



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Etude comparative sur la rémanence de l'huile essentielle de *Clausena anisata* (Rutaceae) et de *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae) pour la protection individuelle contre les moustiques (Diptera : Culicidae)

Ayaba Zita ABAGLI, Thierry B. C. ALAVO et David MOUTOUAMA

Laboratoire d'Entomologie Appliquée / Centre Edward Platzer, Université d'Abomey-Calavi; B.P: 215 Godomey (Bénin).

*Auteur correspondant; E-mail: abaglizita@yahoo.fr; Tél. : + 229 97 18 75 68.

Received: 01-02-2023

Accepted: 25-06-2023

Published: 30-06-2023

RESUME

Afin de proposer une formulation répulsive efficace pour la lutte anti-vectorielle, la présente étude a évalué la persistance de l'effet répulsif des concentrations de 1,50%, 3%, 4,5% et 6% des huiles essentielles de *Clausena anisata* et de *Hyptis suaveolens* contre *Culex quinquefasciatus*, deux heures après application. Au moins douze répétitions étaient effectuées pour chacune des concentrations. Le pied des volontaires traité 2 heures auparavant a été introduit dans une cage contenant 25 moustiques femelles âgées d'au moins dix jours. Le nombre de moustiques qui venaient se poser sur le pied traité était compté sur une durée de 15 minutes et le nombre de moustiques effectivement gorgés de sang était déterminé. Les résultats ont montré que l'effet répulsif des huiles essentielles persistait deux heures après application et augmentait avec la concentration. A la concentration de 6%, les taux de répulsion enregistrés étaient de 88,99% et 87,58% respectivement pour l'huile de *C. anisata* et celle de *H. suaveolens*. Le pourcentage de moustiques gorgés de sang enregistré pour cette concentration de 6% était de 2,36% et 2,7% respectivement pour *C. anisata* et de *H. suaveolens*. Nous pouvons conclure que deux heures après application, les effets des deux huiles s'équivalaient à la concentration de 6%.
© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Moustiques, Vecteurs, Huiles essentielles, Répulsifs, Lutte anti-vectorielle.

Comparative study on the persistence of the essential oil of *Clausena anisata* (Rutaceae) and *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae) for individual protection against mosquitoes (Diptera: Culicidae)

ABSTRACT

In order to propose an efficient repellent formulation for vector control, this study evaluated the persistence of the repellent effect of concentrations of 1.50%, 3%, 4.5% and 6% of essential oils of *Clausena anisata* and *Hyptis suaveolens* against *Culex quinquefasciatus*, two hours after application. For each concentration of the essential oils, at least 12 replicates were performed. Informed consent volunteers were used; one foot (of each) treated 2 hours previously is placed in a cage containing 25 female mosquitoes aged at least 10 days. The number of mosquitoes landing and biting on the treated volunteer during a 15 minutes was recorded. The results showed that the repellent effect of essential oils persisted two hours after application and increases

with increasing concentration. At a concentration of 6%, the repellency rates recorded were 88,99% and 87,58% respectively for *C. anisata* and *H. Suaveolens* oil. The percentage of mosquitoes taking blood recorded for this 6% concentration was 2,36% and 2,7% respectively for *C. anisata* and *H. Suaveolens* oil. We can therefore conclude that two hours after application, the repellent effects of the two oils were similar at 6% concentration. © 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Mosquitoes, Vectors, Essential oils, Repellents, Vector control.

INTRODUCTION

Les moustiques sont vecteurs de nombreuses maladies comme le paludisme, la filariose, le chikungunya, la dengue, la fièvre jaune, la maladie à virus du Nil occidental et celle à virus Zika (Marimuthu et al. 2016). Parmi ces maladies, le paludisme reste de loin celle qui enregistre le taux de mortalité le plus important (Sylla et al. 2018). Selon le Rapport 2022 de l'OMS sur le paludisme, le nombre de cas de paludisme a été estimé à 247 millions dans le monde en 2022. Au niveau mondial, le nombre de décès dus au paludisme est de 625 000 à 619 000 de 2020 à 2021. En 2021, 95 % des cas de paludisme et 96 % des décès dus au paludisme ont été enregistrés en Afrique. Les enfants de moins de 5 ans représentaient 80 % environ des décès dus au paludisme dans la région (OMS, 2022).

L'utilisation intensive des insecticides chimiques de synthèse dans les opérations de lutte anti-vectorielle a conduit au développement du phénomène de résistance chez les moustiques (Djogbénu et al., 2011 ; Aikpon et al., 2013 ; Ahadji-Dabla et al., 2014 ; Wangrawa et al., 2015 ; Aikpon et al., 2020). De plus, les produits chimiques sont toxiques pour l'Homme et ont des effets néfastes sur l'environnement (Saiyed et al., 2003 ; Lemaire et al., 2004). Face à ces problèmes, il est indispensable de rechercher activement des mesures alternatives aux insecticides chimiques de synthèse afin de lutter efficacement contre les moustiques et de réduire les effets néfastes des insecticides chimiques sur la santé humaine et sur l'environnement. Dans cette perspective, l'utilisation des huiles essentielles extraites des plantes tropicales comme un répulsif anti-moustiques est à considérer.

Des études ethnobotaniques réalisées au Kenya sur des plantes traditionnellement utilisées contre les moustiques ont montré qu'un bon nombre d'entre elles chassent efficacement les moustiques lorsqu'elles sont brûlées la nuit dans les chambres par les populations locales. Parmi ces plantes figure *Hyptis suaveolens* Poit. (Seyoum et al., 2002). Au Bénin, les études réalisées au laboratoire et en milieu naturel ont montré que l'huile essentielle de *H. suaveolens* assure une protection individuelle contre les moustiques pendant de nombreuses heures (Abagli et al., 2012) et cette huile essentielle à la concentration de 10% offre une durée de protection individuelle similaire à celle d'une formulation chimique contenant 30% de DEET (Abagli et Alavo, 2011). Néanmoins, le rendement en huile essentielle des feuilles de *H. suaveolens* étant faible, il est nécessaire de mettre au point une formulation constituée de faibles doses de différentes huiles essentielles afin de mettre sur le marché un produit économiquement rentable. Quant à *C. anisata*, elle est utilisée pour repousser les moustiques dans certaines régions d'Afrique du Sud (Mavundza et al., 2011). Mukandiwa et al. (2016) ont testé l'effet répulsif de l'extrait brut d'acétone de *C. anisata* sur les adultes du moustique *Aedes aegypti* et ont conclu que *C. anisata* a un effet répulsif sur ces moustiques. De même, Khamala (2004) a prouvé que l'huile essentielle de *C. anisata* a un effet répulsif sur le moustique *Anopheles gambiae* s.s. Récemment, Abagli et al. (2023) ont testé l'effet répulsif de faibles concentrations de l'huile essentielle de *C. anisata* sur les adultes du moustique *Cx. quinquefasciatus*, et ont conclu que la concentration de 1% chasse 100% des moustiques pendant les 15 premières minutes qui suivent son application ; d'où la

nécessité d'évaluer la persistance de l'effet répulsif de cette huile essentielle dans le temps. Le présent travail était une étude comparative sur la rémanence des huiles essentielles de *C. anisata* et de *H. suaveolens*. Il vise à proposer une formulation efficace pour la lutte contre les moustiques.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Les feuilles étaient récoltées sur les plantes de *H. suaveolens* cultivés dans la ferme agronomique de l'université d'Abomey-Calavi et les feuilles de *C. anisata* étaient récoltées dans les régions d'Abomey-Calavi et de Niaouli.

Le moustique *Culex quinquefasciatus* a été utilisé pour les tests. Ces moustiques ont été élevés au laboratoire d'entomologie appliquée de l'Université d'Abomey-Calavi (Bénin).

Méthodes

Extraction des huiles essentielles de H. suaveolens et celle de C. anisata

Les feuilles de *H. suaveolens* et de *C. anisata* ont été séchées à l'ombre pendant trois jours avant l'extraction de l'huile essentielle. L'extraction des huiles essentielles était faite par la technique d'entraînement par la vapeur et le dispositif utilisé était un distillateur de type Clevenger.

Elevage des moustiques au laboratoire

Pour l'élevage, les œufs de ces moustiques ont été introduits dans des bacs rectangulaires en plastique de 10 L de volume, contenant un volume de 3 L d'eau. Les œufs ont été répartis à raison de 15 radeaux par bac. Ces bacs ont été installés dans une salle aérée à température ambiante. Les larves issues des œufs étaient nourries trois fois par semaine avec de la provende de poisson T-Catfish Finisher-flot 7. Cette provende était d'abord écrasée puis mélangée avec de l'eau (25 g de provende écrasée pour 1 L d'eau). Ce mélange était ensuite versé dans l'eau contenant les larves, ceci en tenant compte de la densité larvaire. Ces bacs ont été recouverts de voile de moustiquaire pour empêcher d'autres espèces de moustiques de venir pondre dans l'eau. Les imagos qui émergeaient de ces larves étaient

recueillis directement dans des cages couvertes de voile de moustiquaire. Les cages contenant les adultes ont été installées dans l'insectarium où la température était réglée à 28°C. Les moustiques adultes étaient nourris avec de l'eau sucrée à la concentration de 10%. Les moustiques qui n'étaient pas utilisés pour les tests ont été gorgés une fois par semaine. Le repas sanguin était fourni par la volaille (coq, poule).

Préparation des solutions

L'huile essentielle était dissoute dans le solvant (isopropanol pur à 99,8%). La préparation de la solution était faite avant le démarrage des tests. La solution était conservée dans des flacons sombres hermétiquement fermés et gardés au réfrigérateur. Pour la préparation 18 ml de la solution à la concentration de 3% par exemple, l'huile essentielle pure était dissoute dans le solvant à raison de 540 µl d'huile pour 17460 µl d'isopropanol.

Procédure des tests de répulsion au laboratoire

Avant le démarrage des tests, les moustiques adultes âgés d'au moins 10 jours étaient privés du jus sucré pendant 10 heures de temps afin de les affamer pour susciter en eux l'envie de prendre un repas sanguin. L'huile essentielle de *C. anisata* ou de *H. suaveolens* était appliquée directement sur les pieds des volontaires (âgés entre 20 et 30 ans) ayant donné leur consentement éclairé. Un pied de chaque volontaire était traité avec la solution de l'huile essentielle à l'aide de coton hydrophile imbibé de 3 ml de la solution. Deux heures de temps après l'application, le pied traité était introduit dans une cage contenant un lot de 25 femelles préalablement triées dans une cage de moustique (30 cm x 30 cm x 30 cm). Les tests démarraient à 19 heures, heure à laquelle les moustiques *Cx. quinquefasciatus* devenaient actifs.

Durant les 15 premières minutes qui suivaient l'introduction du pied dans la cage, le nombre de moustiques qui venaient se poser sur le pied traité était recensé. Après le test, les moustiques sont aspirés à l'aide de l'aspirateur à bouche dans un gobelet couvert de voile de moustiquaire. Ce gobelet est mis au

congélateur afin de tuer les moustiques. Ces moustiques tués ont été observés à la loupe binoculaire pour déterminer le nombre de femelles effectivement gorgées de sang. La persistance de l'effet répulsif des concentrations suivantes : 1,50% ; 3% ; 4,50% et 6% de chacune des huiles essentielles a été évaluée deux heures de temps après application.

Pour les tests concernant l'huile essentielle de *C. anisata*, seize (16) répétitions ont été effectuées et pour les tests concernant l'huile essentielle de *H. suaveolens* 12 répétitions ont été effectuées pour chacune des concentrations à raison d'un volontaire par répétition. Chaque répétition a été réalisée avec un témoin (volontaire non traité).

Analyse statistique des données

L'analyse statistique des données relatives aux pourcentages de poses et de gorgés a été faite par le logiciel Statistica en utilisant le modèle linéaire général (GLM).

Le pourcentage de répulsion pour chaque variante de concentration testée au laboratoire a été également calculé en utilisant la formule suivante (Sharma et Ansari, 1994) :

$$\text{Pourcentage de répulsion} = \frac{(N_{\text{témoin}} - N_{\text{exp}})}{N_{\text{témoin}}} \times 100$$

$N_{\text{témoin}}$ est le nombre de moustiques collectés sur les volontaires servant de témoins

N_{exp} est le nombre de moustiques collecté sur les volontaires traités.

RESULTATS

Effet répulsif de l'huile essentielle de *C. anisata* à différentes concentrations contre le moustique *Cx. quinquefasciatus*

La Figure 1a montre l'effet répulsif des différentes concentrations de l'huile essentielle de *C. anisata* sur le moustique *Cx. quinquefasciatus* deux heures de temps après application. L'analyse de cette Figure révèle que le pourcentage de moustiques posés était de 12,3% ; 9,56% ; 8,07% et 3,14% respectivement pour les concentrations de 1,50% ; 3% ; 4,50% et 6% de l'huile essentielle *C. anisata*. Pour le témoin, le pourcentage de moustiques posés était de 28,35%.

La Figure 1b nous indique l'effet des différentes concentrations de l'huile essentielle de *C. anisata* sur le nombre de moustiques gorgés de sang. Cette figure montre que 4,71% ; 3,35% ; 4,16% et 2,36% de moustiques se sont gorgés de sang sur les pieds des volontaires traités respectivement avec les concentrations de 1,50% ; 3% ; 4,50% et 6% de cette huile essentielle. Sur le témoin (pied non traité), le pourcentage de moustiques gorgés était 28,62%. Ces résultats nous permettent de dire qu'en général, le nombre de poses et le pourcentage de moustiques gorgés diminuaient au fur et à mesure que la concentration de l'huile essentielle augmente.

Effet répulsif de l'huile essentielle de *H. suaveolens* à différentes concentrations contre les moustiques *Cx. quinquefasciatus*

La Figure 2.a traduit l'effet répulsif des différentes concentrations de l'huile essentielle de *H. suaveolens* sur les moustiques *Cx. quinquefasciatus* deux heures de temps après application. Cette figure indique que le pourcentage de moustiques posés était de 35,93% ; 22,10% ; 17,5% et 6,41% respectivement pour les concentrations de 1,50% ; 3% ; 4,50% et 6% de l'huile essentielle *H. suaveolens*. Pour le témoin, ce pourcentage est de 47,35%.

La Figure 2.b montre l'effet des différentes concentrations de l'huile essentielle de *H. suaveolens* sur le nombre de moustiques *Cx. quinquefasciatus* gorgés de sang sur les pieds des volontaires. Cette figure indique que deux heures de temps après application, 15,93% ; 12,23% ; 7,4% et 2,7% de moustiques se sont gorgés de sang respectivement sur les volontaires traités avec les concentrations de 1,5% ; 3% ; 4,5% et 6% de l'huile essentielle de *H. suaveolens*. Sur le témoin (pied non traité), le pourcentage de moustiques gorgés était 26,70%. Ces résultats nous permettent de dire que le nombre de poses et le pourcentage de moustiques gorgés diminuaient au fur et à mesure que la concentration de l'huile essentielle augmente.

Comparaison de la rémanence de l'huile essentielle de *C. anisata* avec celle de *H. suaveolens* contre *Culex quinquefasciatus*

Les essais ont montré que les concentrations de 1,5% ; 3% et 4,5% de l'huile essentielle de *C. anisata* ont induit des taux de répulsion de 49,46%, 59,78% et 79,6% respectivement contre 22,05%, 55,17% et 57,02% pour l'huile de *H. suaveolens*. Ces résultats montrent que, à faibles concentrations, l'huile essentielle de *C. anisata* avait un meilleur effet répulsif par rapport à l'huile essentielle de *H. suaveolens* (Figure 3a). A la concentration de 6%, le taux de répulsion était de 88,99% et 87,58% respectivement pour *C. anisata* et *H. suaveolens* (Figure 3a). L'analyse statistique a révélé qu'il existait une différence significative entre le pourcentage de

répulsion de l'huile essentielle de *C. anisata* et celui de *H. suaveolens* quelle que soit la concentration testée ($p < 0,005$).

La Figure 3b révèle que deux heures de temps après application, 4,71% ; 3,35% ; 4,16% et 2,36% des moustiques ont été gorgés de sang sur le pied des volontaires traités respectivement avec les concentrations de 1,5% ; 3% ; 4,5% et 6% d'huile de *C. anisata* contre 15,93% ; 12,23% ; 7,4% et 2,7% de moustiques gorgés pour l'huile de *H. suaveolens*.

L'analyse statistique a révélé qu'il existait une différence significative entre le pourcentage de moustiques gorgés de sang sur le pied des volontaires traité à l'huile essentielle de *C. anisata* et de *H. suaveolens* quelle que soit la concentration ($p < 0,005$).

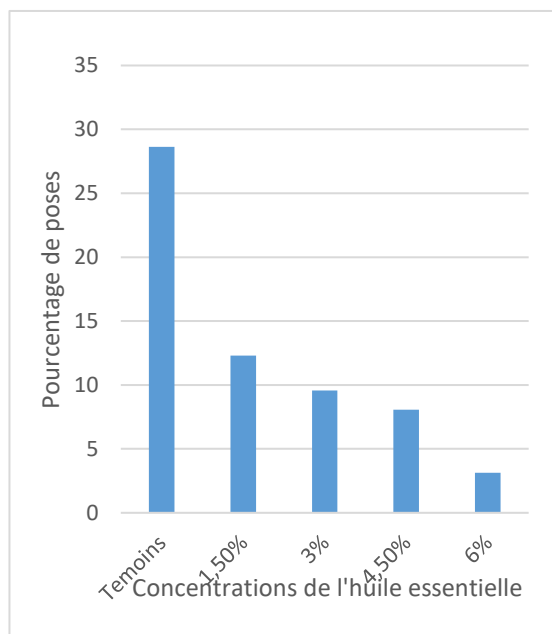


Figure 1a: Effet des différentes concentrations de *C. anisata* sur le pourcentage de moustiques posés sur le pied des volontaires deux heures de temps après application.

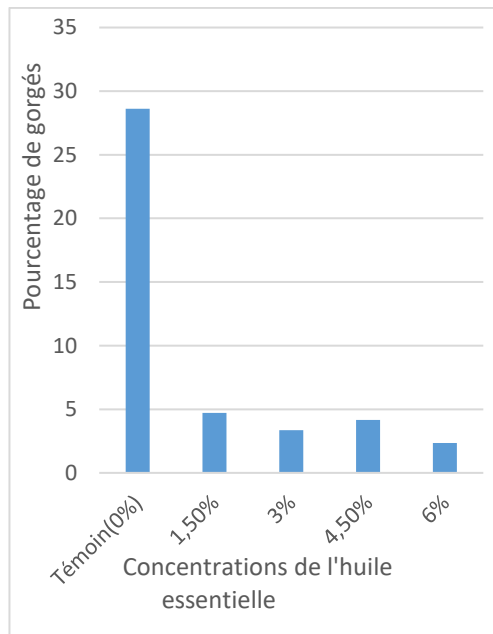


Figure 1b: Pourcentage de moustiques gorgés sur les pieds des volontaires deux heures de temps après application de différentes concentrations de l'huile essentielle de *C. anisata*.

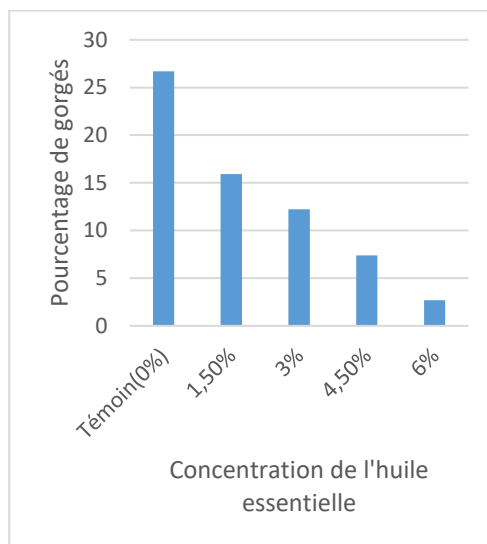
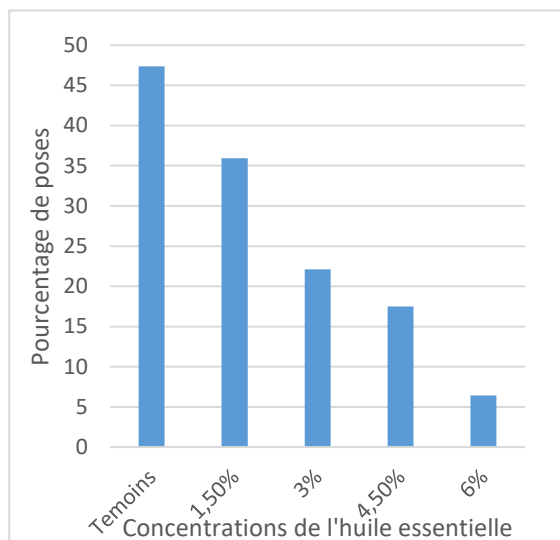


Figure 2b: Effet des différentes concentrations de l'huile essentielle de *H. suaveolens* sur le pourcentage de moustiques posés sur le pied des volontaires deux heures de temps après application.

Figure 2b: Pourcentage de moustiques gorgés sur les pieds des volontaires deux heures de temps après application de différentes concentrations de l'huile essentielle de *H. suaveolens*.

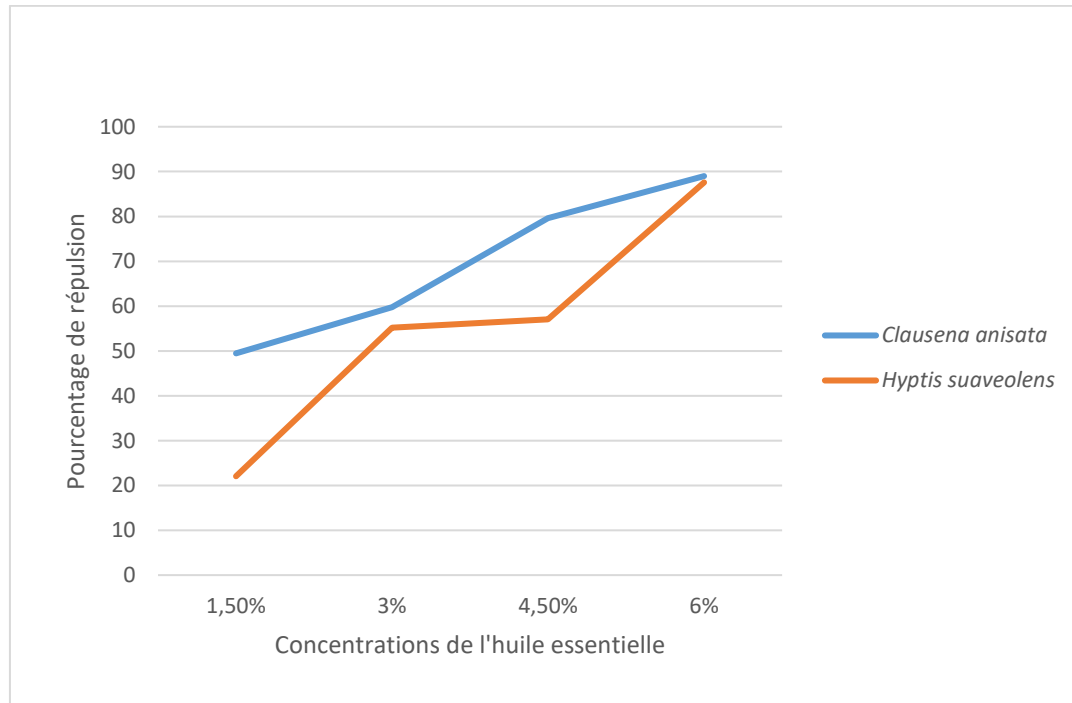


Figure 3a: Taux de répulsion des huiles essentielles de *C. anisata* et de *H. suaveolens* deux de temps heures après application.

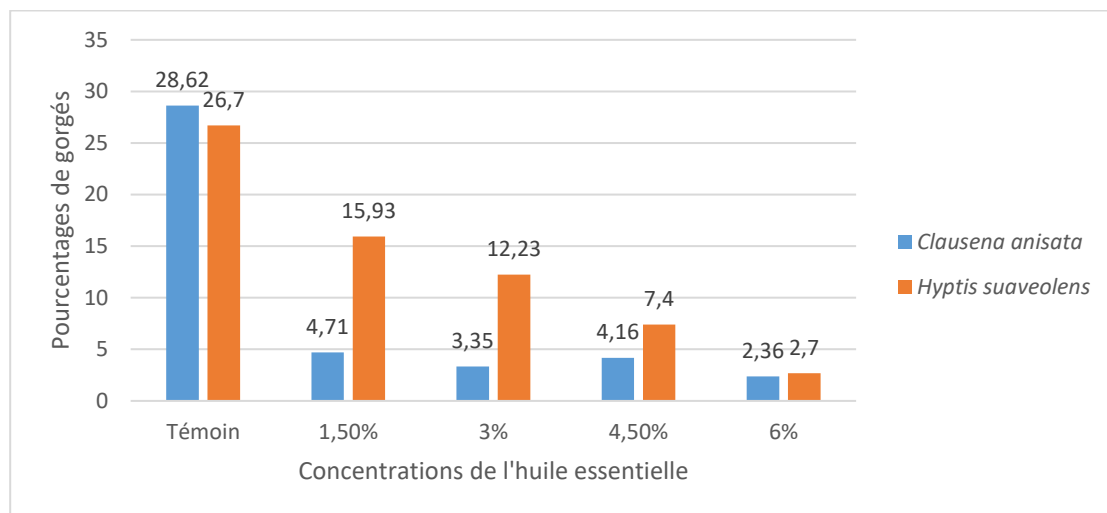


Figure 3b: Pourcentages de moustiques gorgés deux heures de temps après application des huiles essentielles de *C. anisata* et de *H. suaveolens*.

DISCUSSION

Des chercheurs ont mené des études sur l'effet répulsif de l'huile essentielle de *H. suaveolens*. Il s'agit entre autres de Jeanson et al. (2006), Abagli et al. (2009), Abagli et al. (2012) et Conti et al. (2012). En effet, selon Jeanson et al. (2006), les composés volatiles comme β - caryophyllène, bergamotène, terpinolène, l'humulène, sabinène et limonène sont contenues dans les feuilles de *H. suaveolens* et ont des propriétés insecticides et insectifuges. Ces mêmes auteurs ont testé l'effet répulsif de cette huile essentielle contre le moustique *Ae. aegypti* mais leur travail n'ont pas permis de connaître la concentration optimale de l'huile essentielle nécessaire pour chasser efficacement les moustiques. Abagli et al. (2012) et Conti et al. (2012) quant à eux, ont évalué l'effet répulsif de différentes concentrations de l'huile essentielle de *H. suaveolens* contre différentes espèces de moustiques. Leurs résultats ont montré d'une part que le taux de répulsion augmente au fur et à mesure que la concentration de l'huile essentielle augmente, et d'autre part que l'effet répulsif persiste dans le temps en fonction de la concentration de l'huile essentielle. Au cours de la présente étude, le taux de répulsion des concentrations de 1,5% ; 3% ; 4,5% et 6% de l'huile essentielle de *H. suaveolens* a été

déterminé et les résultats ont montré que l'effet répulsif persiste deux heures de temps après application et augmente en fonction de la concentration testée. Ces résultats sont conformes à ceux de Abagli et al. (2012) et Conti et al. (2012). Pour la concentration de 6%, nous avons obtenu un taux de répulsion égal à 88,99% deux heures de temps après application. Ce taux est comparable au taux de répulsion obtenu par Abagli et al. (2009) qui est de 97% pour cette même concentration aussitôt après application.

S'agissant de l'huile essentielle de *C. anisata*, avant le début de cette étude, très peu de travaux ont été consacrés à l'étude de l'effet de cette huile contre les moustiques. En effet, certains auteurs ont testé l'effet larvicide de l'huile essentielle de *C. anisata*, contre les larves des espèces comme *Cx. quinquefasciatus*, *Ae. aegypti*, *An. stephensi*, *An. subpictus*, *An. arabiensis* et *Ae albopictus* (Govindarajan, 2010 ; Mavundza et al., 2013 ; Govindarajan et Sivakumar, 2013 ; Makirita et al., 2015 ; Mukandiwa et al., 2015 ; Jayaraman et al., 2015). Selon ces auteurs l'huile essentielle de *C. anisata* a des propriétés larvicides remarquables contre les larves de ces moustiques. En outre, Mavundza et al. (2014) ont testé l'effet adulticide des extraits de dichlorométhane et éthanol de *C. anisata*

contre *An. arabiensis* et ont constaté que *C. anisata* avait un effet adulticide. Par ailleurs, Mukandiwa et al. (2016) ont testé l'effet répulsif de l'extrait brut d'acétone de *C. anisata* contre les adultes du moustique *Ae aegypti* et ont conclu que *C. anisata* a un effet répulsif sur ces moustiques avec un taux de répulsion de 93%. Khamala, (2004) quant à lui a prouvé que l'huile essentielle de *C. anisata* a un effet répulsif contre le moustique *An. gambiae s.s.* Récemment, Abagli et al. (2023) ont testé l'effet répulsif de faibles concentrations (0,25% ; 0,5% ; 0,75% et 1%) de l'huile essentielle de *C. anisata* contre les adultes de moustiques *Cx. quinquefasciatus*. Les résultats de ces chercheurs ont montré que la concentration de 1% chasse 100% des moustiques pendant les 15 premières minutes qui suivent son application. Lors de la présente étude, l'huile essentielle de *C. anisata* a été testée à des concentrations de 1,5% ; 3% ; 4,5% et 6% deux heures de temps après application contre les moustiques *Cx. quinquefasciatus* et les résultats obtenus montraient qu'en général, une augmentation de la concentration entraîne une augmentation du taux de répulsion; et la concentration de 6% de l'huile de *C. anisata* a repoussé 87,58%. Au regard de tous ces travaux, on peut conclure que l'huile essentielle de *C. anisata* a un effet répulsif certain contre les moustiques. L'activité répulsive de *C. anisata* peut s'expliquer par la composition chimique de l'huile essentielle (Khamala, 2004).

Enfin, la présente étude a révélé qu'à faibles concentrations, l'huile de *C. anisata* a un meilleur effet répulsif que celle de *H. suaveolens*. Les raisons de ce comportement de l'huile de *C. anisata* pourraient se trouver dans la composition chimique de l'huile essentielle.

Conclusion

Après analyse et discussion des résultats obtenus au cours de la présente étude, nous pouvons conclure que, l'huile essentielle de *C. anisata* à faibles concentrations a un meilleur effet répulsif par rapport à l'huile essentielle de *H. suaveolens*. Néanmoins, les effets des deux huiles s'équivalent à la concentration de 6%, deux heures de temps après application.

Nous suggérons d'étudier l'effet synergiste de l'huile essentielle de *C. anisata* et celle de *H. suaveolens* afin de mettre au point des préparations répulsives à base de ces deux huiles à utiliser dans le cadre de la lutte intégrée des moustiques vecteurs de maladies. Enfin, une étude approfondie des différentes molécules constituant les deux huiles s'avère nécessaire.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AZA, DM et TBCA ont contribué à part égale aux travaux et à la rédaction de cette publication.

DÉCLARATION ÉTHIQUE

Avant le démarrage de l'étude, nous avons signalé aux volontaires que les moustiques utilisés pour les tests étaient des jeunes adultes qui n'avaient jamais piqué un vertébré. Les moustiques étaient donc sains c'est-à-dire sans parasite. Tous les volontaires ont ainsi donné leur consentement éclairé avant leur participation à l'étude.

REMERCIEMENTS

Nos sincères remerciements à tous les volontaires qui ont participé à cette étude. Ce travail n'a reçu aucun financement.

REFERENCES

- Abagli AZ, Alavo TBC, Djouaka R, Ahomadégbé MA, Ahoton LE, Yayi E, Avlessi F. 2009. Taux de répulsion de différentes concentrations de l'huile essentielle de *Hyptis suaveolens* contre le moustique *Anopheles gambiae* (Diptera : Culicidae). Actes du 2e colloque de l'UAC des Sciences, Cultures et Technologies, Sciences agronomiques. 329-49.
- Abagli AZ, Alavo TB C. 2011. Essential oil from Bush Mint, *Hyptis suaveolens*, is as effective as DEET for Personal Protection against Mosquito bites. *The Open Entomology Journal.*, **5**: 45-48. DOI:10.2174/1874407901105010045

- Abagli AZ, Alavo TBC, Avlessi F, Moudachirou M. 2012. Potential of the Bush Mint, *Hyptis suaveolens* essential Oil for Personal Protection against mosquito biting. *Journal of the America Mosquito Control Association*, **28**(1): 15-20. DOI: <http://dx.doi.org/10.2987/11-6181.1>
- Abagli A.Z., Hangnilo L. & Alavo T.B.C. 2023. Effet Répulsif de Faibles Concentrations de l’Huile Essentielle de *Clausena anisata* (Rutaceae) Contre les Moustiques Adultes (Diptera: Culicidae). *European Scientific Journal, ESJ.*, **19**(12): 139. DOI: <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n12.p139>
- Ahadji-Dabla KM, Ketoh GK, Nyamador WS, Apétogbo GY, Glitho IA. 2014. Susceptibility to DDT and Pyrethroids, and detection of Knockdown Resistance Mutation in *Anopheles gambiae sensu lato* in Southern Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(1): 314-323. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i1.27>
- Aikpon R, Agossa F, Ossè R, Oussou O, Aïzoun N, Oké-Agbo F, Akogbéto M. 2013. Bendiocarb Resistance in *Anopheles gambiae* s.l. Populations from Atacora Department in Benin, West Africa: a threat for malaria vector control. *Parasites and Vectors*, **6**: 192. DOI: [10.1186/1756-3305-6-192](http://dx.doi.org/10.1186/1756-3305-6-192)
- Aikpon R, Missihoun A, Lokossou A, Aikpon G, Salifou S, Dansi A, et Agbangla C. Hétérogénéité Génétique et Résistance des vecteurs du Paludisme (*Anopheles gambiae* s.l) aux Insecticides en zone cotonnière au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(8): 2724-2736. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i8.6>
- Conti B, Benelli G, Flamini G, Cioni PL, Profeti R, Ceccarini L, Macchia M, Canale A. 2012. Larvicidal and repellent activity of *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae) essential oil against the mosquito *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.*, **110**: 2013-21. DOI: [10.1007/s00436-011-2730-8](https://doi.org/10.1007/s00436-011-2730-8)
- Djogbéno L, Pasteur N, Akogbéto M, Weill M, Chandre F. 2011. Insecticide Resistance in the *Anopheles gambiae* complex in Benin: a Nationwide Survey. *Med Vet Entomol.*, **25**: 256–67. DOI: [10.1111/j.1365-2915.2010.00925.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2010.00925.x)
- Govindarajan M, Sivakumar R, Rajeswari M, Yogalakshmi K. 2012. Chemical Composition and Larvicidal Activity of Essential Oil from *Mentha spicata* (Linn.) against three mosquito species. *Parasitology Research*, **110**(5): 2023–2032. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2731-7>
- Govindarajan M, Sivakumar A. 2013. Chemical Composition and Larvicidal Properties of *Clausena anisata* (Willd.) Hook. f. ex Benth (Rutaceae) Essential Oil against *Anopheles subpictus* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *International Journal of Current Medical Sciences*, **3**(1): 10-14. DOI: [10.1016/j.exppara.2013.01.018](https://doi.org/10.1016/j.exppara.2013.01.018)
- Jaenson TGT, Palsson K, Borg-Karlson AK. 2006. Evaluation of Extracts and Oils of Mosquito (Diptera : Culicidae) Repellent Plants from Sweden and Guinea-Bissau. *Journal of Medical Entomology*, **43**(1): 113-119. DOI: [10.1603/0022-2585\(2006\)043\[0113:EOEAOO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0022-2585(2006)043[0113:EOEAOO]2.0.CO;2)
- Jayaraman M, Senthilkumar A, Adaikala Raj G, Venkatesalu V. 2015. Isolation of Mosquito Larvicidal Molecule from the leaves of *Clausena anisata*. *Journal of Experimental Sciences*, **6**: 12-16. DOI: <https://doi.org/10.19071/jes.2015.v6.2927>
- Khamala SS. 2004. Bioevaluation of Insecticidal and Repellent Plants from Central Region of Kenya and Chemical Identification of Bioactive Derivatives. A thesis submitted in partial fulfillment for the award of the degree of Master of Science of Kenyatta University, Nairobi p. 100.
- Lemaire G, Terouanne B, Mauvais P, Michel S, Rahmani R. 2004. Effect of Organochlorine Pesticides on Human Androgen Receptor Activation Invitro. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, **196**: 235–246. DOI: [10.1016/j.taap.2003.12.011](https://doi.org/10.1016/j.taap.2003.12.011)

- Makirita W, Chauka L, Chacha M. 2015. Larvicidal activity of *Clausena anisata* Fruits and Leaves Extracts against *Anopheles gambiae* Giles.s, *Culex quinquefasciatus* Say and *Aedes aegyptiae*. *Spatula DD.*, **5**(3): 147-153. DOI: 10.5455/spatule.20151118060743
- Marimuthu, G., Shine, K., Naiyf, S. A., & Giovanni, B. 2016. Acute Toxicity and Repellent Activity of the Origanum scabrum Boiss. & Heldr. (Lamiaceae) Essential Oil against four Mosquito Vectors of Public Health Importance and its biosafety on non-target aquatic organisms. *Environ Sci Pollut Res.*, **23**: 23228–23238. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7568-2>
- Mavundza EJ, Maharaj R, Finnie JF, Van Staden J. 2011. An ethnobotanical Survey of Mosquito Repellent Plants in uMkhanyakude district, KwaZulu-Natal Province, South Africa. *J. Ethnopharmacol.*, **137**: 1516–1520. DOI: 10.1016/j.jep.2011.08.040
- Mavundza EJ, Maharaj R, Chukwujekwu JC, Finnie JF, Van Staden J. 2013. Larvicidal Activity against *Anopheles arabiensis* of 10 South African plants that are traditionally used as Mosquito Repellents. *South African Journal of Botany*, **88**: 86–89. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2013.05.007>
- Mavundza EJ, Maharaj R, Chukwujekwu JC, Finnie JF, Van Staden J. 2014. Screening for Adulticidal Activity against *Anopheles arabiensis* in ten plants used as Mosquito Repellents in South Africa. *Malar. J.*, **13**: 173. DOI: 10.1186/1475-2875-13-173
- Mukandiwa L, Eloff JN, Naidoo V. 2015. Larvicidal Activity of Leaf Extracts and Seselin from *Clausena anisata* (Rutaceae) against *Aedes aegypti*. *South African Journal of Botany*, **100**: 169–173. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2015.05.016>
- Mukandiwa L, Eloff JN, Naidoo V. 2016. Repellent and Mosquitocidal Effects of Leaf Extracts of *Clausena anisata* against the *Aedes aegypti* mosquito (Diptera: Culicidae). *Environ. Sci. i Pollut. Res.*, **23**: 11257–11266. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6318-9>
- OMS. 2022. Rapport 2022 sur le paludisme dans le monde. URL: <https://www.who.int/fr/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2022>.
- Saiyed H, Dewan A, Bhatnagar V, Shenoy U, Shenoy R, Rajmohan H, Patel K, Kashyap R, Kulkarni P, Rajan B, Lakkad B. 2003. Effect of Endosulfan on Male Reproductive Development. *Environ. Health Perspect.*, **111**(16): 1958–1962. DOI: 10.1289/ehp.6271
- Sylla Y, Silue DK, Ouattara K, Kone MW. 2018. Etude Ethnobotanique des plantes utilisées contre le Paludisme par les Tradithérapeutes et Herboristes dans le District d’Abidjan (Côte d’Ivoire). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(3): 1380-1400. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i3.25>
- Seyoum A, Palsson K, Kung’a S, Kabiru EW, Lwande W, Killeen GF, Hassanali A, Knols BGJ. 2002. Traditional Use of Mosquito-Repellent Plants Inwestern Kenya and Their Evaluation in Semi-Field Experimental huts against *Anopheles gambiae*: Ethnobotanical Studies and Application by Thermal Expulsion and Direct Burning. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, **96**: 225-231. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0035-9203\(02\)90084-2](https://doi.org/10.1016/S0035-9203(02)90084-2)
- Sharma VP, Ansari MA. 1994. Personal Protection from mosquitoes (Diptera: Culicidae) by burning Neem Oil in kerosene. *J. Med. Entomol.*, **31**: 505-507. DOI: 10.1093/jmedent/31.3.505
- Wangrawa DW, Badolo A, Guelbéogo WM, Kiendrébeogo M, Nébié RCH, Sagnon N, Sanon A. 2015. Biological Activities of four Essential Oils against *Anopheles gambiae* in Burkina Faso and their In vitro Inhibition of Acetylcholinesterase. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(2): 793-802. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i2.19>