. Zone d'étude**

Notre étude s'est déroulée de novembre 2022 à décembre 2023, à Tongolo (3°53'N et 11°31'E) et Nkolbisson (3°87'N et 11°52'E), quartiers appartenant aux arrondissements de Yaounde 1 et Yaounde 7 de la région du centre Cameroun, avec un climat de type équatorial. On note une Grande Saison Sèche (Décembre-Mars) interrompue par une Petite Saison de Pluie (Mars-juin), une Petite Saison Sèche (Mai-Août) avec quelques pluies orageuses et une Grande Saison des Pluies (Août-Novembre). La température moyenne est de 24°C.

Le relief est constitué de bas-fonds marécageux ce qui a permis plus ou moins le développement des cultures maraichères telles que les légumes verts, le maïs. En dehors des sols hydro morphes situés dans les bas-fonds marécageux, Yaoundé est dominée par les sols ferrallitiques (Nguema *et al.*, 2021).

La végétation est en voie de disparition du fait de la croissance démographique et la forte pression d'occupation des espaces par les populations, seuls les bas-fonds et les versants de la chaîne de montagnes sont propices aux activités agropastorales.

#### **2,1,1. Le choix des stations.**

Le choix des marécages des quartiers Tongolo et Nkolbisson a été orienté par leur accessibilité, leur profil écologique, les différentes sources de pollution, la proximité des habitations et la structuration du paysage. La prospection de ces différentes stations comprenait d'abord l'observation directe de la présence ou non de stades preimaginaux (Sy *et al.*, 2016). En cas de présence de ces stades, des prélèvements étaient effectués par la méthode de dipping (Coffinet *et al.*, 2009).

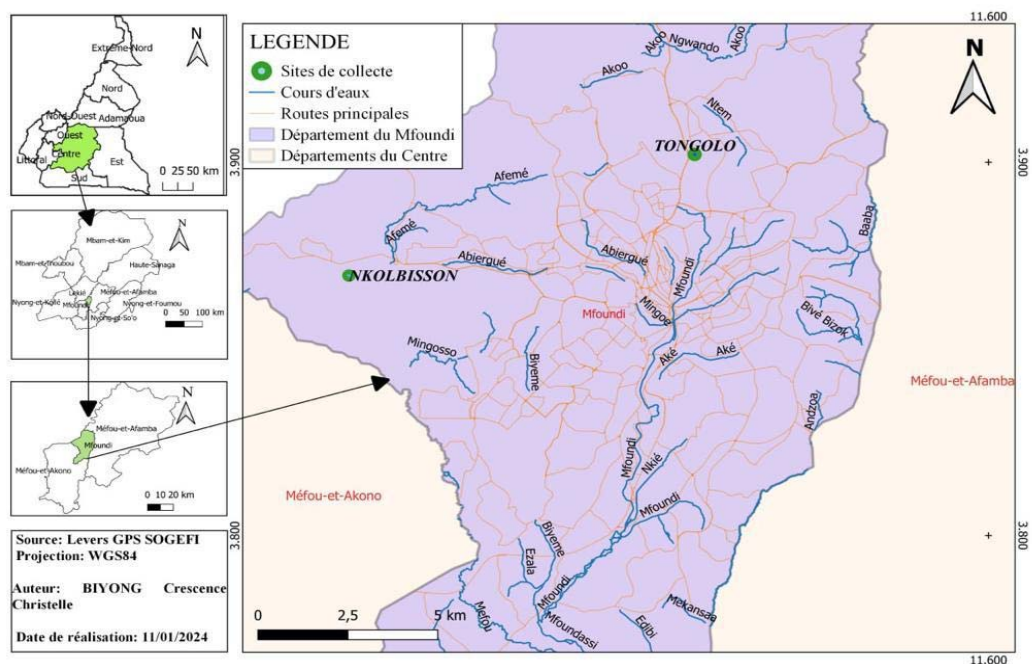


Figure I : carte de la zone d'étude et des différentes stations

## 2.2. Les paramètres physico-chimiques mesurés et analyse des données.

Ceux de l'eau du gîte tels que la température, le potentiel d'Hydrogène (pH), l'oxygène dissous, la couleur, les Solides Totaux Dissous (TDS) ont été mesurée à l'aide d'un multi paramètre et par volumétrie selon les méthodes décrites par Rodier (1996).

Les données collectées ont été saisies et analysées avec le tableur Excel office, Les indices de Simpson ( $I_s=1/\sum p_i^2$ ), Shannon-Weaver nous ont permis d'exprimer la diversité de façon globale et la diversité spécifique de chaque station (Barbault, 1992), le test H-Kruskal – Wallis nous a permis de comparer sur le plan spatio-temporel, les moyennes d'abondance des différents microorganismes, Coefficient de corrélation des rangs de Pearson nous a permis d'évaluer les degrés de liaison entre les variables physico-chimiques d'une part, et les variables physico-chimiques et biologiques d'autre part, ceci à l'aide du logiciel SPSS version 18.0, Les fluctuations des différents paramètres sont mises en évidence par des histogrammes

## 2.3. Les paramètres biologiques : Echantillonnage et identification des différentes stades preimaginaux.

Les larves ont été récoltées à un rythme bi saisonnier dans les deux sites choisis, grâce à la technique de "Dipping", Qui consistait à réaliser dix (10) plongées à l'aide d'une louche d'une capacité de 500 ml dans plusieurs endroits du gîte et sans répétition. Après chaque coup de louche, le contenu a été transvasé dans un Bac à fond blanc et le dénombrement des larves a été estimé pour 10 louchées (Coffinet *et al.*, 2009 ; Talipouo *et al.*, 2017). Les larves ont été par la suite introduites dans des flacons en polyéthylène préalablement étiquetés (0,5 ml) et fixées a de l'alcool 70°C puis transportés jusqu'au laboratoire d'hydrobiologie et environnement de l'Université de Yaoundé 1.

Les espèces culicidiennes ont été identifiées au stade larvaire L4 à l'aide d'une loupe binoculaire et d'une clé d'identification appropriée sur la base des critères morphologiques tels que les soies clypeales (la tête), les soies thoraciques, le peigne du segment VIII, les soies siphonales. La morphométrie de ces différentes espèces s'est faite à l'aide d'un pied à coulisse numérique.

### III. RESULTATS

#### 3.1. Paramètres physico-chimique.

Les valeurs de la température de l'eau obtenues au cours de l'étude fluctuent entre 25,50°C et 26,50°C autour d'une moyenne de 25,75±0,36°C (fig. 2A). Les valeurs maximales ont été observées A la station 1 (Tongolo) à toutes les saisons et les valeurs minimales à la station 2 (Nkolbisson) avec de faibles valeurs en grande saison sèche qu'en petite saison de pluie.

Les valeurs du pH varient de 6,43 à 7,47 UC, autour d'une moyenne de 6,63± 0,13 UC (fig. 2B). Avec des valeurs constantes à la station Tongolo et à toutes les saisons. À la station Nkolbisson on observe de faibles valeurs en grande saison sèche (GSS) et de fortes valeurs en petite saison de pluies (PSP).

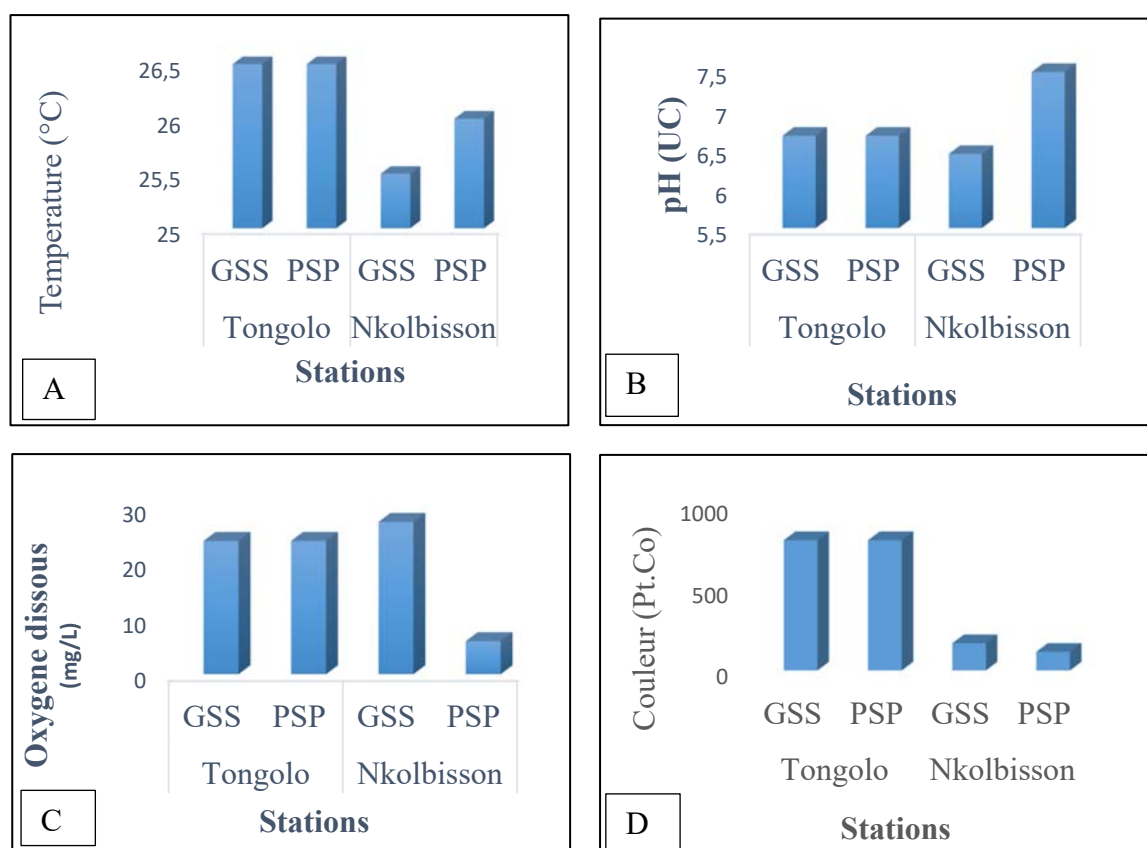
Les teneurs en Oxygène dissous varient de 5,93 à 27,235 mg/l (fig. 2C) avec les valeurs maximales et constantes à la station Tongolo et a toutes les saisons. à la station Nkolbisson On note une augmentation de l'oxygène dissous en grande saison sèche et une baisse en petite saison de pluie.

Les valeurs de la couleur sont comprises entre 114 et 741 nm (fig. 2d) étant maximales et constantes de façon saisonnière à la station Tongolo, minimales et variables d'une saison à une autre à la station Nkolbisson.

Les valeurs des TDS sont comprises entre 29,58 et 48,46 mg/l (fig. 2e), maximales et constantes de façon saisonnière a la station Tongolo, faibles et variables a toutes les saisons à la station Nkolbisson (fig. 2e).

Le test de Kruskal-Wallis ne montre aucune différence significative ( $p > 0,05$ ).

Le test de corrélation de Pearson montre que Le pH corrèle de façon négative avec l'oxygène ( $p < 0,05$ ).



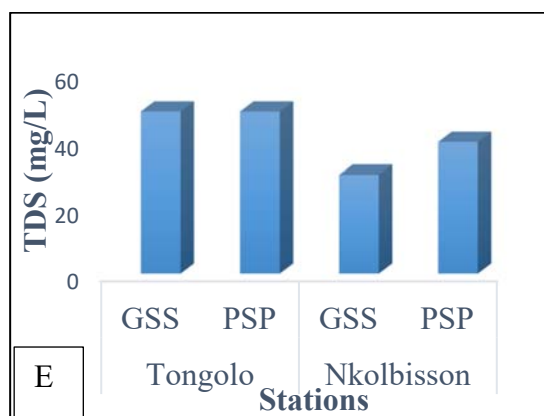


Figure 2 : Variations spatiaux-saisonnières de la température (A), du pH (B), l'oxygène dissous(C), couleur (D), et TDS (E).

### 3.2. Paramètres biologiques

Un total de 1570 larves et 750 nymphes de moustique a été récolté et identifié (Tableau 1), appartenant à la sous-famille des Culicinae, aux genres *Culex* (73%) et *Aedes* (23%) représentés par quatre espèces à savoir *Culex pipiens* (14,75%), *Culex quiquefasciatus* (27,86%), *Aedes metallicus* (24,60%) et *Aedes albopictus* (32,79%). Par ailleurs, 1400 (60,34%) stades preimaginaux ont été récoltés en grande saison sèche et 920 (39,66%) en petite saison de pluie avec un maximum de larves obtenu à la station Nkolbisson et un minimum à la station Tongolo.

A la station Tongolo (Fig 2a) en grande saison sèche (GSS) tous les stades preimaginaux sont observés avec les plus faibles abondances des stades L2 (50 individus) et les plus élevées des nymphes (190 individus). En petite saison de pluie (PSP) les stades L1, L3 sont observés avec les plus faibles abondances (40 individus) et les plus élevées des nymphes (120 individus).

A la station Nkolbisson (Fig. 2b), en grande saison sèche (GSS) tous les stades preimaginaux sont présents avec les plus faibles abondances des stades L3 (20 individus) et les plus élevées des stades L4 (280 individus). En petite saison de pluie (PSP) tous les stades preimaginaux sont observés avec les plus faibles abondances des stades L3 (30 individus) et celles des nymphes les plus élevées (200 individus).

Le test de corrélation de Pearson montre que L1 corrèle de façon significative avec L3 ( $p > 0,05$ ) cependant il n'existe aucune corrélation entre les paramètres physicochimiques et biologiques.

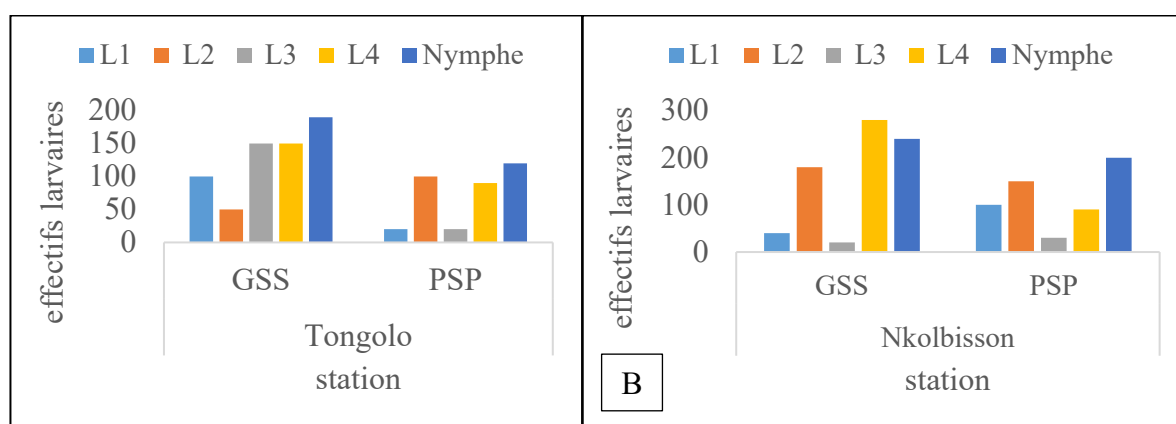
Les indices de Simpson, Shannon-Weaver montre de façon globale la présence de 4 espèces durant notre étude dont 2 espèces par stations.

Le tableau I et la figure 2 ci-dessous présentent les effectifs et les variations spatio-temporelles des différents stades preimaginaux des culicidae.

Le tableau II présente la répartition des espèces des Culicidae dans chaque station et aux différentes saisons.

**Tableau I :** Effectifs des différents stades preimaginaux des Culicidae

STATIONS	LARVES SAISONS	L1	L2	L3	L4	Nymphe
		Tongolo	GSS	100	50	150
	PSP	20	100	20	90	120
Nkolbisson	GSS	40	180	20	280	240
	PSP	100	150	30	90	200



**Tableau II :** Les Culicinae par stations d'étude et par saisons

Stations Espèces	Tongolo		Nkolbisson	
	GSS	PSP	GSS	PSP
<i>Aedes matallicus</i>	+	-	-	-
<i>Aedes albopictus</i>	-	-	+	-
<i>Culex quinquefasciatus</i>	-	-	+	+
<i>Culex pipiens</i>	-	+	-	-

### Description générale des différents stades preimaginaux des culicinae

#### La larve

Le corps est divisé en trois parties :

La tête : bien dégagée du thorax, elle porte dorsalement une paire d'antennes, deux paires d'yeux (yeux larvaires et yeux du futur imago) et ventralement deux palpes maxillaires et les pièces buccales. Les plaques sont ornées de soies de morphologies variables.

Le thorax : Il fait suite au cou et sa forme est grossièrement quadrangulaire. Les faces ventrales et dorsales sont ornementées de soies.

L'abdomen : composé de neuf segments individualisés dont le huitième permet la caractérisation de la sous-famille.

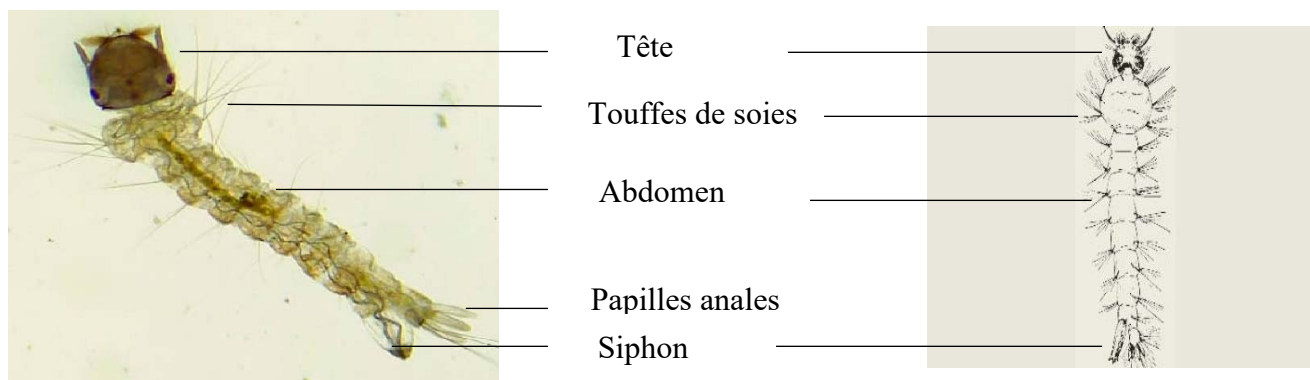


Figure 3 : Habitus et dessin d'une larve de Culicinae

#### La nymphe

En forme de virgule Le corps comprend deux parties :

La tête et le thorax sont regroupés en céphalothorax globuleux, surmonté de deux trompettes respiratoires.

L'abdomen, segmenté, possède à son extrémité postérieure deux palettes natatoires conférants aux nymphes leur vivacité.

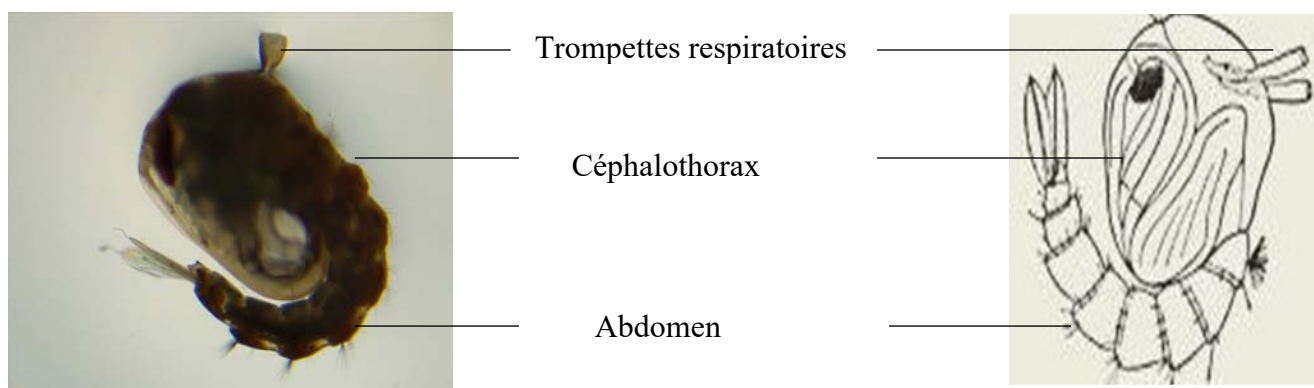


Figure 4 : Habitus d'une Nymphe de Culicinae.

Tableau comparatif des différents stades larvaires

Stade larvaire	L1	L2	L3	L4
Partie du corps				
Tête (soie)	Simple	2 branches	4 branches	5 branches
Abdomen (écailles du 8 <sup>e</sup> segment)	Ecailles disposées sur une seule rangée	Ecailles disposées sur deux rangées	Ecailles disposées sur trois rangées	Ecailles disposées sur quatre rangées
Siphon (soie)	Simple	2-3 branches	3-4 branches	5-8 branches

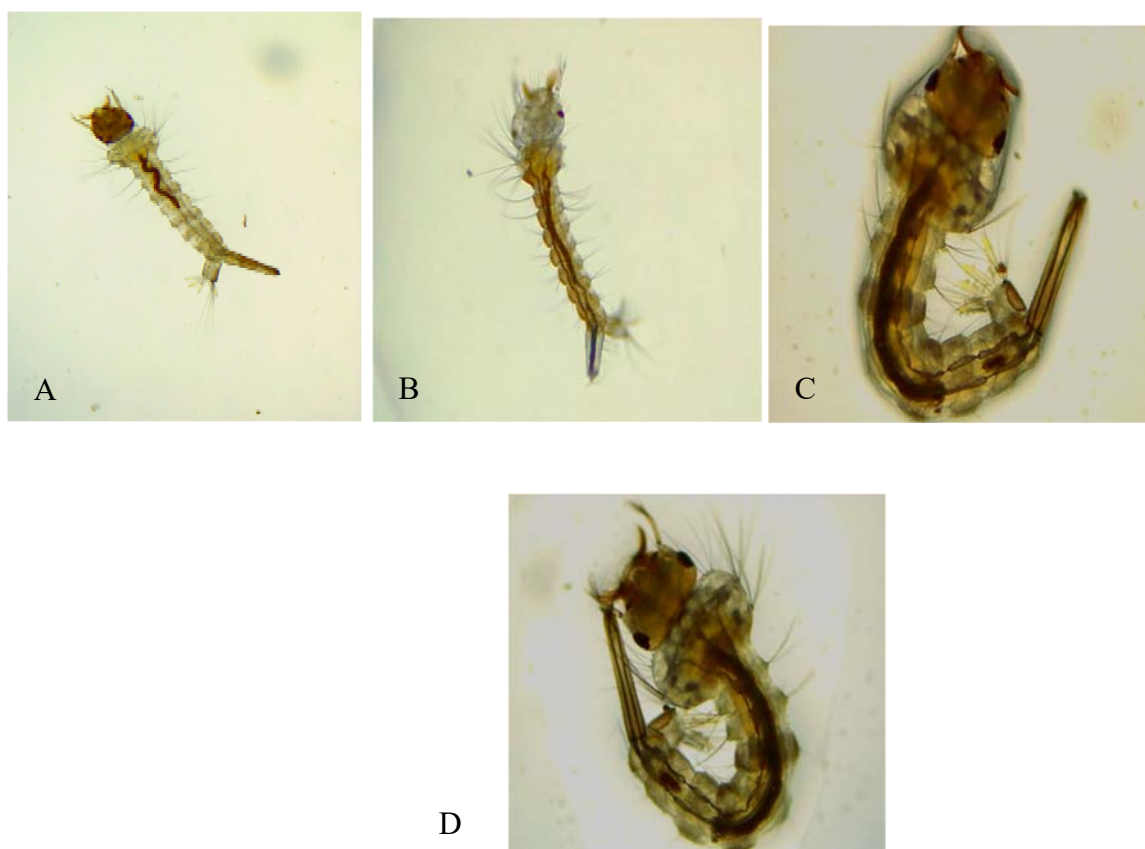


Figure 5 : Différentes formes larvaires des Culicinae (A : larve L1, B: larve L2, C : larve L3, D : larve L4)

### 3.3. Corrélation

Il n'y a pas eu de corrélation entre les abondances des stades preimaginaux et les valeurs des variables physico-chimiques de l'eau du gîte, cependant nous avons observé une corrélation entre le stade larvaire L1 et L3 ( $p < 0,050$ ).



## IV. DISCUSSION

### 4.1. Caractérisation physicochimique de la zone d'étude

Les valeurs de température plus élevées observées à la station Tongolo se justifieraient par l'influence directe du rayonnement solaire. Les faibles valeurs de température enregistrées aux différentes saisons de la station Nkolbisson pourraient s'expliquer par le fait que pendant toute la période d'étude, les échantillonnages se faisaient en matinée. Dans l'ensemble Les valeurs de températures enregistrées se situent dans l'intervalle de température ambiante (24 - 30 °C), température favorable à l'éclosion et au développement des larves, alors que des températures hors de cette gamme entraînent une augmentation du temps de développement et du taux de mortalité (Farjana *et al.*, 2012).

Les valeurs du pH sont restées constantes à la station Tongolo par contre à la station Nkolbisson nous notons de faibles valeurs en grande saison sèche et des valeurs élevées en petite saison de pluie ce qui pourrait être dû au phénomène de dilution des eaux du fait de l'augmentation considérable du débit (Ylassa *et al.*, 2022) de ce fait dans les gîtes larvaires, un pH proche de la neutralité s'avère optimal pour l'éclosion des œufs et le développement des larves (Lyza hery *et al.*, 2021).

Les valeurs de l'oxygène dissous n'ont pas variés de façon saisonnière à la station Tongolo par contre à la station Nkolbisson la variation a été significative entre les différentes saisons. Les valeurs élevées observées à cette station en grande saison sèche s'expliqueraient d'une part par une importante intensité lumineuse permettant une augmentation de la température entraînant ainsi une importante activité photosynthétique et d'autre part par le phénomène de dissolution de l'oxygène atmosphérique (Lyza Hery *et al.*, 2021), les faibles valeurs observées à la petite saison de pluie pourraient s'expliquer par la teneur de l'eau en matière organique.

À la station Tongolo les valeurs de la couleur sont plus élevées qu'à la station Nkolbisson ceci serait dû à la présence de MES, l'activité photosynthétique et aux différentes activités anthropiques.

### 4.2. Caractérisation biologique de la zone d'étude

L'abondance des stades preimaginaux en grande saison sèche et à toutes les stations s'expliqueraient d'une part par certains paramètres de l'eau du gîte tels que la température, l'oxygène dissous, le Ph favorables à leurs développement, par une absence de prédation et d'autre part par les activités agricoles pratiquées (cultures des légumes) (Dambach *et al.*, 2009 ; Ahmad *et al.*, 2011) favorisant la présence des micro habitats favorables à leurs développement ; ces résultats sont similaires à ceux de Foko dadjji (2016) sur le lac de Nkolbisson.

Les très faibles abondances des stades larvaires L1 et L3 observées à la station Tongolo en petite saison de pluie pourraient s'expliquer d'une part par les eaux de ruissellement qui ont lessivées le milieu, la présence des espèces prédatrices des larves de moustiques (Afify & Galizia, 2015) et d'autre part par le phénomène de compétition à la recherche de la ressource alimentaire. L1 Correspondant au stade larvaire le plus précoce et L3 au stade larvaire le plus avancé, l'existence d'une corrélation positive entre ces deux stades larvaires pourrait indiquer un développement normal et sain des larves dans le milieu.

Seule la sous famille des culicinae a été observée au cours de notre étude avec pour espèce dominante *Aedes albopictus* (32,79%) ; cela pourrait s'expliquer par le niveau de la nature des gîtes et par la capacité de résilience des larves appartenant à cette sous famille, Ces observations corroborent celles faites par Korba *et al.*, (2016) en Algérie qui ont montrés que les espèces de moustiques appartenant à la sous famille des Culicinae présentent des fortes capacités d'adaptation leur permettant de se développer dans plusieurs types d'habitats. Des résultats identiques ont été obtenus par Saotoing *et al.*, (2011) qui ont relevés que les stades immatures appartenant à cette sous famille ont une grande élasticité écologique et sont capables de coloniser différents gîtes qui pour la plupart étaient caractérisés par la présence des papiers, les bouteilles, les débris végétaux.

La densité culicidienne a été maximale à la station Nkolbisson en grande saison sèche qu'en petite saison de pluie avec une abondance du stade larvaire L4. Ceci serait probablement liée d'une part, à une faible pluviométrie permettant aux sources d'eaux stagnantes permanentes de devenir des points de concentration pour les larves de moustiques et d'autres part, par la présence de la matière organique concentrée dans le milieu et propice au développement larvaire ce qui diffère des résultats de Ngo Hondt *et al.* 2020, Kamgang *et al.*, (2017) qui stipulent Que la saison pluvieuse correspond à des périodes de forte

pullulation des moustiques du fait de la multiplication des gîtes. La présence de l'espèce *Culex quinquefasciatus* et *Aedes albopictus* à la même station pourrait se traduire par le phénomène de sympatrie et par une préférence écologique similaire.

Etant une espèce majeure des milieux urbains, la présence de *Culex quinquefasciatus* à la station Nkolbisson et à toutes les saisons s'expliquerait par le fait que ses larves se développent en grand nombre dans les eaux polluées produites par l'homme et par leurs capacités d'adaptation aux perturbations du milieu.

### **V. Conclusion**

De cette étude il en ressort que la saison sèche a été la plus propice au développement des stades preimaginaux culicidiens ; à la station Nkolbisson on a observé une forte abondance des différents stades larvaires avec prédominance du stade L4 favorisée par la présence de la matière organique concentrée dans le milieu, l'absence du phénomène de compétition pour les ressources et des activités anthropiques menées. Seule la sous famille des culicinae a été observé avec la présence des espèces *Aedes albopictus* et *Culex quinquefasciatus* à la même station du fait de leurs capacités d'adaptation et de leurs résiliences. Pour une lutte anti vectorielle bien menée Il est nécessaire de procéder par des méthodes d'assainissement rapides dans ces différentes stations.

### **Remerciements :**

Nous remercions toute l'équipe de recherche du laboratoire d'hydrobiologie et environnement de l'université de Yaoundé1 ainsi que celle du laboratoire de zoologie de l'école normale supérieure, Cameroun d'avoir participé à cette recherche.

### **REFERENCES**

- [1] Souleymane M, Ali Doumma. (2020) International Journal of biological and chemical Sciences 14 (4), 1188-1202.
- [2] Renaud Marti, Claire Teillet, Hobiniaina, A, Florence F (2022) liens entre moustiques vecteurs et environnement: apport des méthodes de teledetection satellite, 19.
- [3] Makanga BK. (2016). Ecologie de la transmission des Plasmodium simiens au Gabon. Thèse de 3ème cycle, Ecole Doctorale Régionale de Franceville, Franceville, p. 191.
- [4] Razkallahe Rian Boualleg Rayane, Naidja Meryem. (2022).SNV, STU.
- [5] Sy O, Konaté L, Ndiaye A, Dia I, Diallo A, Taïrou F, Bâ EL, Gomis JF, Ndiaye JL, Cissé B, Gaye O, Faye O. (2016). Identification des gîtes larvaires d'anophèles dans les foyers résiduels de faible transmission du paludisme « hotspots » au centre-ouest du Sénégal. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 109 : 31-38.
- [6] Coffinet T, Rogier C, Pages F. (2009). Evaluation de l'agressivité des anophèles et du risque de transmission du paludisme, méthodes utilisées dans les armées françaises. Medecine Tropicale, 69: 109- 122.
- [7] Rodier J., Legube B., Marlet N. & Brunet R. (2009). L'analyse de l'eau. 9<sup>e</sup> édition, Dunod, Paris, France, 1579p.
- [8] Talipouo A, Ntonga-Akono P, Tagne D, Mbida-Mbida A, Etang J, TchhoffoFobasso R, Ekoko W, Binyang J, Dongmo A. (2017). Comparative study of Culicidae biodiversity of Manoka island and Youpwe mainland area, Littoral, Cameroon. International Journal of Biosciences, 10 (4) : 9-18.
- [9] Farjana T., Tuno N. & Higa Y. (2012). Effects of temperature and diet on development and interspecies competition in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. Med. Vet. Entomol., 26(2), 210-217.
- [10] Yllassa Barry, Issouf T, Peter Dambach, SIE Ali, Rainer Sauerborn. (2022), sciences de la sante 45(1), 65-81.
- [11] Lysa Hery , A Boullis , A Vega-Rua.(2021) biotechnologie,Agronomie, Societe et environnement /biotechnology,Agronomy, Society and Environment, 57-71.
- [12] Nguema P, Efon B, Deffo C, Mohamadou M. (2021), Impacts des pratiques d'hygiene et d'assainissement sur les eaux de surface et souterraines dans la Ville de Yaoundé , Cameroun. Afrique science 19(2), 68-80, 2021.

- [13] Dambach P, Sie A, Lacaux JP, Vignolles C, Machault V, Sauerborn R. (2009). Using high spatial resolution remote sensing for risk mapping of malaria occurrence in the Nouna district, Burkina Faso. *Global Health Action*, 2(0) : 1-7. DOI: 10.3402/gha.v2i0.2094.
- [14] Ahmad R, Ali WNM, Nor ZM, Ismail Z, Hadi AA, Ibrahim MN, Lim LH. (2011). Mapping of mosquito breeding sites in malaria endemic areas in Pos Lenjang, Kuala Lipis, Pahang, Malaysia. *Malaria Journal*, 10: 361-372. DOI: 10.1186/1475-2875-10-361
- [15] Gisèle Aurelie FOKO DADJI, Joël ZEBAZE MEGUIE, AJEAGAH Gideon Aghaïndum. (2016). Diversité culicidienne dans un cours d'eau anthropisé de la ville de Yaoundé, Cameroun : importance des facteurs environnementaux 12(6), 282 – 294.
- [16] Afify A. & Galizia C.G., (2015). Chemosensory cues for mosquito oviposition siteselection. 52(2), 120-130.
- [17] Korba RA, Alayat MS, Bouiba L, Boudrissa A, Bouslama Z, Boukraa S, Francis F, Failloux AB, Boubidi SC. (2016). Ecological differentiation of members of the *Culex pipiens* complex, potential vectors of West Nile virus and Rift Valley fever virus in Algeria. *Parasites & Vectors*, 9: 455-465. DOI : 10.1186/s13071-016-1725-9.
- [18] Saotoing P, Njan-Nloga AM, TchuengemFohouo FN, Yaya O, Messi J. (2011). Bioécologie des larves de Culicidae (Diptera) dans la ville de Maroua, Extreme-Nord du Cameroun. *Sciences et Médecines en Afrique*, 3(1): 417-422.
- [19] Ngo Hondt, P Ntonga AKONO, JV Ngo Hiol, D Nko Edou, C Tonga, GA Foko DADJI, S Kekeunou. (2020) Adaptation compétitive d'*Aedes Albopictus* Skuse, 1894 en présence d'*Aedes aegypti* Linné, 1862 dans quelques gites larvaires temporaires de la ville de Douala (Cameroun) , bulletin de la societe de pathologie exotique 113(2), 79, 2020.
- [20] Kamgang B., Yougang Aurelie., Tchoupo M., Riveron J & Wondji C. (2017) temporal distribution and insecticide resistance profile of two major arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Yaoundé, the capital city of Cameroon. *Parasites & Vectors* 10:469.