

Susceptibilité D'adaptation d'Anopheles Coluzzii Aux Conditions Écologiques De Ponte Et De Développements Larvaires Des Culex Et Aedes

Binta Djimde,

Malaria Research Training Center (MRTC) Université des Sciences, des
Technique et des Technologie de Bamako. Bamako,

Mali Youssouf F Keita,

Alpha Seydou Yaro,

Malaria Research Training Center (MRTC) Université des Sciences, des
Technique et des Technologie de Bamako. Bamako,

Mouneri Maiga,

Bernard Sodio,

Faculté des Sciences et Techniques de l'Université des Sciences, des
Technique et des Technologie de Bamako. Bamako, Mali

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p195](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p195)

Submitted: 01 February 2022

Accepted: 21 April 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Binta D., Youssouf F.K., Alpha Seydou Y., Mouneri M., & Bernard S., (2022). Susceptibilité D'adaptation d'Anopheles Coluzzii Aux Conditions Écologiques De Ponte Et De Développements Larvaires Des Culex Et Aedes European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 195.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p195>

Résumé

Introduction: Le paludisme demeure encore un problème majeur de santé public au Mali. Les mécanismes de transmission du paludisme en zones rurales sont bien connus mais restent encore très mal connus en conditions urbaine. La présente étude a pour but de tester la susceptibilité d'adaptation d'An. coluzzii aux conditions écologiques de ponte et de développements larvaires des Culex et Aedes.

Méthodes : Trois répétitions ont été conduites en conditions de laboratoire dans un insectarium ayant 26-27°C comme température et 80-95% d'humidité relative.

Résultats : Les taux d'éclosion étaient d'environ 90% pour le gîte témoins, 73% et 7% respectivement pour les gîtes Aedes et Culex avec un apport alimentaire. Mais sans apport de nourriture, ces taux sont de 22% pour les gîtes d'Aedes et 2% pour les gîtes de Culex. Les larves d'*An. coluzzii* étaient incapables de survivre dans les gîtes de Culex, avec ou sans apport alimentaire. Par contre dans les gîtes d'Aedes, leur taux de survie a varié de 53% au 1er jour à seulement 4% au 10e jour sans apport de nourriture. Mais avec un apport alimentaire, le taux de survie dans les gîtes d'Aedes a varié de 63% le 4e jour jusqu'à 21% le 10e jour. Les Mâles et les femelles d'Aedes adultes ont pu survivre jusqu'à 25 jours sans apport alimentaire. Par contre les adultes provenant des gîtes d'Aedes avec apport alimentaire peuvent survivre jusqu'à 39 jours.

Conclusion : Cette étude a montré qu'*An. coluzzii* n'a pas la capacité de survivre dans les gîtes d'eau de Culex, mais il est susceptible de se développer dans les gîtes d'eau d'Aedes.

Mots clés : Sin Adaptation, gîtes, Aedes, Culex, *Anopheles coluzzii*.

Susceptibility of adaptation of *Anopheles coluzzii* to the ecological conditions of spawning and larval development of Culex and Aedes

Binta Djimde,

Malaria Research Training Center (MRTC) Université des Sciences, des
Technique et des Technologie de Bamako. Bamako,

Mali Youssouf F Keita,

Alpha Seydou Yaro,

Malaria Research Training Center (MRTC) Université des Sciences, des
Technique et des Technologie de Bamako. Bamako,

Mouneri Maiga,

Bernard Sodio,

Faculté des Sciences et Techniques de l'Université des Sciences, des
Technique et des Technologie de Bamako. Bamako, Mali

Abstract

Introduction: Malaria still remains a major public health problem in Mali. The mechanisms of malaria transmission in rural areas are well known but still remain very poorly understood in urban conditions. The current study aims to test the adaptive susceptibility of *An. coluzzii* to the ecological conditions of egg-laying and larval development of Culex and Aedes.

Methods: Three replicates were conducted under laboratory conditions in an insectary with 26-27°C temperature and 80-95% relative humidity. Results: The hatching rates were about 90% for the control breeding site, 73% and 7% respectively for the Aedes and Culex breeding site with food supply. But without food, these rates are 22% for Aedes breeding site and 2% for Culex breeding site. The larvae of *An. coluzzii* were unable to survive in Culex breeding site, with or without food supply. On the other hand, in Aedes breeding sites, their survival rate varied from 53% on the 1st day to only 4% on the 10th day without food supply. But with a food supply, the survival rate in Aedes breeding site varied from 63% on the 4th day to 21% on the 10th day. Males and females of adult Aedes were able to survive up to 25 days without food supply. On the other hand, adults from Aedes breeding sites with food can survive up to 39 days. Conclusion: This study showed that *An. coluzzii* does not have the ability to survive in Culex breeding site, but it is likely to grow very well in Aedes breeding site.

Keywords: Adaptation, roosts, Aedes, Culex, *Anopheles coluzzii*.

Les moustiques (*Diptera Culicidae*) constituent la plus importante famille de vecteurs d'agents pathogènes. Ils ont une vie aquatique au stade larvaire puis aérienne au stade adulte. Parmi eux figurent les *Anopheles*, vecteurs de *Plasmodium spp*, parasites responsables du paludisme. Il existe environ 500 espèces d'anophèles, dont une cinquantaine est capable de transmettre le paludisme à l'humain. Dans la pratique, 20 espèces assurent l'essentiel de la transmission dans le monde (1)

En Afrique sub-saharienne, on considère qu'il existe quelque 150 espèces d'*Anopheles*, dont une douzaine constitue d'excellent vecteur du paludisme, comme *An. gambiae*, *An. arabiensis*, *An. funestus*, *An. nili*, *An. moucheti* (2)

En Afrique de l'Ouest, *An. gambiae* l et *An. funestus* constituent les deux vecteurs majeurs du paludisme. Le complexe *An. Gambiae* est composé d'*An. arabiensis* et d'*An. gambiae* S. S. Présentement les techniques moléculaires ont permis de répartir *An. Gambiae* S. S. en deux espèces (3) que sont : *An. coluzzii* (précédemment appelé forme moléculaire M) et *An. gambiae* (l'ancienne appellation de la forme moléculaire S). Les fréquences relatives de ces vecteurs subissent des variations spatiales et temporaires significatives. Au Mali, avec leur abondance, leur densité, leur capacité vectorielle et leur large répartition, *An. gambiae* s'observe essentiellement en saison des pluies et en savane sud-soudanienne le long des cours d'eau ; alors qu'*An. coluzzii* se rencontre aussi bien en saison de pluies qu'en saison sèche et presque partout (4). Les moustiques sont responsables de la transmission de nombreux agents pathogènes d'importance médicale et vétérinaire (virus, bactéries,

protozoaires ou nématodes). Dans certaines parties du monde, l'émergence massive et synchrone de quantités énormes de moustiques limite significativement les activités des hommes à l'extérieur et peut avoir de graves dommages économiques, (l'élevage de bétail), (5).

Parmi les moustiques colonisant les milieux (habitations humaines) *An. coluzzii* joue un rôle capital dans la transmission du paludisme. Cette maladie demeure par sa fréquence, son ampleur et sa répartition, l'endémie majeure des zones tropicales. Pour sa transmission, (6) indiquent que cinq espèces de *Plasmodium* sont responsables du paludisme chez l'homme. Il s'agit de : *P. falciparum*, *P. malariae*, *P. ovale*, *P. vivax*, et *P. knowlesi* qui, initialement décrits chez les primates ont été aussi trouvés infectants pour l'homme. Selon l'OMS, le paludisme a causé 228 millions de cas avec 405 000 décès dans le monde (7). D'après le programme national de lutte contre le paludisme au Mali en 2018, 2,7 millions de cas ont été enregistrés avec 1778 décès. Son impact économique, la létalité se chiffre environ à 0,18% avec un coût élevé du traitement 2,7 milliards USD (8).

A côté du caractère vecteur de transmission des maladies, l'*An. coluzzii* provoque de la nuisance chez les populations humaines et les animales.

En dehors des *Anopheles*, d'autres moustiques de la sous-famille des *Culicinae* fortement impliqués de la transmission des arboviroses sont très fréquents dans les zones urbaines et semi-urbaines africaines. Ces *Culicinae* ont une bio écologie différente de celle des *Anopheles* (9). Cette différence de mode de vie fait qu'ils sont présents en toutes saisons dans les milieux périurbains et urbains contrairement aux *Anopheles*. Cette permanence est surtout favorisée par les multiples gîtes dont les conditions écologiques favorisent leur développement en toutes saisons (10)). Beaucoup d'études antérieures ont montré que les *Anopheles* sont incapables de se développer convenablement dans les gîtes des *Aedes* et des *Culex*.

Les Anophèles pondent dans des gîtes larvaires constitués le plus souvent des collections d'eau calme : mares permanentes ou temporaires, anses calmes des rivières, bords des lacs, empreintes de pas, souvent avec ou sans végétation, les *Culex* pondent dans les gîtes domestiques en milieu urbain très pollués (puisards d'eaux usées, fosses d'aisance). *Aedes* préfère les gîtes larvaires de type naturels de petite taille : creux d'arbres (*Ae. africanus*), tiges de bambous, aisselles de feuilles engainantes (*Ae. simpsoni*), creux de rocher (*Ae. vittatus*), soit dans des gîtes artificiels: récipients de stockage d'eau, boîtes de conserve, vieux pneus, etc.

Bien que les Anophèles soient les seuls vecteurs du paludisme et que les gîtes d'*Anopheles* en milieu urbain soient rares, la prévalence du paludisme urbain est très préoccupante en Afrique. Des études menées au Ghana par des chercheurs britanniques ont fait ressortir la prévalence du paludisme dans un milieu urbain (11). Au Burkina Faso, (12) à Ouagadougou ont montré l'intérêt

et la pertinence d'étudier la transmission du paludisme urbain. (13), ont aussi étudié la transmission vectorielle dans différents quartiers éco climatiques de Cotonou. Les nombreux travaux menés sur la bio écologie des anophèles (14) ont aussi évoqué la nécessité de porter une attention particulière à la transmission vectorielle du paludisme en conditions urbaines. Les travaux menés sur la transmission vectorielle du paludisme en zones urbaines et péri-urbaines du district de Bamako ont montré la présence des anophèles dans les zones périurbaines et urbaines du Mali

Ce constat est une motivation évidente qui renforce l'hypothèse de la possibilité d'adaptation des anophèles à des conditions écologiques non typiques. D'où cette investigation qui a pour but d'exposer les œufs d'anophèles à des conditions de gîtes d'*Aedes* et de *Culex* afin d'avoir plus de connaissances.

1 MATERIEL ET METHODES

1.1 Site d'étude

L'étude s'est déroulée dans un insectarium du MRTC, ICER Mali. Cet insectarium produit des moustiques pour diverses expériences conduites aussi bien au laboratoire que sur le terrain dans le cadre de la lutte anti vectorielle et des essais vaccinaux. Les moustiques étaient maintenus dans les conditions de température ($27^{\circ}\text{C}\pm 2$) et d'humidité relative (75-85 %). Ces différents paramètres sont importants dans le maintien d'une colonie.

1.2 Matériel

Les matériels utilisés étaient constitués de : fiches d'enregistrement des données, de, pinces *forceps*, des boîtes de Pétri, de l'éthanol absolu, des tubes Eppendorf 0,5 ml et 1,5 ml; des tubes, FALCON 15 ml et 50 ml, des étiquettes, des Freezer boxes avec diviseurs, de l'eau distillée, et des gants, des louches, des cases *Bug dorm*® (30x30), des pots, aspirateurs à bouche, ciseaux, cuillères, tulle moustiquaires, du coton, du sucre en carreau, crayon, papier wattman, des plateaux de type *Nalgene*® (L : 30cm ; l : 25 cm ; h : 6 cm), des seaux, sachets, plastics, des pipettes pasteur, une balance, nourriture (*Tetramine*® ou *Koi Food*®), caisses en bois , un bécher , la loupe

1.3 Méthodes

1.3.1 Type et période d'étude

Cette étude est de type expérimental a été conduite dans l'insectarium du laboratoire d'écologie moléculaire du MRTC, ICER Mali (Malaria Research and Training Center, International Centre for Excellence in Research du Mali). Elle s'est déroulée de février à avril 2020. Au total trois (3) expériences ont été réalisées.

Souche de moustique

Les œufs d'anophèles utilisés au cours de cette étude proviennent d'une souche de colonie originaire du village de N'Gabakoro-Droit/Kati. La souche a été conservée par élevages successifs de génération en génération depuis 2008 jusqu'à nos jours.

1.3.2 Elevage

Les moustiques étaient maintenus dans l'insectarium avec des conditions (précises) de température ($27\text{ °C} \pm 2$) et d'humidité relative (75-85 %). Une photo périodicité de 12h/12h (jour/nuit) a été observée.

- Analyse physico-chimique de l'eau : Une analyse physicochimique de l'eau des gîtes larvaires concernant les quatre paramètres, a été réalisée soigneusement au niveau du laboratoire de l'ICER MALI. Le potentiel hydrogène, plus connu sous le nom de "PH" permet de mesurer l'acidité ou l'alcalinité d'une solution. La valeur du pH est une grandeur sans unité qui est directement liée à sa concentration en ions oxonium H_3O^+ . Ils proviennent de la fixation d'un proton H^+ sur une molécule d'eau, (www.gralon.net). La conductivité va déterminer l'ensemble des minéraux présent dans une solution. Elle est souvent appelée « conductivité électrique » qui traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique, ce paramètre donne une indication sur la minéralisation globale de cette eau. L'unité correspondant est le siemens (S/m), exprimé souvent en micro-siemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ou milli-siemens (mS/m). La MES est définie comme la quantité de matières en suspension dans l'eau en mg/l. Il dépend principalement de la solubilité des sédiments qui entrent en contact avec l'eau. La salinité mesure la concentration en sels dissous (chlorure de sodium, chlorure de magnésium, sulfate de magnésium, etc.) de l'eau au travers sa conductivité électrique. Elle s'exprime sans unité, comme le PH, mais on trouve encore des salinités exprimées en ‰, en g/kg ou en psu (practical salinity unit) (www.uneeau-pure.com).

1.3.3 Procédure

Les femelles gravides ont été mises en ponte collective dans une cage moyenne de 30x30 cm contenant un pondoir petit bocal avec de l'eau couvert par un papier buvard humecté d'eau. Après la ponte, les œufs ont été collectés, comptés par lots de cent (100) œufs, et placés dans différents plateaux contenant 500 millilitres d'eau des différents gîtes en expérimentation selon les traitements ci-après :

- 4 plateaux contenant l'eau du gîte d'*Aedes*,
- 4 plateaux contenant l'eau du gîte du *Culex*
- 3 plateaux témoins contenant de l'eau déionisée.

2 RESULTATS

2.1 Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau des gîtes larvaires et des conditions d'élevage à l'insectarium

2.1.1 Paramètres physico-chimiques des gîtes larvaires d'*Aedes*, de *Culex* et le gîte témoin (eau déionisée)

Le PH du gîte témoin était pratiquement neutre 7,37, alors que le PH des gîtes d'*Aedes* (7,6) et de *Culex* (7,82) étaient pratiquement basiques (tableau 1). La turbidité des gîtes de *Culex* (1933) était plus élevée que celle des gîtes d'*Aedes* et des gîtes témoins. La valeur de la conductibilité (39,99) était la plus faible dans les gîtes de *Culex* par rapport aux gîtes témoins (79) et aux gîtes *Aedes* (93). La température moyenne était de 26,6 °C pour les gîtes témoins, 26,4 °C pour les gîtes d'*Aedes* et 25 °C pour les gîtes de *Culex*. Les conditions de température étaient plus favorables et similaires dans les gîtes d'*Aedes* et les gîtes témoins par rapport aux gîtes de *Culex*.

Tableau 1 : Paramètres physico-chimique des différents types de gîtes larvaires.

Type Gîte	PH	To	Conductibilité	Turbidité
<i>Culex</i>	7,82	25	39,99	1933
<i>Aedes</i>	7,6	26,4	93	45
Labo (eau distillée)	7,37	26,6	79	40

2.1.2 Mesure des conditions de température et d'hygrométrie à l'insectarium

Les conditions de température (°C) et d'Humidité Relative (%) étaient perturbées par une forte fluctuation au début de l'expérience mais stabilisées à partir du 25 mars jusqu'à la fin des expériences (figure 1). La température était idéalement stabilisée entre 26 et 27 °C et l'humidité relative variaient entre 80 et 95 %. Sur la base des conditions optimales d'élevage connues.

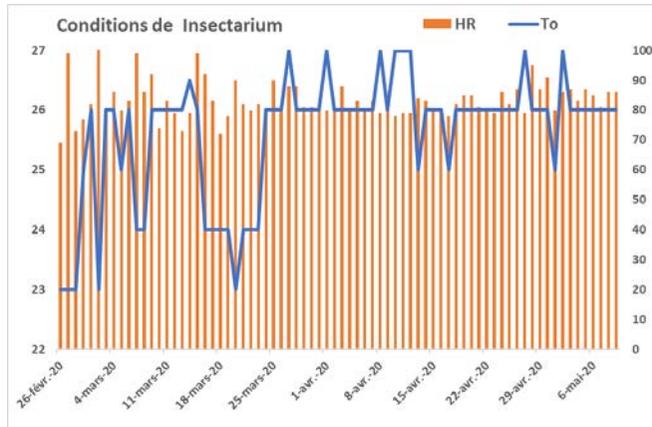


Figure 1 : Représentation graphique des conditions de température (°C) et d'humidité relative (%) dans l'insectarium pendant la durée des expériences au laboratoire du MRTC ICER Mali.

2.1.3 Estimation des taux d'éclosion des œufs d'*An. coluzzii* dans les eaux de gîtes d'*Aedes* et de gîtes de *Culex* en conditions de laboratoire
 La figure 2 montre que sans apport de nourriture, le taux d'éclosion des œufs d'*An. coluzzii* est faible dans les gîtes d'*Aedes* (22 %) et très faible dans les gîtes de *Culex* (2 %). Il apparaît clairement que ces deux types de gîtes ne semblent pas être idéals pour l'éclosion des œufs d'*An. coluzzii*.

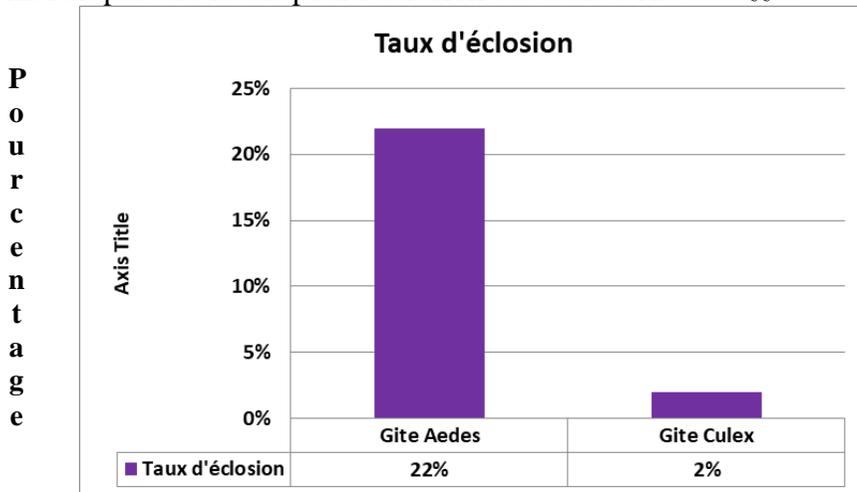


Figure 2 : Comparaison des taux d'éclosion de 300 œufs d'Anophèles après 48h de conditionnement dans trois différents types d'eau de gîtes larvaires (*Aedes*, *Culex*) sans apport de nourriture.

3.1.4. Comparaison des taux d'éclosion dans trois différents types d'eau de gîtes larvaires

Malgré un apport en nourriture, la figure 3 montre que, les œufs d'*An. coluzzii* éclosent très mal dans les gîtes de *Culex* (7 %). Par contre avec l'apport

de nourriture, l'écllosion des œufs d'*An. coluzzii* se déroule bien avec un taux meilleur de 89 % et 73 % respectivement pour les gîtes témoins et les gîtes d'*Aedes*.

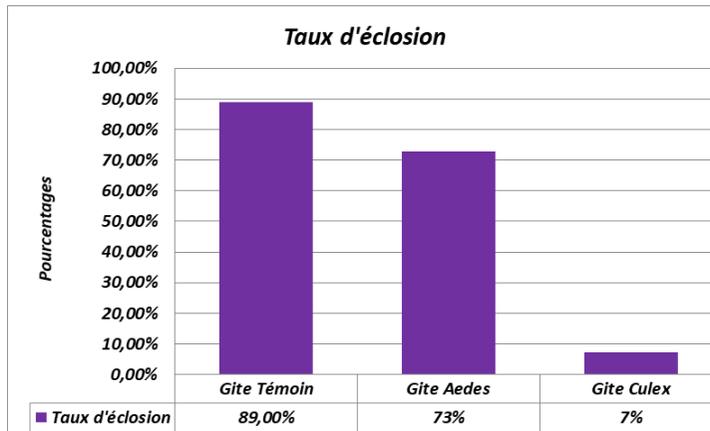


Figure 3 : Comparaison des taux d'éclosion de 900 œufs d'Anophèles après 48h de conditionnement dans trois différents types d'eau de gîtes larvaires (Aèdes, Culex, Eau de-ionisée) avec apport de nourriture.

2.2 Estimation du succès de développement des larves d'*An. coluzzii* émergés des eaux de gîtes d'*Aedes* et de *Culex* en conditions de laboratoire.

Sans apport de nourriture, le développement des larves d'*An. coluzzii* est très faible dans les gîtes d'Aèdes avec un taux de survie chutant de 53 % le 1^{er} jour à seulement 4 % au 10^{ème} jour. Par contre les larves d'*An. coluzzii* sont incapables de se développer dans les gîtes de Culex sans apport de nourriture (figure 4).

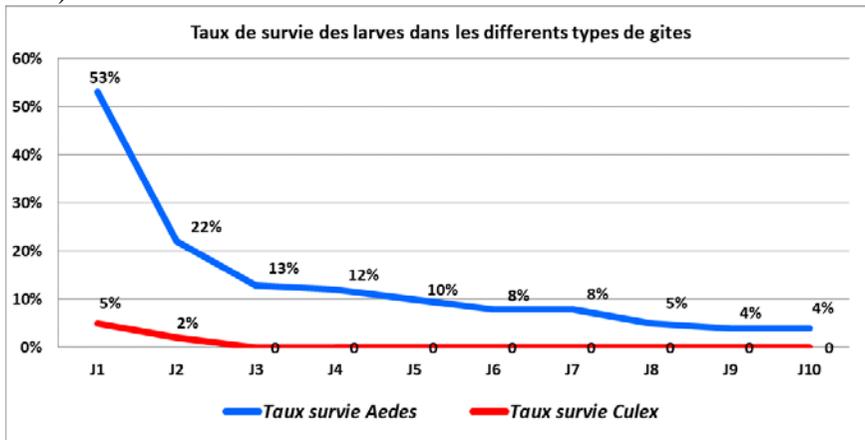


Figure 4 : Comparaison du développement des larves d'*An. coluzzii* émergés dans les eaux de gîtes d'Aèdes et de Culex en conditions de laboratoire sans apport de nourriture.

3.3. Taux de survie des larves dans les différents types de gîtes

Les différentes courbes de la figure 5 attestent qu'après une éclosion maximale au 2^e jour de conditionnement des œufs d'*An. coluzzii* dans les différents types de gîtes, la mortalité des larves commence dès le 3^e jour de suivi malgré l'apport alimentaire. Cette mortalité des larves est totale avant le 3^e jour dans les gîtes de *Culex*. Elle est progressive de 63 % le 4^e jour jusqu'à 21 % le 10^e jour après quoi commence l'émergence des imagos. La tendance observée dans les gîtes d'*Aedes* est similaire à celle obtenue dans les gîtes témoins mais avec des proportions plus importantes allant de 85 % au 03^e jour à 31 % le 02^e jour au moment où débute de l'émergence des imagos.

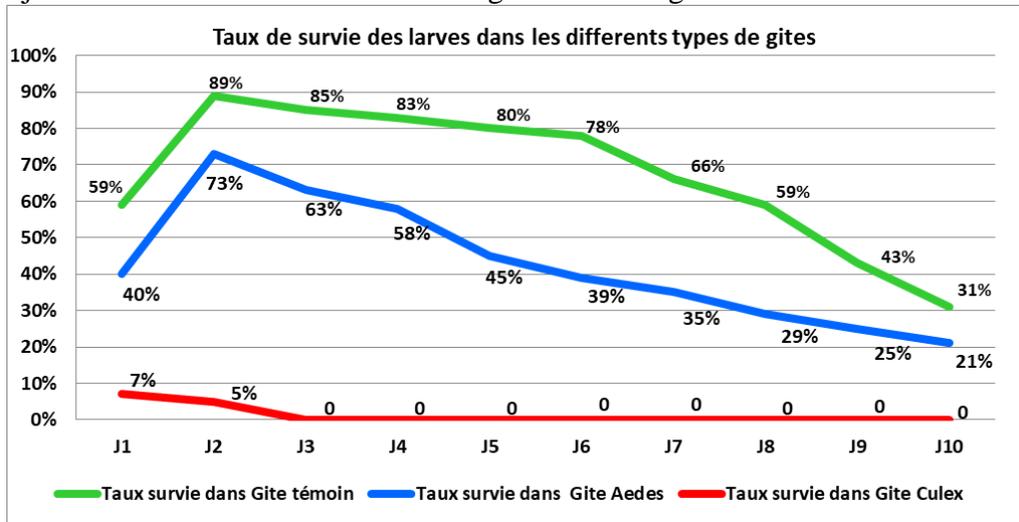


Figure 5 : Comparaison du développement des larves d'*An. coluzzii* émergées dans les eaux de gîtes d'*Aedes* de *Culex* et le gîte témoin en conditions de laboratoire avec apport de nourriture.

3.4. Estimation de la longévité des adultes d'*An. coluzzii* émergés des gîtes d'*Aedes*, de *Culex* et des gîtes témoins.

3.4.1. Longévité des adultes d'*An. coluzzii* émergés des gîtes de *Culex*

La détermination de la longévité des imagos d'*An. coluzzii* élevée dans les gîtes de *Culex* n'a pas pu être déterminée, car toutes les larves étaient mortes avant le stade imago, malgré la répétition des expériences faites trois (3) fois. Les larves sont mortes avant 72h après éclosion dans les gîtes de *Culex*.

3.4.2. Longévité des adultes d'*An. coluzzii* émergés des gîtes d'*Aedes* sans apport de nourriture

Les larves d'*An. coluzzii* élevées dans les gîtes d'*Aedes* sans apport de nourriture, ont donné de rares imagos (3 femelles et 2 mâles), (figure 6). Parmi

ces adultes 2 femelles ont survécu jusqu'au 25^e jour alors qu'un des mâles a atteint le 29^e jour après émergence.

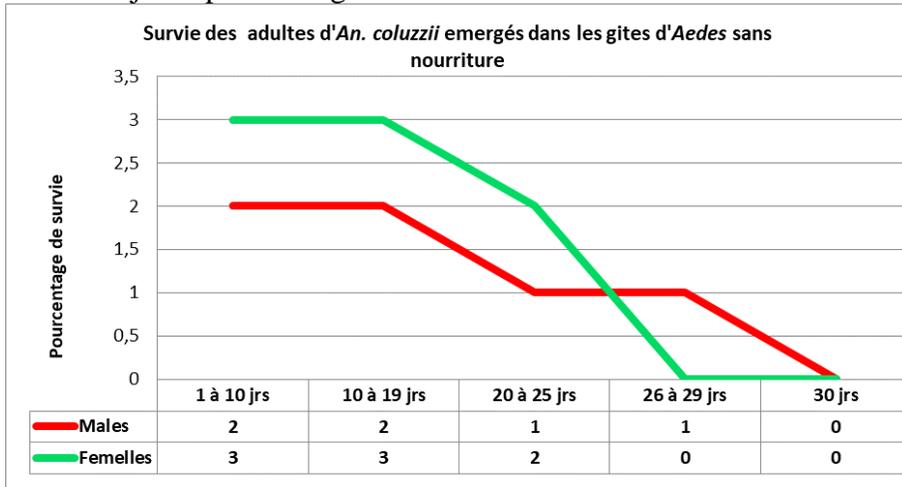


Figure 6: Longévité des mâles et femelles d'*An. coluzzii* élevés dans les gîtes d'*Aedes* sans apport de nourriture.

3.4.3. Longévité des adultes d'*An. coluzzii* émergés des gîtes d'*Aedes* avec apport de nourriture

Avec un apport de nourriture pendant le développement larvaire, les adultes d'*An. coluzzii* élevés dans les gîtes d'*Aedes* peuvent survivre jusqu'à 39 jours pour certaines femelles et 50 jours (cas d'un mâle). Environ 50 % des adultes n'ont pas survécus au-delà de 30 jours (figure 7).

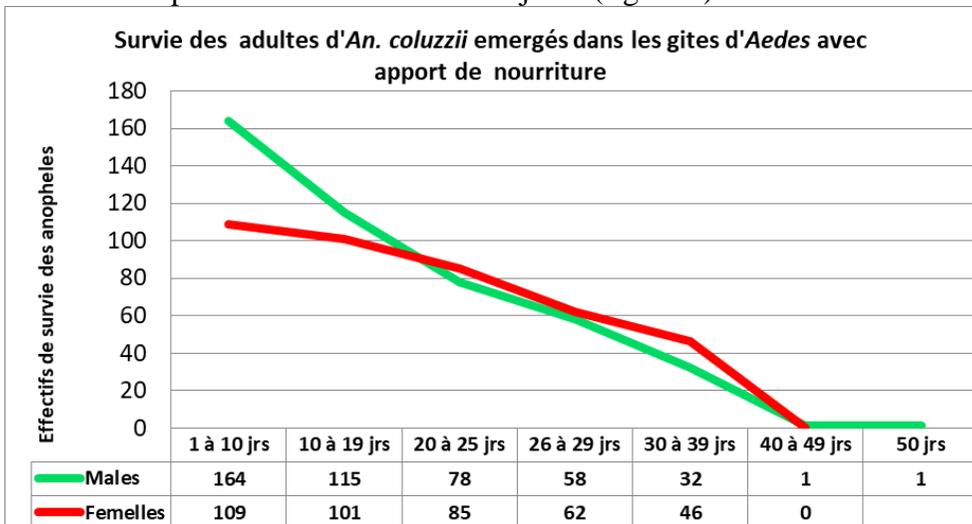


Figure 7 : Longévité des mâles et femelles d'*An. coluzzii* élevés dans les gîtes témoins avec apport de nourriture.

3.4.4. Suivi des adultes d'*An. Coluzzii* émergés dans les gîtes témoins avec apport de nourriture

Avec un apport de nourriture pendant le développement larvaire, les adultes d'*An. coluzzii* élevés dans les gîtes témoins ont mieux survécus (125 femelles et 135 mâles) au 25^e jour de suivi. Mais la survie maximale dans le groupe des femelles était de 29 jours alors que certains mâles ont pu atteindre 39 jours de survie (figure 8).

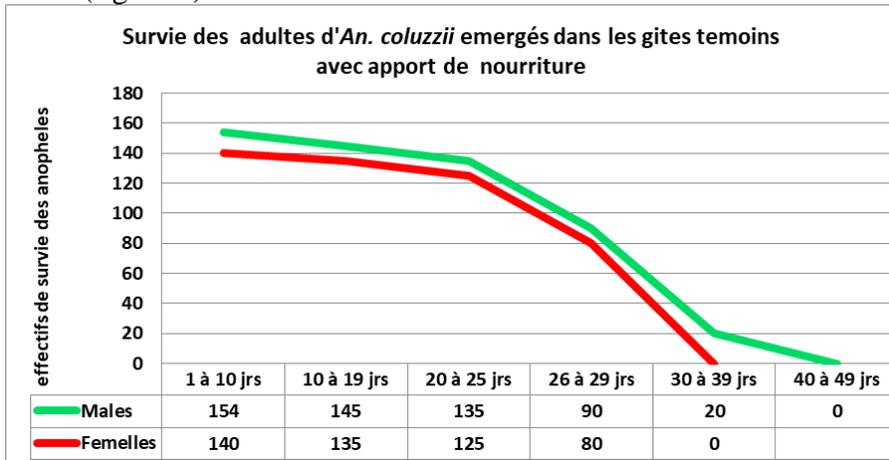


Figure 8 : Longévité des mâles et femelles d'*An. coluzzii* élevés dans les gîtes d'Aèdes avec apport de nourriture.

3.3.5. Longévité comparée par sexe des adultes d'*An. Coluzzi* émergés dans les gîtes témoins et gîtes Aèdes avec apport de nourriture

A l'exception d'un mâle qui avait survécu pendant 50 jours dans les gîtes témoins, tous les adultes aussi bien des gîtes témoins que ceux issus des gîtes de *Culex* n'ont pas survécus au-delà de 39 jours. Les tendances de survie étaient aussi similaires dans les deux types de gîtes (figure 9).

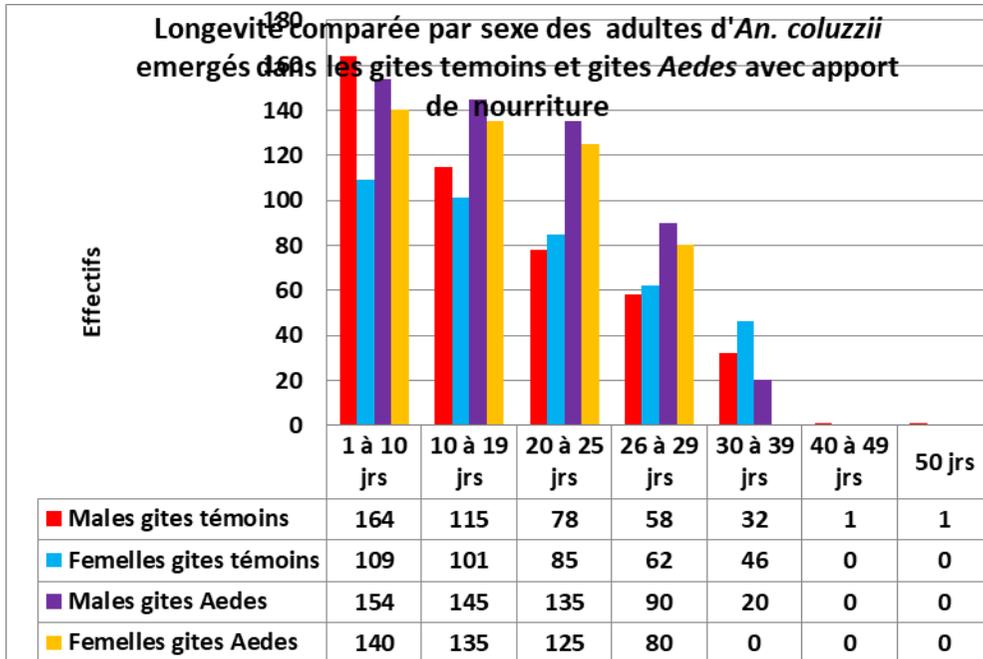


Figure 9: Longévité comparée des mâles et femelles d'*An. coluzzii* élevés dans les gîtes témoins et gîtes d'*Aedes* avec apport de nourriture.

4. DISCUSSION

4.1. Estimation du taux d'éclosion des œufs d'*An. coluzzii* dans les eaux de gîtes d'*Aedes* et de gîtes de *Culex* en conditions de laboratoire

Les paramètres physicochimiques observés dans les différents gîtes montrent que les gîtes de *Culex* abritaient les plus mauvaises conditions de vie aquatique pour les larves d'*An. coluzzii*. Cela pourrait expliquer par le très faible taux d'éclosion des œufs d'*An. coluzzii* dans les gîtes de *Culex*, malgré les bonnes conditions d'élevage dans l'insectarium qui a été utilisé comme lieu d'expérimentation pour cette étude. Il apparaît donc clairement que les gîtes de *Culex* ne semblent pas être idéals pour l'éclosion des œufs d'*An. coluzzii*.

Par contre, le taux d'éclosion des œufs d'*An. coluzzii* est assez bonne dans les gîtes d'*Aedes* mais encore meilleur dans les gîtes témoins avec l'eau déionisée. Mais sans apport de nourriture le taux d'éclosion des œufs d'*An. coluzzii* dans les gîtes d'*Aedes* est faible, l'apport alimentaire pourrait être à la base de l'amélioration des taux d'éclosions. Mais pour l'ensemble des gîtes les taux d'éclosion maximale sont obtenus 2 jours après le conditionnement des œufs d'*An. Coluzzii*. Cette observation a déjà été faite par beaucoup d'autres auteurs au Mali (15) et ailleurs dans le monde (16).

4.2. Estimation du succès de développement des larves d'*An. coluzzii* émergés des eaux de gîtes d'*Aedes* et de *Culex* en conditions de laboratoire

Les larves d'*An. coluzzii* sont incapables de se développer dans les gîtes de *Culex* avec ou sans apport de nourriture. Cela pourrait s'expliquer par la nature des gîtes de *Culex* qui sont caractérisés par des conditions physico-chimiques très défavorables à la survie des larves d'*Anopheles coluzzii*. Ce constat confirme ce qui avait été déjà décrit par d'auteurs par rapport à la caractérisation et la description des différents gîtes appropriés pour les *Anopheles*, les *Culex* et les *Aedes*, (17) .

Par contre le développement des larves d'*An. coluzzii* bien que faible dans les gîtes *Aedes* sans apport de nourriture, s'améliore assez-bien avec un supplément alimentaire. Il semble alors que les larves d'*An. coluzzii* pourront utiliser les gîtes *Aedes* comme alternatives dans les villes si les gîtes typiques d'*Anopheles* étaient introuvables. Le constat de la présence des larves d'*Anopheles* dans certains gîtes d'*Aedes* (18) avait été fait récemment au Burkina Faso (2019) au Niger (20) et au Sénégal (21). Cela pourrait s'expliquer par le fait que certains gîtes d'*Aedes* abritent des conditions physico-chimiques tolérables par les larves d'*Anopheles* malgré que ces conditions ne soient pas optimales pour celles-ci. D'où une indication d'adaptation possible des larves d'*An. coluzzii* aux conditions de développement larvaire dans les gîtes d'*Aedes*.

Dans la présente étude, 21 % des larves d'*An. coluzzii* ont pu atteindre le stade imago. Ce qui montre qu'en terme d'importance épidémiologique, une croissance exponentielle du nombre d'*Anopheles* obtenus peut contribuer à assurer la transmission vectorielle du paludisme en milieu urbain. Malgré que le nombre d'*Anopheles* capturé en milieu urbain soit encore très faible (22) et (23). Le nombre d'épisode de paludisme au sein de la population de Bamako est souvent multiplié dans les milieux universitaires comme rapporté par (24)

4.3. Estimation de la longévité des adultes d'*An. coluzzii* émergés des eaux de gîtes d'*Aedes* et de *Culex*.

Aucun imago d'*An. coluzzii* n'a pu être obtenu dans les gîtes de *Culex* avec ou sans apport de nourriture aux larves. La mortalité des larves était totale au bout de trois jours dans les gîtes de *Culex*. Par contre, des adultes d'*An. coluzzii* bien que rares ont été obtenus des gîtes d'*Aedes* sans apport alimentaire. Un supplément de nourriture améliore fortement la production d'adultes. La longévité maximale a passée de 29 jours sans alimentation à 39 jours avec un apport alimentaire. Il a été observé que les adultes d'*An. coluzzii* issus des gîtes d'*Aedes* vivraient aussi longtemps que ceux issus des gîtes témoins. Ce qui pourrait dire que les adultes d'*An. coluzzii* émergés des gîtes d'*Aedes* dans le milieu urbain, auront les mêmes chances de transmettre les pathogènes aussi longtemps que pourra faire un adulte d'*An. coluzzii* issu d'un gîte d'*Anopheles*. Ce phénomène pourrait être un comportement d'adaptation

d'*An. coluzzii* aux conditions de vie pré-imaginales (ou aquatiques) des *Aedes*. L'adaptation d'une espèce vectrice aux conditions écologiques d'une autre espèce, tout comme la substitution d'un vecteur par un autre dans une zone. Ce phénomène qui a été signalé par des chercheurs à travers le monde chez d'autres organismes comme chez les insectes (25) ; Ramas Amy Ranjan and Sinnathamby Noble Surendran).

5. Conclusion

Cette étude a montré qu'*An coluzzii* n'a pas la capacité de survivre dans les gîtes d'eau de *Culex*, mais il est susceptible de se développer dans les gîtes d'eau d'*Aedes* avec un faible taux de succès. Un apport alimentaire peut non seulement améliorer les conditions de vie des stades aquatiques du développement d'*An. coluzzii*, mais aussi accroître la survie des adultes.

Ces résultats peuvent être considérés comme des données préliminaires qui ont certainement besoin d'être consolidés par d'autres études à grande échelle en différentes saisons.

References:

1. Harbach RE. The classification of genus Anopheles (Diptera : Culicidae), (2021) : a working hypothesis of phylogenetic relationships. Bull Entomol Res. Déc 2004 ; 94(6) :537-53.
2. Les anophèles (2021)] : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle- fdi :010047862-Horizon: <https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010047862>
3. Coetzee M, Hunt RH, Wilkerson R, Torre AD, Coulibaly MB, Besansky NJ. (2013) : Anopheles coluzzii and Anopheles amharicus, new members of the Anopheles gambiae complex. Zootaxa. 28 févr. 2013 ;3619(3) :246-74.
4. Touré YT, Petrarca V, Traoré SF, Coulibaly A, Maïga HM, Sankaré O, et al. (1994) : Ecological genetic studies in the chromosomal form Mopti of Anopheles gambiae s.s. in Mali, West Africa. Genetica. 1 juin 1994 ;94(2) :213-23.
5. Becker RA, Janus ER, White RD, Kruszewski FH, Brackett RE. Good Laboratory Practices : Becker et al. (2010) : Respond. Environ Health Perspect. Mai 2010 ;118(5) : A194-5.
6. Carnevale P, Robert V, éditeurs (2021) : Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle. Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle. Marseille : IRD Éditions ; 2017. 391.
7. OMS | Rapport sur le paludisme dans le monde 2019. WHO; 23 février 2020

- a. <http://www.who.int/malaria/publications/world-malaria-report-2019/report/fr/M>
7. OMS. Paludisme WHO. World Health Organization; [cité 10 févr 2021]. Disponible sur: <http://www.who.int/topics/malaria/fr/>
8. Carnevale P, Robert V, éditeurs (2009) : Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle. IRD Éditions 10 févr 2021. <http://books.openedition.org/irdeditions/10374>.
9. Holstein MH. Biologie D (1954) : Anopheles gambiae : Am J Med Sci. Janv 1954 ;227(1) :111.
10. Klineberg E, McCall PJ, Hastings IM, Wilson MD, Amerasinghe FP, Donnelly MJ. (2005) : Malaria and Irrigated Crops, Accra, Ghana. Emerg Infect Dis. Août 2005 ;11(8) :1290-3.
11. Cussac M. Une étude sur la transmission du paludisme urbain et la nuisance culicidienne : impacts des facteurs environnementaux et sociodémographiques dans la ville de Ouagadougou (Burkina Faso). : 2005_2006 Mémoire.
12. Document_573962.pdf. Cité 15 oct. 2021: https://agritrop.cirad.fr/573962/1/document_573962.pdf
13. Lehmann T, Dao A, Yaro A, Adamou A, Kassogue Y, Diallo M, et al. (2010) : Aestivation of the African Malaria Mosquito, Anopheles gambiae in the Sahel. Am J Trop Med Hyg. 1 sept 2010 ;83 :601-6.
14. Larmarange J, Yaro S, Vallo R, Msellati P, Méda N, Ferry B. (2006) : Cartographier les données des Enquêtes Démographiques et de Santé à partir des coordonnées des zones d'enquête. Chaire Quétel.
15. 16-<http://www.keneya.net/fmpos/theses/2009/med/pdf/09M05.pdf>. 15 oct. 2021.
16. Kebede TT, Svensson M, Addissie A, Trollfors B, Andersson R. (2019) : Cost-effectiveness of childhood pneumococcal vaccination program in Ethiopia : results from a quasi-experimental evaluation. BMC Public Health. 2019 ;19(1) :1-12.
17. 18- Theobald, (1905) Pajot F-X. Contribution à l'étude écologique d'Aedes (Stegomyia) simpsoni (Diptera, Culicidae): observations concernant les stades préimaginaux. :18.
18. Badolo A, Bionomics of Aedes aegypti. dengue vector in urban, semi-urban and rural localities during the 2016 and 2017 outbreak in Burkina Faso. Jan. 21. Sahel Aedes Mosquito Research Network virtual meeting. Princeton University, NJ, USA.
19. Maiga A A, Resistance of Aedes aegypti to insecticide in Niger first report of V10161, FI534C and V419L, kdr mutation associated to pyrethroid resistance. Jan. 21. Sahel Aedes Mosquito Research Network virtual meeting. Princeton University, NJ, USA.

20. Sylla M. Geographic distribution of the two subspecies of *Aedes aegypti* s.l. in Senegal. Jan. 21. Sahel Aedes Mosquito Research Network virtual meeting. Princeton University, NJ, USA.
21. Coulibaly B. Yaro, A S, Traoré A, Ballo S, Kone S.I., Koumare S, Sidibe S, Sanogo Z. L, Diallo C T, Sodio B et Doumma A. Transmission vectorielle du paludisme en zones urbaine et péri-urbaine du District de Bamako. 2020. Communication Journée Scientifique DER Biologie FST-USTTB, Bamako, Mali
22. Poudiogo J. Etude de la nuisance des moustiques en milieu universitaire de la Faculté des Sciences et Techniques. 2021. Mémoire de master entomologie parasitologie FST-USTTB, Bamako, Mali.
23. Samake D. Mesure de prévention et de traitement du paludisme en milieux universitaires de Bamako. 2021. Mémoire de master entomologie parasitologie FST-USTTB, Bamako, Mali.
24. ZHONG A, Kun LI, Dejuan LI. (2011) : Research on Risks of Clean Technologies Introduction Under CDM Mechanism. Manag Sci Eng. 2011 ;5(3) :27-31.