

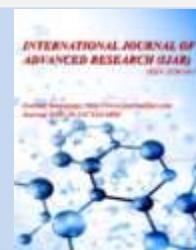


Journal Homepage: - www.journalijar.com

INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI: 10.21474/IJAR01/15122

DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/15122>



RESEARCH ARTICLE

EFFICACITE DES PRODUITS ANTIMOUSTIQUES COURAMMENT UTILISÉS DANS LES MÉNAGES A NIAMEY (NIGER)

EFFECTIVENESS OF THE MOST COMMONLY USED MOSQUITOES' REPELLENT IN HOUSEHOLDS IN NIAMEY CITY (NIGER)

Baoua Idi Mahaman Toudou, Doumma Ali and Maman Karmadini Hima
Université Abdou Moumouni, Laboratoire Bio-Agresseurs, BP 10662, Niamey, Niger.

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 31 May 2022

Final Accepted: 30 June 2022

Published: July 2022

Key words:-

Anopheles, Culex, Aerosol Can,
Domestic Use, Pesticide, Smoke Product

Abstract

Several active substances, belonging to the pyrethroid family, are used in the fight against mosquitoes. The use of pesticides is not without consequences for health and the environment. Several species of mosquitoes (*Anopheles* and *Culex*) are increasingly developing resistance to these active substances, which makes insecticides very little or not at all effective. The present study aims to evaluate the effectiveness of the most commonly used insecticides in the city of Niamey in order to produce data that can guide both decision makers and users in the choice of pesticides to use. To do this, the mosquito repellent products most commonly used in households were inventoried. Sensitivity tests were performed on adult mosquitoes with 25 mosquitoes per cage, including two control cages and three test cages. Aerosol cans were sprayed for ten seconds while smoke bombs were lit and placed in the room. For each product, knockdowns were recorded every ten minutes for one hour and mortalities twenty-four hours after the test. Sensitivity testing revealed that mosquitoes are resistant to the products tested as indicated by low mortality rates ranging from 19-61%, lower than the WHO reported mortality rate (80%) for insecticide resistance.

Copy Right, IJAR, 2022.. All rights reserved.

Introduction:-

Les maladies à transmission vectorielle en particulier le paludisme, constituent un problème majeur de santé de par le monde et surtout en zone tropicale [1, 2]. En effet, le paludisme est une maladie potentiellement mortelle et est transmise à l'homme, lors de la piqûre de moustique infecté. Il est dû à des parasites du genre *Plasmodium* transmis à l'homme par un moustique femelle du genre *Anophèles*[3, 4].

Toutefois, les progrès ont tendance à stagner depuis 2015 dans les régions d'Afrique de l'OMS qui continuent de payer le plus lourd tribut au paludisme. En 2020, l'ensemble des régions a enregistré, 228 millions de cas (95 % de cas de paludisme dans le monde) dont 602 000 décès (96 % de décès dus au paludisme dans le monde). Quatre-vingt pourcent (80 %) de tous les décès dus au paludisme dans les régions concernent les enfants de moins de 5 ans. Le Niger est l'un des pays d'Afrique subsaharienne n'ayant pas atteint l'objectif 2020 de lutte contre le paludisme qui appelait à réduire le taux de mortalité et l'incidence du paludisme d'au moins 40 % à partir de l'année 2020 en se

Corresponding Author:- Baoua Idi Mahaman Toudou

Address:- Université Abdou Moumouni, Laboratoire Bio-Agresseurs, BP 10662, Niamey,
Niger.

basant sur les données de référence de l'année 2015. En effet, suite aux importantes inondations qui ont frappé le pays au cours de l'année 2020 pouvant favoriser la propagation des moustiques, une **augmentation de la nuisance et une flambée de la maladie ont été constatées par rapport à l'année 2019**[5].

Pour faire face à ce problème de santé publique, le Niger, à l'instar des pays concernés élabore des plans stratégiques pour lutter contre ces facteurs de nuisances et vecteurs de maladies [6],[7].

Les stratégies de lutte anti-vectorielle (LAV) sont basées sur la protection individuelle et collective à travers l'utilisation des moustiquaires imprégnées d'insecticides (MILDA) et les aspersion intra-domiciliaires d'insecticide [8, 9]. Parmi les quatre familles d'insecticides disponibles, seule les pyréthrinoïdes sont autorisées en santé publique [10, 11, 12]. Les Pyréthrinoïdes, sont caractérisées par leur action rapide, leur effet excito-répulsif, la faible dose d'utilisation et surtout pour leur bonne tolérance par l'homme [13, 14]. Cependant, il est fondamental d'utiliser les substances actives des insecticides de manière judicieuse, plus sélective et mieux ciblée, non seulement pour qu'ils restent efficaces plus longtemps, mais aussi pour des raisons d'ordre économique et écologique [15, 16].

Bien qu'ils permettent de protéger les populations, l'utilisation répétée et souvent abusive des mêmes molécules contre les moustiques et les ravageurs de culture [17], reste confrontée au problème de la résistance des vecteurs aux insecticides utilisés en santé publique [18]. Ce phénomène de résistance des moustiques aux insecticides signalé dans plusieurs pays du monde [19, 20, 21, 7] entrave gravement la LAV. Plus de 50 espèces de moustiques ont développé de nos jours, des résistances pour échapper aux insecticides usuels, ce qui a conduit à l'apparition progressive de nouvelles espèces, dites « résistantes » [22]. Ces phénomènes ont été recensés dans 64 pays où le paludisme sévit de façon endémique [1]. Selon le mode d'actions des différentes familles d'insecticides, quatre types de mécanismes sont impliqués dans la résistance aux insecticides : résistance comportementale, résistance à la pénétration, insensibilité du site cible, et résistance métabolique [23].

L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'efficacité des insecticides à usage domestique les plus couramment rencontrés dans les ménages et autorisés en santé publique au Niger. Ceci permettra de produire des informations utiles à mettre à la disposition des utilisateurs et des décideurs, afin de mieux choisir leurs produits insecticides d'une part, et de réorienter et/ou redéfinir les politiques et stratégies nationales en matière de LAV.

Materiel Et Methodes:-

Zone d'étude

Cette étude s'est déroulée sur période de quatre mois (Août à Novembre de l'année 2021) dans la ville de Niamey. Niamey, capitale du Niger est située dans la partie Sud-ouest du pays. La Commune Urbaine de Niamey (CUN) est créée par décret N°88-393/PCMS/MI du 24 novembre 1988 [24]. Elle est située entre 13°28 et 13°35 de latitude Nord et 2°03 et 2°10 de longitude Est. Elle couvre une superficie d'environ 239 Km² [25]. Le climat est de type sahélo soudanien, caractérisé par une courte saison de pluie (Juin à Septembre) et une longue saison sèche (Octobre à Mai) [26]. Le réseau hydrographique est constitué du fleuve Niger qui s'écoule à travers la ville suivant une direction NW-SE. Le relief de la ville est peu marqué. Sur la rive gauche du fleuve, en amont de la plaine alluviale, un plateau s'élève à environ 230 m d'altitude [27]. En 2018, la population de Niamey est estimée à un million deux cent quarante-trois mille quatre cent cinquante-trois (1 243 453) habitants [28].

Produits testés

Les produits testés dans le cadre de cette étude sont les plus utilisés dans les ménages à Niamey. Ces produits font partis de ceux répertoriés lors de l'enquête. Ils ont été choisis en fonction des substances actives qu'ils contiennent et du choix qui leur a été accordé par la population. Deux catégories de produits ont été retenues : les aérosols (ORO, HOUDOU et MOBIL) et les fumigènes (SHENMA et MOBIL). Les noms commerciaux, les principes actifs et les concentrations de ces produits sont indiqués dans le (tableau 1).

Tableau 1:- Produits testés.

| Produit | type | Principes actifs & concentrations |
|---------|---------|---|
| ORO | aérosol | Permethrine 0,25% Tétraméthrine 0,20% D-Fénothrine ,01% PBO 0, 34% |

| | | |
|--------|----------|--|
| MOBIL | aérosol | Pralléthrine 0,04% Cyphénothrine 0,05% Neo-pyramin 0,25% Solvants propellants, huiles essentielles 99,66% |
| HOUDOU | aérosol | Permethrine (pure) 0,2% Tetramethrine (pure) 0,2% Kerosence 39,2% Propellant 60% |
| SHENMA | Fumigène | D-trans-allothrine 0,25% |
| MOBIL | Fumigène | Allethrine 0,40% |

Collecte des larves et conduites des élevages au laboratoire

Collecte des larves

Les larves d'Anophèles et de Culex ont été collectés dans leurs gîtes naturels respectifs situés dans la ville de Niamey. Ils ont été raflés à la surface de l'eau, grâce à une passoire à mailles fines et déposés dans un seau en plastique transparent contenant de l'eau du gîte.

Elevage des moustiques au laboratoire

Au laboratoire, les larves sont conservées dans des bacs en plastique transparents contenant 700 ml de l'eau du gîte et deux cent larves (200) de moustiques. Cette eau est renouvelée chaque deux jours. Les larves sont nourries avec du « TetraFin plus » finement brisé. L'eau des bacs est renouvelée chaque deux jours. Les nymphes sont triées chaque jour et déposés dans des boîtes de pétri contenant de l'eau du gîte le tout est déposé dans des cages couvertes de tulle de moustiquaire. Les moustiques adultes qui émergent sont nourris à l'aide d'une solution de sucre (10%).

Tests de sensibilité

Des femelles de moustiques à jeûn âgées de 3 à 5 jours ont été placées dans des cages conçues avec des tulles moustiquaires non imprégnées d'insecticide. Dans chaque cage, 25 moustiques femelles ont été introduites à l'aide d'un aspirateur à bouche. Pour chaque insecticide, nous avons disposé de trois (3) cages pour le test et deux (2) cages pour témoin. Les témoins ont été déposés dans une salle non traitée d'insecticide.

Pulvérisation

Chaque bombe aérosol a été pulvérisée pendant 10 secondes selon les indications sur la notice. Pour chaque test, les moustiques en situation de Knock down sont relevés toutes les 10 minutes, pendant une heure. A la fin de ces observations, les moustiques sont transférés dans une salle non traitée et aérée. Ils sont nourris avec une solution de sucre 10%. Les mortalités ont été relevées 24h après le test.

Fumigation

Les produits fumigènes sont allumés et déposés dans la salle, sur un support spécialement conçu.

Pour chaque test, les moustiques en situation de Knock down sont relevés toutes les 10 minutes, pendant une heure. A la fin des observations, les moustiques sont transférés dans une salle non traitée et aérée. Ils sont nourris avec une solution de sucre 10% et les mortalités ont été relevées 24h après le test.

Détermination du statut de résistance

Le dénombrement des moustiques morts a été effectué 24 heures après les tests. Les taux de mortalités observées dans les lots tests et les lots témoins déterminer. Si la mortalité observée chez les témoins est comprise entre 5% et 20%, la mortalité dans les lots tests doit être corrigée en utilisant la formule d'Abott. Si la mortalité chez les témoins dépasse 20%, l'expérience doit être annulée [29].

$$\text{Formule d'Abott : } \frac{\% \text{ mortalité test} - \% \text{ mortalité témoin}}{100 - \% \text{ mortalité témoin}} \times 100$$

Le statut de résistance des moustiques a été déterminé selon les critères de l'OMS [30] :

- si le taux de mortalité est supérieur à 98%, la population de moustiques est dite sensible ;
- si le taux de mortalité est compris entre 80 et 97%, il y a résistance possible, à confirmer et les mécanismes de résistance à rechercher ;

- si le taux de mortalité est inférieur à 80% la population de moustiques est dite résistante.

Résultats Et Discussion:-

Résultats:-

Effets Knock down des bombes aérosols

Tous les produits testés ont induit des effets Knock down relativement faibles. Cependant, les Knock down induits par le produit MOBIL sont plus importants que ceux induits par les produits HOUDOU et ORO chez les moustiques du genre Anophèles. Ces Knock down ont été observés dès les premières 10 mn du début de l'expérience et ont atteint leur maximum qui est de 7% à t=30mn. Les produits HOUDOU et ORO ont induit des effets Knock down à t=20mn. Le produit HOUDOU a atteint son maximum qui est de 5% à la fin de l'expérience. Quant au produit ORO le maximum des effets Knock down est de 2% atteint à t=30mn et est resté stable jusqu'à la fin de l'expérience (Figure 1). Chez les moustiques du genre Culex, les produits MOBIL et ORO ont induit des effets Knock down dès le début de l'expérience. Le produit MOBIL a atteint son maximum qui est de 11% à t=20 mn et reste intacte jusqu'à la fin de l'expérience. Avec le produit ORO, le maximum de Knock down est de 11% atteint à t=40 mn et reste stable jusqu'à la fin de l'expérience. Le produit HOUDOU a induit des Knock down à partir de t=30mn pour atteindre son maximum qui est de 6% à la fin de l'expérience (Figure 2).

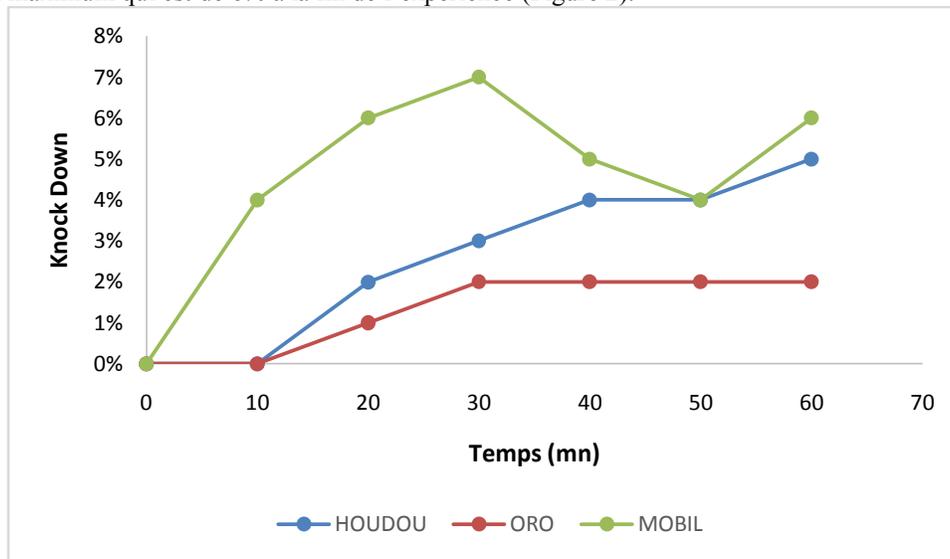


Figure 1:- Knock down obtenus chez les Anophèles, lors des tests de pulvérisation.

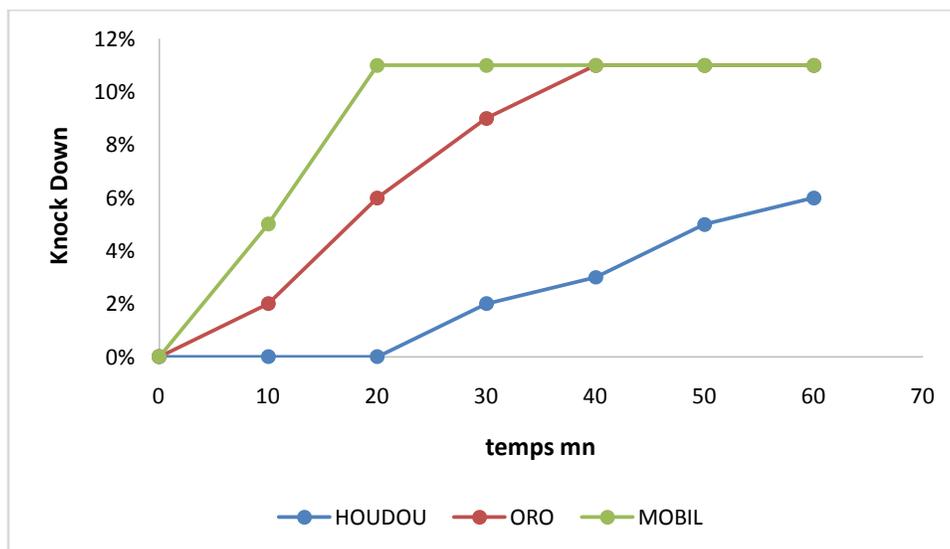


Figure 2:- Knock down obtenus chez les Culex, lors des tests de pulvérisation.

Le nombre moyen des moustiques assommés ou Knock down, a été calculé et comparé sur le logiciel R-studio version 4. 0. 5 au seuil 5%. En effet, le test H de Kruskal Wallis, indique que les moyennes des moustiques Knock down diffèrent de façon significative pour tous les produits testés chez les moustiques du genre Culex P=0,03. Chez les moustiques du genre Anophèles la différence n'est pas significative P=0,08 (tableau 1).

Tableau 2:- Moyennes comparées des Knock down induits par les bombes aérosols (test H de Kruskal Wallis, P = 0,05).

| Produit | Moyennes(%), Culex | Moyennes(%), Anophèles |
|---------|------------------------------|------------------------------|
| MOBIL | 59,72 ± 11,11 a | 61,50 ± 4,17a |
| ORO | 56,15 ± 10,26 ab | 46,65 ± 2,00a |
| HOUDOU | 43,11 ± 4,60 b | 50,84 ± 5,89a |
| | H = 0.73, valeur de P = 0.03 | H = 0.76, valeur de P = 0.08 |

-Moyennes de 3 répétitions portant chacune sur 25 femelles âgées de 3 à 5 jours.

-Les moyennes précédées de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

Effets Knock down des produits fumigènes

Les Knock down induits par les produits fumigènes sur les moustiques du genre Anophèles sont relativement faibles. Cet effet est apparu tardivement et atteint sa valeur maximale qui est de 8% obtenue à t=30mn (figure 3). Par contre l'apparition de l'effet Knock down est immédiat chez les moustiques du genre Culex pour tous les produits. En effet, la valeur maximale de cet effet qui est de 12% pour le produit MOBIL est atteinte à t=40mn. Cette valeur a chuté de 1% à partir de t=50 mn et reste stable jusqu'à la fin de l'expérience. Avec le produit SHENMA, la valeur maximale est de 9% elle est atteinte à t=60mn (figure 4).

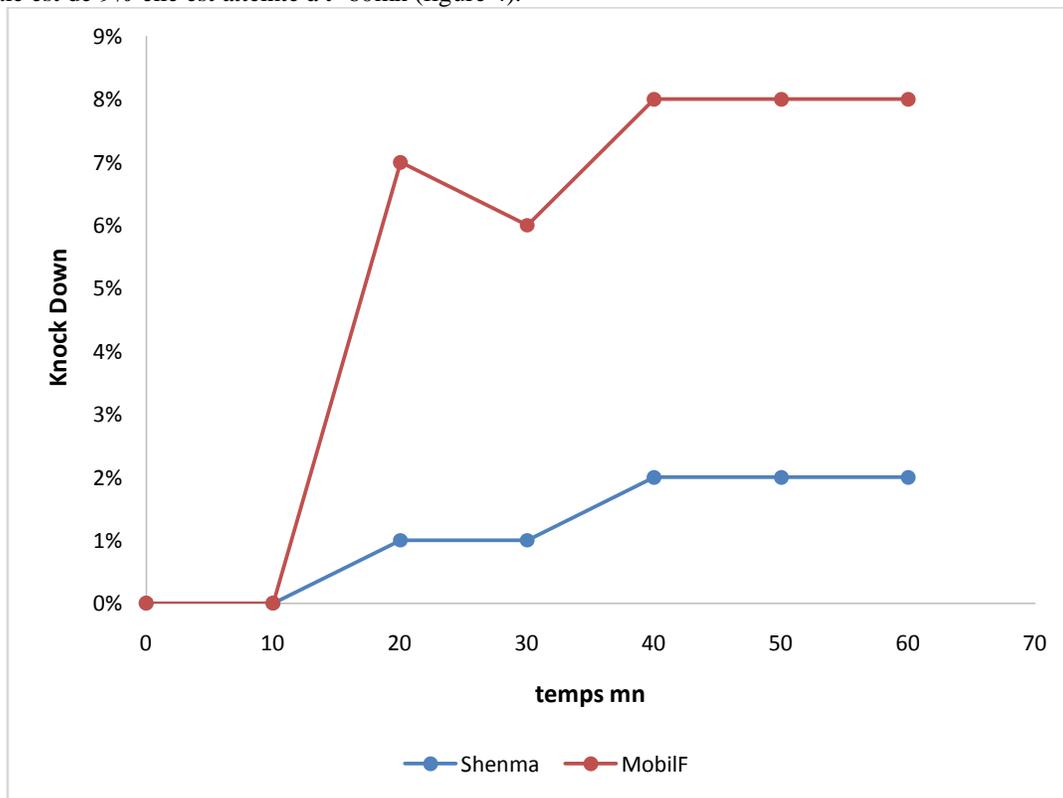


Figure 3:- Knock down induits par les produits fumigènes sur les moustiques du genre Anophèles.

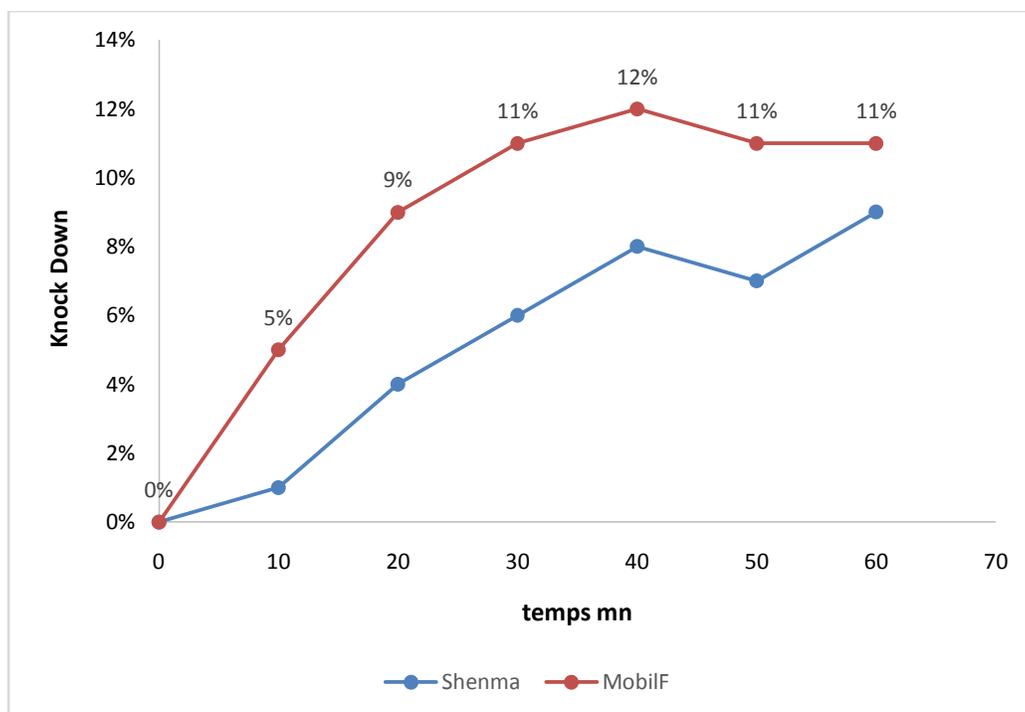


Figure 4:- Knock down induit par les produits fumigènes sur les moustiques du genre Culex.

La comparaison des moyennes effectuée par le test H de Kruskal Wallis, indique que les moyennes des moustiques Knock down sont identiques pour tous les produits testés chez les Culex et les Anophèles (tableau 3).

Tableau 3:- Moyennes comparées des Knock down induits par les bombes aérosols (test H de Kruskal Wallis, P = 0,05).

| Produits | Moyennes(%), Culex | Moyennes(%), Anophèles |
|----------|--------------------|------------------------|
| MOBIL | 39 ± 11,15a | 39,05 ± 7,84 a |
| SHENMA | 32 ± 7,41 a | 31,94 ± 1,74 a |
| | H = 0.77, P = 0.12 | W = 0.66176, P = 0.11 |

-Moyennes de 3 répétitions portant chacune sur 25 femelles âgées de 3 à 5 jours.

-Les moyennes précédées de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

Mortalités observées

Tous les produits testés ont induit des mortalités. Ainsi, chez les moustiques du genre Anophèles, le taux de mortalité le plus élevé 39% a été obtenu avec le produit fumigène MOBILE. Le plus faible taux est obtenu avec produits fumigène SHENMA 19%. Quant aux aérosols HOUDOU, MOBIL et ORO, ils ont induit respectivement, 31%, 33% et 33% de mortalité. Chez les moustiques du genre Culex, le taux de mortalité le plus élevé est de 60% induit par l'aérosol ORO. Les formulations fumigènes et aérosol du produit Mobil ont induit chacune (60%) de mortalité. Le produit fumigène SHENMA et l'aérosol HOUDOU ont induit respectivement 59% et 58% de mortalité (figure 5).

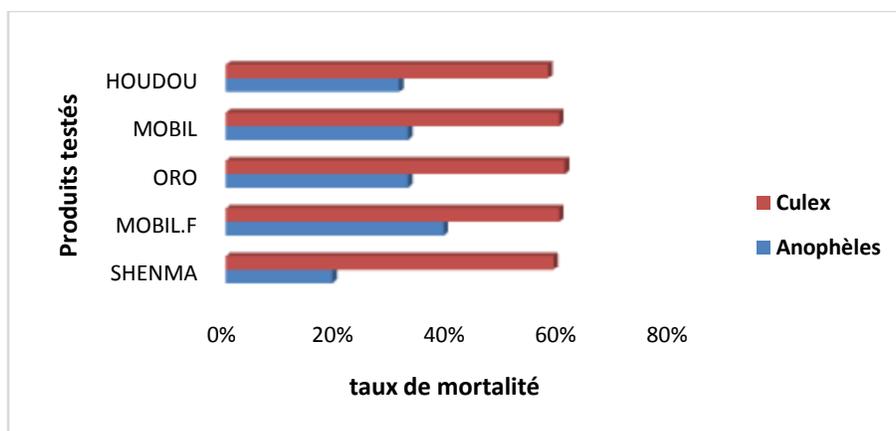


Figure 3:- Taux de mortalité de Culex et Anophèles, sur les produits testés.

Discussion:-

Dans cette étude nous avons déterminé le niveau de sensibilité de deux genres de moustiques Anophèles et Culex sur les insecticides à usage domestique couramment utilisés dans les ménages à Niamey. Des larves de moustiques ont été collectées et mises en culture jusqu'à émergence des moustiques adultes. Les produits ont été choisis d'une part, en fonction des substances actives qu'ils contiennent et d'autre part du fait du choix qui leur est accordé par la population. Aux substances actives des produits, s'ajoutent un ou plusieurs adjuvants qui peuvent être soit le piperonil butoxide, le kérosène ou le propellant. Toutes les substances actives testées appartiennent à la famille des pyréthriinoïdes. Les pyréthriinoïdes sont des insecticides autorisés en santé publique par l'OMS [10, 4, 12, 31]. Ces auteurs ont rapporté l'utilisation de cette classe d'insecticides dans le cadre de la lutte contre les insectes vecteurs de maladies.

Il est ressorti des tests de sensibilité que l'effet Knock down induit par le produit MOBIL sous formulations aérosol et fumigène, est plus élevé que celui induit par les produits ORO, HOUDOU et SHENMA. Les Culex ont été plus sensibles aux produits testés que les Anophèles. En effet, la formulation fumigène du produit MOBIL a induit l'effet Knock down le plus élevé chez les Culex 12% alors que chez les Anophèles cet effet est de 7%. La bombe aérosol MOBIL a induit 7% de Knock down chez les Anophèles alors qu'il est de 10% chez les Culex. Quant au produit ORO, le maximum du Knock down observé est de 10% chez les Culex et 2% chez les Anophèles. Alors que le produit HOUDOU a induit 4% de Knock down chez les Culex et les Anophèles. Le produit fumigène SHENMA a induit 8% et 2% de Knock down respectivement chez Culex et Anophèles. Tous les produits testés ont induit des effets Knock down relativement faibles notamment chez les Anophèles. Sur ce point nos résultats diffèrent de ceux obtenus par [9] au Togo qui n'ont obtenu aucun effet Knock down suite au test de pulvérisation du produit MOBIL sur les Anophèles. Par contre, les effets Knock down obtenus avec la bombe aérosol ORO sont faibles.

Ainsi la comparaison des moyennes des effets Knock down observés effectué au seuil 5% indique une différence significative entre les produits testés. En effet, la valeur de $P < 0,05$ obtenue traduit la différence observée lors du test des bombes aérosols sur les moustiques. Par ailleurs, les taux de mortalité les plus élevés ont été obtenus chez les Culex. Ces taux varient de 58 % à 61 %. Par contre, [29] ont obtenu des taux de mortalité qui varient de 34,51 % à 35,35% lors des tests de sensibilités réalisés dans deux localités différentes en Côte d'Ivoire. Cette différence observée peut s'expliquer par le fait que, l'usage des insecticides varie d'une localité à une autre. Des résultats similaires ont été rapportés par [32, 33]. Ainsi, ces auteurs ont rapporté la résistance observée chez les Culex vis-à-vis des pyréthriinoïdes. Chez les Anophèles, les taux de mortalité obtenus varient entre 19 % et 39 %. Selon les critères de l'OMS, les moustiques testés ont été résistants à la dose des substances actives contenue dans les insecticides testés en particulier et à classe des pyréthriinoïdes en générale. Sur ces points, nos résultats sont identiques à ceux obtenus par [34, 35, 36, 37, 38, 39]. En substance, ces auteurs, ont rapporté la résistance des Anophèles sur les insecticides de la famille des pyréthriinoïdes respectivement au Bénin, au Togo, à Marseille et au Gabon.

Par ailleurs, [40] ont rapporté la résistance des moustiques sur l'alphacyperméthrine, la cyfluthrine et la bifenthrine tous appartenant à la famille des pyréthriinoïdes, au Gabon.

Les faibles taux de sensibilités obtenues, peuvent expliquer dans certaines mesures, la réduction des nuisances constaté dans les premières heures après pulvérisation des produits. Par contre, l'utilisation abusive et non contrôlée de ces pesticides dans les ménages, et dans les cultures maraîchères, peuvent favoriser le développement du phénomène de la résistance chez les moustiques. Ceci est confirmé par les études de [41, 42, 43]. Tous ces auteurs ont rapporté des différences dans la sensibilité des moustiques aux insecticides selon d'une part, des zones où, ces insecticides sont utilisés de façon intensif et d'autre des zones où l'utilisation des insecticides est moindre.

Conclusion:-

De tout ce qui précède, il est à retenir que la majorité des insecticides à usage domestiques utilisés dans la ville de Niamey sont de la famille des pyréthrinoïdes. Les moustiques du genre Anophèles et Culex ont manifesté une résistance à l'égard de ces produits dont, l'efficacité a été testée. En effet, les moustiques du genre Culex ont été plus sensible au produit ORO avec un taux de mortalité de 61%. Concernant les Anophèles, le produit fumigène MOBIL est plus efficace avec un taux de mortalité de 39%. Cependant, selon les critères de l'OMS, les moustiques ont été résistants face à l'égard des produits testés.

References:-

- [1] WHO, The World Malaria Report 2013. Geneva, 2014.
- [2] R. Aïkpon, M. Sèzonlin, F. Tokponon, M. Okè, O. Oussou, F. Oké-Agbo, R. Beach, and M. Akogbéto, "Good performances but short lasting efficacy of Actellic 50 EC Indoor Residual Spraying (IRS) on malaria transmission in Benin, West Africa," *Parasites & Vectors*. <http://www.parasitesandvectors.com/content/7/1/256>, 2014
- [3] Organisation Mondiale de la Santé, "World malaria report 2017". WHO, Geneva, 2017c.
- [4] Organisation Mondiale de la Santé, "Rapport sur le paludisme dans le monde 2019"
- [5] Organisation Mondiale de la Santé, "Rapport annuel bureau de la représentation du Niger" www.afro.who.int/fr/countries/niger, (2021).
- [6] S.L.Faye, "Comprendre la non-utilisation des moustiquaires imprégnées à longue durée d'action (MILDA) au Niger". *Médecine et Santé Tropicales*, n° 22 pp. 203-209, 2012.
- [7] C.Czeher, "Distribution nationale de moustiquaires imprégnées d'insecticide au Niger : effets sur les anophèles vecteurs". Thèse de doctorat : Université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines, p. 223, 2010.
- [8] Y. T. Traore, "Inventaire des répulsifs anti moustiques dans le district de Bamako, mali. Thèse de doctorat de l'Université de Bamako, p. 87, 2012.
- [9] A. D. Amoudji, K. M. Ahadji-dabla, L. Konaté, G. K. Ketoh, Y. G. Apétogbo, I. A. Glitho, R. K. Dabiré, "Evaluation de l'efficacité des moyens de lutte anti vectorielle utilisés dans les ménages au Togo. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*, n°17 vol 3, pp. 63-78, 2015.
- [10] R. Aïkpon, F. Agossa, R. Ossé, O. Oussou, N. Aizon, F. Oké-Agbo, and M. Akogbéto, "Bendiocarb resistance in *Anophele gambiae* s.l. populations from Atacora department Benin, West Africa: a threat for malaria vector control. *Parasites and vectors* 6 :192, (2013).
- [11] A. Yadouleton, T. Martin, G. Padonou, F. Chandre, A. Asidi, L. Djogbenou, R. Dabiré, R. Aïkpon, M. Boko, I. Glitho, and M. Akogbéto, "Cotton pest management practices and the selection of pyréthrinoïdes resistance in *Anopheles gambiae* population in Northern Benin. *Parasites & Vectors*, 4 : 60 <http://www.parasitesandvectors.com/content/4/1/6>, 2011.
- [12] K.G. Konan, A.B. Koné, Y.L. Konan, D. Fofana, K.L. Konan, A. Diallo, J.C. Ziogba, M. Touré, K.P. Kouassi, J.M.C. Doannio, "Résistance *Anopheles gambiae* s.l. aux pyréthrinoïdes et au DDT à Tiassalékro, village de riziculture irriguée en zone Sud Forestier de Côte-d'Ivoire. *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 104 :303-306. DOI 10.1007/s13149-011-0176-y, 2011.
- [13] M. B. Thomas, et F. R. Andrew, "The Threat (or Not) of Insecticide Resistance for Malaria Control." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113 (32): 8900–8902. <https://doi.org/10.1073/pnas.1609889113>, 2016.
- [14] M. Zaim, P. Guillet, "Alternative insecticides: an urgent need. *Trends Parasitol*, 18, pp 161-163, 2002.
- [15] OMS, "Economic costs of malaria. *Roll Back Malaria*, Geneva, 2010.
- [16] D. S. Shepard, E. A. Undurraga, Y. A. Halasa, and J. D., Stanaway, "The global economic burden of dengue: systematic analysis. *Lancet Infect. Dis.* 3099, pp 146-148, 2016.
- [17] M. Namountougou, F. Simard, T. Baldet, A. Diabate, and J. B. Ouedraogo, "Multiple Insecticide Resistance in *Anopheles gambiae* s.l. Populations from Burkina Faso, West Africa, 7(11), pp 1-10, 2012.

- [18] F. R. Agossa, R. Aikpon, R. Azondékon, R. Govoetchan, G. G. Padonnou, O. Oussou, F. Oké-Agbo, and M. C. Akogbéto, "Efficacy of various insecticides recommended for indoor residual spraying: pirimiphos methyl, potential alternative to bendiocarb for pyrethroid resistance management in Benin, West Africa. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 108: 84–91 pp. Doi:10.1093/trstmh/trt117, 2014.
- [19] K. G. Ketoh, K. Morgah, M. Akogbéto, O. Faye. I.A. Glitho, "Insecticide Susceptibility Status of Anopheles Populations in Togo. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé*, 7(2), pp 13-22, 2005.
- [20] C. Ngoagouni, "Influence de la qualité de l'eau sur le développement postembryonnaire des stades préimaginaux et évaluation du potentiel de reproduction et de sensibilité des adultes d'Anophèles gambiae s.l (Diptera : Culicidae) au Laboratoire. Mémoire de DEA, p52, 2006.
- [21] D. Dery, "Efficacy of a mosaic LLIN (PermaNet® 3.0 - Vestergaard Frandsen S.A.) against natural populations of resistant *Culex quinquefasciatus* in experimental huts, Togo. *Memoir de Master 2*, p25, 2008.
- [22] A. Rubert, G. L. Guillon, J. Chandénier, P. I. Dimier, G. Desoubieux, "Résistance aux insecticides chez le moustique Anophèle : des obstacles en plus dans la lutte antipaludique. *Médecine et Santé Tropicales* ; 26, pp 423-431, 2016.
- [23] V. Corbel, M. F. Dina, W. David, P. João, L. A. Nicole, C. Fabrice, B. C. Mamadou, "International Workshop on Insecticide Resistance in Vectors of Arboviruses, December 2016, Rio de Janeiro, Brazil." *Parasites & Vectors* 10 (June). <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2224-3>, (2017).
- [24] A. Adamou, "Parcours migratoire des citadins et problèmes de logement à Niamey, mémoire de DEA, Université Abdou Moumouni de Niamey, p156, 2005.
- [25] K. H., Motcho, "La réforme de la communauté urbaine de Niamey. Working paper. Centro Città del Terzo Mondo, POLITECNICO DI TORINO, pp19, 2006.
- [26] R. Amadou, B. Alhou, et Z. Garba, "Impacte de la pollution anthropique du fleuve Niger sur la prolifération de la jacinthe d'eau. *Journal des sciences*, 15(1), pp 25-38, 2015
- [27] H. A. Boubakar, "Aquifères superficiels et profonds et pollution urbaine en Afrique : Cas de la communauté urbaine de Niamey (NIGER). *Hydrologie*. Thèse de doctorat de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, p 198, 2010.
- [28] Institut National de la Statistique (INS), "Tableau de Bord Social, p 35, 2018.
- [29] D. Fofana, A.B. Koné, N. Koné, Y.L. Konan, J.M.C. Doannio, K.E. N'goran, "Sensibilité de *Culex quinquefasciatus* aux pyréthrinoides en relation avec le niveau d'urbanisation et l'évacuation des eaux usées dans la commune de Yopougon à Abidjan (Côte-d'Ivoire). *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 105: 230-236. DOI 10.1007/s13149-012-0235-z, 2012.
- [30] WHO, "World Malaria Report 1998. World Health Organization, Geneva, 1998.
- [31] A. Yadouleton, J. R. Klotoe, R. Agbanrin, F. Ahissou, G. Houndeton, R. Tossou, A. Agolinou, M. Akogbetto, "Contrôle de qualité des rideaux imprégnés à la bifenthrine en vue de leur utilisation et vulgarisation au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12(5): 2044-2052. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i5.7>, 2018.
- [32] W. Mylène, D. Olivier, L. Pierryck, B. Arnaud, R. Michel, "La résistance du moustique *Culex pipiens* aux insecticides. *M/S* n° 12, vol. 19, pp 1190-1192 (<http://www.medecinesciences.org>), 2003.
- [33] B. Trari, "Les moustiques (insectes, diptères) du Maroc : atlas de répartition et études épidémiologiques. Thèse de doctorat : Université Mohammed V Rabat, p 235, 2017.
- [34] A.W. Yadouleton, G. Padonou, A. Asidi, N. Moiroux, S. Bio-Banganna, V. Corbel, R. N'guessan, D. Gbenou, I. Yacoubou, K. Gazard, M.C. Akogbetto. "Insecticide resistance status in *Anopheles gambiae* in southern Benin. *Malar J*, 9: 83. DOI: 10.1186/1475-2875-9-83, 2010.
- [35] G. G. Padonou, M. Sezonlin, G. L. Gbedjissi, I. Ayi, R. Azondekon, A. Djenontin, S. Bio-Bangana, O. Oussou, A. Yadouleton, D. Boakye, and M. Akogbetto. "Biology of *Anopheles gambiae* and insecticide resistance: Entomological study for a large scale of indoor residual spraying in south east Benin. *Journal of Parasitology and Vector Biology*, 3(4), pp 59-68, <http://www.academicjournals.org/JPVB>, DOI: 10.5897/JPVB11.018 ISSN 2141-2510, 2011.
- [36] N. Moiroux, "Modélisation du risque d'exposition aux moustiques vecteurs de *Plasmodium* spp. dans un contexte de lutte antivectorielle. Thèses de doctorat Université Montpellier 2, Ecole doctorale Sciences Chimiques et Biologiques pour la Santé (CBS2). P 98, 2012.
- [37] F. Darriet, "Bibliographie : Moustiquaires Imprégnées et Résistance des Moustiques aux Insecticides. IRD Éditions : Marseille. DOI : <http://books.openedition.org/irdeditions/> 996, 2017.
- [38] A. D. Amoudji, K. M. Ahadji-Dabla, A. S. Hien, Y. G. Apétogbo, B. Yaméogo, D. D. Soma, R. Bamogo, R. T. Atcha-Oubou, R. K. Dabiré, and G. K. Ketoh, "Insecticide resistance profiles of *Anopheles gambiae* s.l. in Togo and genetic mechanisms involved, during 3-year survey: is there any need for resistance management? *Malaria Journal*, (18) 177. <https://doi.org/10.1186/s12936-019-2813-z>, 2019.

- [39] J. P. David, "La résistance aux pyréthrinoïdes chez le moustique tigre : Évaluation du risque de résistance aux insecticides chez le moustique tigre : une approche prédictive combinant sélection expérimentale et marqueurs moléculaires. Les cahiers de la Recherche. Santé, Environnement, Travail, ANSES, La lutte antivectorielle, pp 21-23, 2020.
- [40] A. A. Koumba, C. R. Z. Koumba, R. M. Ngema, L. S. Djogbenou, P. Comlan, M. P. Gneingui, G. K. ketoh, B. M'Batchi, and J. F. Mavoungou, "Determination of the susceptibility of *Anophele gambiae* s.l to some pyrethroids in the oil palm exploitation areas at Mouila (Gabon). International Journal of Innovation and Scientific Research. ISSN 2351-8014, 39 (2), 2018, pp 110-119, 2018.
- [41] A. Diabate, T. Baldet, F. Chandre, M. Akogbeto, T. R. Guiguemde, F. Darriet, C. Brengues, P. Guillet, J. Hemingway, G. J. Small, J. M. Hougard, "The role of agricultural use of insecticides in resistance to pyrethroids in *Anophelesgambiae* s.l in Burkina Faso. Am. J. Trop. Med. Hyg., 67, pp 617-622, 2012.
- [42] M. L. Quiñones, D. E. Norris, J. E. Conn, M. Moreno, T. R. Burkot, H. Bugoro, J. B. Keven, R. Cooper, G. Yan, A. Rosas, M. Palomino, M. J. Donnelly, H. D. Mawejje, A. Eapen, J. Montgomery, M. B. Coulibaly, J. C. Beier, A. Kumar, "Insecticide Resistance in Areas under Investigation by the International Centers of Excellence for Malaria Research: A Challenge for Malaria Control and Elimination. Am J Trop MedHyg; 93, pp 69-78, 2015.