



Article Original

Evaluation Entomologique de la Transmission de l'Onchocercose dans le Foyer de Persistance de Oulibangala (Tchad)

Entomological Assessment of Onchocerciasis Transmission in the Disease Persistence Focus of Oulibangala (Chad)

Adoum Mahamat Oumar^{1,2}, Lassane Koala^{3*}, Franklin Ayisi^{4,5}, Kareen Atekem⁶, Brahim Adef Abba⁷, Demba Kodindo Israel⁷, Sedou Naniogué⁸, Daniel Adjei Boakye^{9,10}, Brahim Boy Otchom²

1 : Ministère de la Santé Publique et de la prévention du Tchad/ Programme national d'élimination de l'onchocercose et de la filariose lymphatique

2 : Université Toumai Ndjaména, Tchad

*3 : Département Biomédical et Santé Publique/Centre National de Recherche Scientifique et Technologique (CNRST)/Institut de Recherche en Sciences de la Santé (IRSS), Burkina Faso

4 : African Regional Postgraduate Programme in Insect Science (ARPPIS), University of Ghana, PMB LG 59, Legon, Accra

5 : Programme national de lutte contre l'onchocercose et de la filariose lymphatique, Ministère de la Santé Publique, Yaoundé, Cameroun

6 : Department of Entomology, Center for Infectious Disease Dynamics, Pennsylvania State University, University Park, PA, USA

7 : Ministère de la Santé Publique et de la prévention du Tchad/ Programme national de lutte contre le Paludisme

8 : WHO/ESPEN Laboratory, Ouagadougou, Burkina Faso

9 : Parasitology Department, Noguchi Memorial Institute for Medical Research, University of Ghana, Legon, Accra, Ghana

10 : The END Fund, New York, NY, United States of America

Auteur correspondant

Adoum Mahamat Oumar

Université Toumai Ndjaména, Tchad

Email : aboulbchar10@yahoo.fr

Tel : (+235)66560657

Mots-clefs : Onchocercose, Simulies, transmission, persistance, élimination, Tchad

Keywords: Onchocerciasis, Blackflies, transmission, persistence, elimination, Chad

RÉSUMÉ

Introduction. La présente étude a été menée en république du Tchad, dans le foyer de persistance de l'onchocercose de Oulibangala et de Kaitia dans l'objectif de collecter des données entomologiques pour comprendre les raisons de la persistance.

Méthodologie. Nous avons collecté puis identifié par cytotaxonomie des larves de simulies présentes dans les sites de Oulibangala et de Kaitia. Puis des adultes de simulies ont été capturés et disséqués dans les mêmes sites. Les indicateurs entomologiques de transmission de l'onchocercose ont été calculés. **Résultats.** Quatre espèces de *S. damnosum* s.l. ont été identifiées dans la zone, avec *S. damnosum* s.s. comme vecteur majeur dans la zone d'étude. Pour la première fois, une espèce forestière, *S. yahense* a été observée dans notre zone d'étude. Un total de 8774 simulies a été capturés dont 7335 à Oulibangala et 1439 à Kaitia. Les densités étaient plus élevées en saison pluvieuse dans les deux sites. Les taux annuels de piqûres étaient de 4986 piqûres/homme/an à Kaitia et de 26938 piqûres /homme/an à Oulibangala, soit 5 à 26 fois le seuil tolérable recommandé par l'OMS. Les taux de parturité des simulies disséquées étaient de 75.04% et 69.09% respectivement à Oulibangala et à Kaitia. Aucune larve infectante de parasite *Onchocerca* n'a été retrouvée au cours des dissections indiquant ainsi des taux d'inféctivité nuls dans nos sites d'étude.

Conclusion. La persistance de l'onchocercose dans ce foyer pourrait, en partie, être due à l'existence de densités élevées de vecteurs compétents qui sont majoritairement présents en saison des pluies.

ABSTRACT

Background. The present study was carried out in the Republic of Chad, in the onchocerciasis persistence focus of Oulibangala and Kaitia to collect entomological data to understand the reasons for the disease persistence. **Methodology.** We collected and identified by cytotoxicology the larvae of blackflies present in the Oulibangala and Kaitia sites. Then blackfly adults were captured and dissected at the same sites. The entomological indicators of onchocerciasis transmission were calculated. **Results.** Four species of *S. damnosum* s.l. were identified in the area, with *S. damnosum* s.s. as a major vector in the study area. For the first time, a forest species, *S. yahense* was observed in our study area. A total of 8774 blackflies were captured including 7335 in Oulibangala and 1439 in Kaitia. Densities were higher in the rainy season in both sites. The annual bite rates were 4,986 bites/man/year in Kaitia and 26,938 bites/man/year in Oulibangala, i.e. 5 to 26 times the tolerable threshold recommended by the WHO. The parous rates of dissected blackflies were 75.04% and 69.09% in Oulibangala and Kaitia respectively. No infective larvae of the *Onchocerca* parasite were found during the dissections, indicating null infectivity rates in our study sites. **Conclusion.** The persistence of onchocerciasis in this focus could, in part, be due to the existence of high densities of competent vectors which are mainly present in the rainy season.

POUR LES LECTEURS PRESSÉS**Ce qui est connu du sujet**

Les progrès du Tchad vers l'élimination de l'onchocercose sont menacés par des foyers de persistance de la maladie tels que dans les localités de Oulibangala et de Kaitia.

La question abordée dans l'étude

Identifier les espèces de simulies, déterminer leurs abondance, distribution et leurs taux d'infectivité dans le foyer de persistance de Oulibangala.

Ce que cette étude apporte de nouveau

1. Quatre espèces de *S. damnosum* s.l. ont été identifiées dans la zone, avec *S. damnosum* s.s. comme vecteur majeur dans la zone d'étude. Pour la première fois, une espèce forestière, *S. yahense* a été observée dans la zone.
2. Les densités étaient plus élevées en saison pluvieuse dans les deux sites.
3. Les taux annuels de piqûres 5 à 26 fois le seuil tolérable recommandé par l'OMS.
4. Les taux d'infectivité étaient nuls dans les sites.

Les implications pour la pratique, les politiques ou les recherches futures.

Maintenir la surveillance entomologique dans les gîtes de la province de la Logone orientale afin de prévenir toute reprise de la transmission.

L'onchocercose est une filariose cutanéodermique due à un nématode appelé *Onchocerca volvulus* (OMS, 2016). Cette filaire est transmise à l'homme par la piqûre de petits moucheron noirs appelés simulies. En Afrique, les vecteurs majeurs de l'onchocercose appartiennent au complexe *Simulium damnosum sensu lato*, un complexe d'espèces impliquées dans la transmission de la maladie (OMS, 2016). Actuellement, l'onchocercose est ciblée pour élimination à l'horizon 2030 avec comme principale stratégie, les Traitements à l'Ivermectine sous Directives Communautaires TIDCs (OMS 2016 ; Niama et al, 2019; OMS 2021). Plusieurs pays africains, dont le Tchad, ont déjà entamés le processus d'élimination de l'onchocercose. La maladie est endémique à plusieurs régions du Tchad dont le Logone occidental, le Logone oriental, le Mandoul, le Mayo Kebbi est, le Mayo Kebbi ouest, le Moyen chari et la Tandjilé (Noorden et al 1968 ; Nwoke et al, 1998 ; OMS, 2015). Dans le contexte actuel d'élimination, toutes ces régions sont sous TIDC depuis 1993. Ces TIDC ont permis d'interrompre la transmission de l'onchocercose dans plusieurs régions du pays et de faire d'importants progrès vers l'élimination de la maladie (PNEOFL, 2015). En effet, des évaluations épidémiologiques menées de 2009 à 2015 dans 301 villages endémiques, y ont révélé une prévalence de 0,05% largement en dessous du seuil de prévalence de 0,1% recommandé par l'OMS (PNEOFL, 2015 ; OMS, 2016).

Cependant, les progrès du Tchad vers l'élimination de l'onchocercose sont menacés par des foyers de persistance de la maladie. En effet, des personnes positives sont régulièrement retrouvés dans certains villages comme Oulibangala, Diba et Gon en dépit des TIDC en cours (PNEOFL, 2015). De plus, les analyses PCR des simulies collectées dans les mêmes villages montraient des taux

d'infectivité de $3,655.10^{-3}$ supérieurs au seuil de $0,5. 10^{-3}$, recommandés par l'OMS (PNEOFL, 2015). Ces résultats démontrent une persistance de l'onchocercose dans les localités de Oulibangala, et de Kaitia. Cette persistance est due en partie, à l'insuffisance de données entomologiques récentes sur les espèces de simulies actuellement impliquées dans la transmission dans les zones de persistance. Ainsi, il est crucial de mener des investigations entomologiques dans les gîtes de reproduction simuliens de Oulibangala pour comprendre les raisons de la persistance de l'onchocercose.

La présente étude a été menée dans le but de contribuer aux activités d'élimination de l'onchocercose au Tchad avec pour objectifs d'identifier les espèces de simulies, de déterminer leurs abondance, distribution et leurs taux d'infectivité par des analyses cytotoxonomiques, morphologiques et de capture-dissection dans le foyer de persistance de Oulibangala.

METHODOLOGIE

Notre étude est une étude transversale à visée descriptive. Les populations d'étude sont constituées par les échantillons de larves et des adultes de *Simulium damnosum* s.l.

Description des sites d'étude

L'étude a été réalisée de juin 2021 à juillet 2023 dans la province du Logone oriental, au niveau de la sous-préfecture de Baibokoum (Figure 1). La province du Logone oriental est l'une de vingt-trois (23) régions administratives de la république du Tchad (PNEOFL, 2015). Le climat de la province du Logone oriental est de type tropical. On y distingue deux grandes saisons : la saison humide de juin à octobre et la saison sèche de novembre à avril. La saison des pluies va de mai à octobre avec une moyenne annuelle de précipitation varie de 600 à 1000 mm. Les températures annuelles moyennes se situent entre 17 et 36 °C. La région du Logone Oriental compte onze districts sanitaires (11) et cent cinquante (150) Centres de Santé. Historiquement, la province se trouve dans la zone endémique à l'Onchocercose en raison de la présence du fleuve Logone et de la rivière la Lim, qui comportent tous deux plusieurs gîtes larvaires propices au développement du vecteur de l'onchocercose, *Simulium damnosum* s.l.

Dans cette province, nous avons travaillé dans la sous-préfecture de Baibokoum au niveau des villages de Oulibangala (N 07°43'98.1'', E 015°49'85.9'' Altitude 473) et de Kaitia (N07°50'46.00'', E 015°46'17''). Un Traitement à l'Ivermectine sous Directive Communautaire (TIDC) est implémenté depuis 1998 dans tous les villages endémiques du district sanitaire de Baibokoum, y compris ceux couvrant les villages de notre zone d'étude. (PNEOFL,2015). Le traitement de masse est annuel et cible toute la population éligible de plus de 5 ans. Dans la zone d'étude, les données historiques indiquent que les simulies du groupe de savane *Simulium damnosum sensu stricto* et *Simulium sirbanum* sont les principaux vecteurs connus de l'onchocercose. Un point de capture des simulies a été sélectionné dans chaque village.

Choix des points de capture

Les points de capture ont été choisis en fonction de l'endémicité à l'onchocercose et des critères définis par

l'OMS (OMS, 2023). Les deux points de capture étaient situés à proximité des villages qui avaient des prévalences

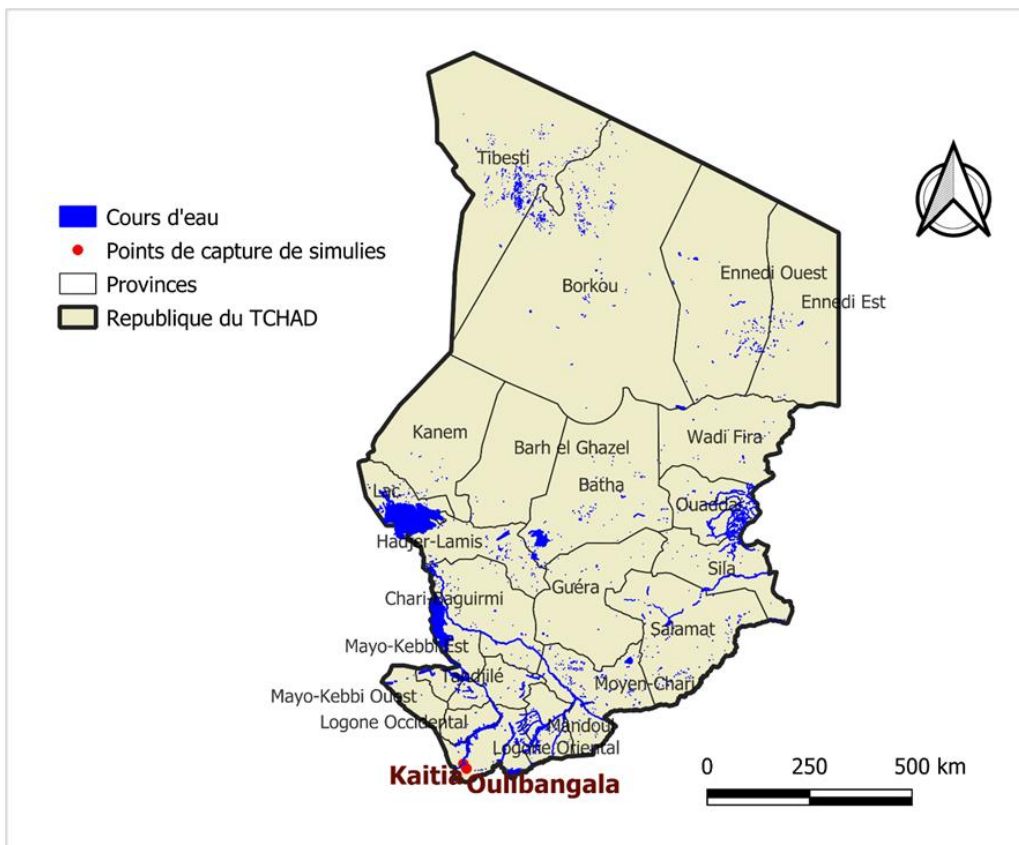


Figure 1 : Carte de la zone d'étude. Les points de capture sont représentés par des points rouges.

élevées lors des dernières évaluations épidémiologiques. De plus, selon l'OMS, le point de capture devrait être dans un endroit ombragé, à l'abri du vent, ne pas être un lieu d'attroupement, et accessible toute l'année (OMS, 2023). Nos deux points de capture respectaient ces critères. De plus, Oulibangala et Kaitia sont tous deux situés respectivement sur le fleuve Lym et Logone sur lesquels se trouvent de multiples gîtes de reproduction de *S. damnosum* s.l. Enfin, afin de confirmer le choix de ces deux points de capture, nous avons effectués une prospection larvaire en saison pluvieuse et en saison sèche dans les deux Points de capture Oulibangala et Kaitia qui y ont confirmé la présence de *S. damnosum* s.l.

Point de capture de Oulibangala

Le point de capture est localisé au niveau d'un pont sur la rivière Lym, situé à 1 km environ du village de Oulibangala. La population du village est estimée à mille cent sept (1107) personnes en 2021, constituée majoritairement d'éleveurs, et d'agriculteurs. Le village est endémique à l'onchocercose. En effet, les enquêtes REMO réalisées en 1993 par le programme APOC (African Programme for Onchocerciasis Control) ont révélées une prévalence nodulaire de 86% dans le village Oulibangala, avec 18 personnes aveugles à l'onchocercose (PNEOFL, 2015). Les dernières évaluations épidémiologiques par biopsie cutanée exsangue menées dans ce village en 2012, ont révélé une

prévalence brute de 2,07% et une charge microfilarienne de la communauté de 0,04% (PNEOFL, 2015). Il existe de nombreux gîtes de reproduction de *S. damnosum* s.l. dont celui du pont de Oulibangala où nos captures ont été effectuées.

Point de capture de Kaitia

Le point de capture est situé au niveau de la confluence du fleuve Logone et de la rivière Lym dans le village de Kaitia, situé à environ 2km de la sous-préfecture de Pazangué. Les dernières évaluations de 2012 épidémiologiques que la prévalence de l'onchocercose y était nulle (PNEOFL, 2015). La population du village est estimée à 340 personnes en 2021, les populations sont constituées majoritairement d'éleveurs, de pêcheurs et d'agriculteurs. Le village a fait l'objet de plusieurs évaluations épidémiologiques et entomologiques avec zéro infection. Un traitement TIDC a été instauré dans ce village depuis 1998.

Collecte des larves et identification cytotaxonomique

Nous avons effectué des prospections larvaires de juillet à octobre 2021 et en juillet 2023 dans les gîtes de reproduction de simulies présents dans les points de capture Oulibangala et Kaitia. Des larves de simulies y ont été collectées dans et autour dans ces sites en 2021 et en 2023. Les larves ont été collectées en échantillonnant des substrats submergés (feuilles mortes, végétation

aquatique, etc.), dans des rapides, servant de supports d'attache aux larves. Les larves collectées ont été épongées sur du papier filtre et conservées dans une solution de Carnoy modifiée fraîchement préparée (3 parties d'alcool absolu et 1 partie d'acide acétique glacial), conservées au froid et transportées au laboratoire. Elles ont été conservées au réfrigérateur jusqu'à leur expédition au Noguchi Memorial Institute for Medical Research (NMIMR) pour l'identification cytotoxonomique. Dans le laboratoire au NMIMR, les larves de *S. damnosum* s.l. ont été identifiées par la présence d'écaillés (épines) sur les surfaces dorsale et latérales du corps et de la fausse-patte et de leurs tubercules dorsaux caractéristiques (Davies et Crosskey, 1992). Pour la cytotoxonomie, les analyses ont été faites selon le protocole décrit par Ayisi et al (2022). Ainsi, l'abdomen des larves a été ouvert et, après lavage et buvardage dans du papier filtre, les larves ont été placées dans de l'orcéine lacto-acétique et conservées pendant 3 heures dans l'obscurité. Les larves ont ensuite été prélevées et les chromosomes colorés extraits sous le stéréomicroscope et montés sur une lame de verre. Les chromosomes montés ont été répartis entre les lames de verre et la lamelle en frappant doucement avec le poing. Les chromosomes dispersés ont été lus au microscope composé et les inversions identifiées par comparaison avec les cartes standard de Boakye et al (1993).

Capture des simulies adultes

Les captures de simulies ont été conduites de juin 2021 à février 2022 à Oulibangala et d'août 2021 à février 2022. Les captures de simulies ont été effectuées chaque jour de 7 heures à 18 heures selon le procédé standard de capture sur homme (Davies et Crosskey 1992 ; Koala et al, 2019 ; OMS, 2023). Les captureurs s'installent dans le point de capture et dénudent leurs jambes pour l'exposer aux simulies. Chaque femelle de similie venant se poser sur la jambe du captureur est immédiatement recouverte et enfermée dans un tube de capture avant qu'elle n'entame son processus de piqûre. Les captureurs procèdent à la capture des simulies, à tour de rôle, pendant une heure chacun. Les simulies capturées sont maintenues en vie, emballées dans du coton hydrophile humide, en vue de la dissection. Les captures de simulies ont été effectuées deux à 10 jours par mois dans chaque point de capture durant la période de l'étude. Les simulies destinées aux analyses moléculaires ont été capturées et conservées dans de l'alcool pour les analyses ultérieures. A la fin de la journée, les captureurs reportent sur une fiche de capture le nombre de femelles capturées ainsi que des informations relatives aux conditions météorologiques (pluie, vent) ayant prévalu pendant la capture.

Identification morphologique des simulies collectées

L'identification morphologique des simulies a été faite étape par étape selon les critères édictés par l'OMS (OMS, 2023). D'abord, *S. damnosum* s.l. a été distingué des autres espèces de simulies en fonction du nombre d'articles antennaires, de la forme basitarse antérieur, de la coloration des soies du scutellum et du 9ème tergite abdominal (OMS, 2023). Puis, les différents groupes (savanicoles ou forestière) du complexe *S. damnosum* ont été distingués à l'aide de caractères fondés sur l'observation de la teinte des touffes de soies situées à la

base des ailes, de la teinte relative des antennes, de la procoxa, du prosternum et du mesonotum (OMS, 2023).

Dissection des simulies collectées

La dissection des simulies a été effectuée selon la méthode décrite par l'OMS (OMS, 2023). Les femelles ont été tuées au chloroforme et disséquées sous la loupe binoculaire dans une goutte d'eau physiologique de NaCl 9%. L'abdomen des simulies a été ouvert à l'aide d'aiguilles montées et l'examen des organes abdominaux (ovaires, tubes de Malpighian, corps gras) a permis de déterminer l'âge physiologique. Les femelles ainsi disséquées ont été séparées en femelles nullipares i.e. de jeunes femelles n'ayant pas encore pris de sang et n'ayant jamais pondu, et en femelles pares i.e. des femelles âgées ayant pondu au moins une fois. La tête, le thorax et l'abdomen ont ensuite été dilacérés séparément pour la recherche de larves d'*O. volvulus* et d'autres parasites. Les larves infectantes retrouvées dans la tête des simulies ont été prélevées à l'aide d'aiguilles montées et conservées entre lames et lamelles. Les résultats de la dissection ont enfin été reportés sur une fiche de dissection où sont notés le taux de parturité, la présence de repas de sang ou d'œufs résiduels, ainsi que le nombre et la localisation des larves infectantes d'*Onchocerca* sp.

Indicateurs entomologiques de la transmission de l'onchocercose

Le protocole actuel de l'OMS recommande la méthode de poolscreening pour les activités de surveillance entomologique (OMS, 2023). Cependant ce protocole recommande la méthode de capture-dissection dans la surveillance entomologique dans les études longitudinales où les taux de piqûres et de parturité sont importants (OMS, 2023). Nous avons alors utilisé ce protocole recommandé par l'OMS pour l'évaluation de la transmission par la méthode capture et dissection (OMS, 2023). Ce protocole utilise plusieurs indicateurs entomologiques pour estimer la transmission de l'onchocercose : le taux de parturité, le taux de piqûres et le potentiel de transmission.

Le taux de parturité est la proportion de simulies pares par rapport aux simulies disséquées, dans chaque point de capture (Koala et al, 2019). Le taux de piqûres représente le nombre de piqûres reçues par une personne exposée au cours d'une période donnée. Nous avons calculé le taux de piqûre mensuel (MBR) de chaque site comme le nombre total de simulies collectées au cours du mois divisé par le nombre de jours de capture au cours de ce mois multiplié par 30. Le taux de piqûre annuel (ABR), qui était le principal taux de piqûre indicateur de taux, a été calculé comme la somme arithmétique des MBR sur 12 mois. Dans les zones de savane d'Afrique de l'Ouest, l'OMS considère les résultats entomologiques comme satisfaisants lorsque l'ABR est inférieur à 1 000 piqûres/personne/an (OMS, 1995).

Potentiel de transmission

Nous avons calculé le potentiel de transmission mensuel (MTP) comme le MBR du mois multiplié par le nombre total de L3H pour ce mois divisé par le nombre total de mouches disséquées. Le potentiel de transmission annuel

(ATP) a été calculé comme la somme arithmétique du MTP de douze mois (janvier à décembre).

Taux d'infectivité et charges parasitaires

Nous avons calculé le taux d'infectivité comme étant le nombre total de mouches infectieuses avec une larve dans

la tête (FLH) multiplié par 1 000 et divisé par le nombre total de mouches pares. L'OMS précise que les résultats entomologiques peuvent être considérés comme satisfaisants lorsque le taux d'infectivité est inférieur à 1 similie infectieuse pour 1 000 mouches pares (OMS,

Tableau 1: Espèces du complexe *Simulium damnosum* piqueuses dans les sites d'étude et aux alentours

N°	Date d'échantillon	Village	Cordonnées géographiques			Rivière	Cytotypes				Total
			Altitude (m)	Latitude (°N)	Longitude (°E)		da	si	sq	ya	
1	21/07/21	Oulibangala	453	07°48.901'	015°49.337'	Lim	11	2	1	2	15
2	07/08/21	Oulibangala	455	07°49.739	015°49.336	Lim	4	0	0	0	4
3	10/10/21	Oulibangala	455	07°49.736	015°49.336	Lim	5	0	2	3	10
4	23/07/23	Oulibangala	455	07°49.739'	015°49.336'	Lim	19	4	0	0	23
5	26/08/21	Kaitia	445	07°54.460"	015°46.17'	Kaitia	3	1	1	0	5
6	21/07/23	Bessao	482	07°88' 93"	015°97' 57"	Bessao	6	0	0	0	6
7	22/07/23	Baibokum	464	07°45.513'	015°42.379	Baibokum	35	3	0	0	38
Total							83	10	4	5	102

NB: Espèces savanicole (da= *S. damnosum* sensu stricto; si= *S. sirbanum*) ; Espèces forestière (sq= *S. squamosum*; ya= *S. yahense*)

2023). La charge parasitaire de *Simulium* spp. a également été calculé en multipliant le nombre de larves infectieuses (L3H) par 1 000, puis divisé par le nombre total de mouches pares.

Considérations éthiques

Nous avons bénéficié de l'approbation Numéro 037/PL/PM/MESRI/SG/CNBT du Comité National de Bioéthique du Tchad (CNBT) pour conduire les activités de notre étude. Toutes les personnes impliquées dans la capture des similies par la méthode de capture sur homme (CSH) ont signé des formulaires de consentement après avoir été informées des activités du projet. Les formulaires de consentement étaient en français et dans leurs langues locales. Les personnes impliquées dans le CSH ont été formées à la capture des similies. Pour réduire davantage le risque, tous les participants locaux à l'étude ont reçu un traitement à l'ivermectine dans le cadre des campagnes de distribution de masse du programme national.

RESULTATS

Espèce de *Simulium damnosum* sensu lato

Un total de 102 larves de *S.damnsum s.l.* a été collecté et identifié par les analyses cytotaxonomiques. Les 102 larves des *S. damnosum* s.l. ont été identifiées et les résultats indiquaient que 93 larves étaient des espèces de savane (83 étaient *S. damnosum* s.s. et 10 étaient *S. sirbanum*) et 9 étaient des espèces forestières (4 étaient *S. squamosum* et 5 étaient *S. yahense*) (Tableau 1).

Densité simulidienne et taux de piqûres

Dans les deux points de capture, un total 15 736 mouches capturées, dont 8774 similies ont été morphologiquement identifiées comme appartenant au groupe de savane *S.damnsum s.s./ S. sirbanum* et *dissequées*. Les collectes des chaque points de capture sont détaillés dans les tableaux 2 et 3 en annexe.

A Oulibangala, 68 jours de capture ont été réalisées de juin 2021 à février 2022 résultant à la capture de 7335 similies. Le pic des captures a été observée en février avec 1974 similies capturées. Le taux de piqûre journalier fluctuait de 10 piqûres/homme/jour en octobre à 219 piqûres/homme/jour en février. Le taux annuel de piqûre

était de 26938 piqûres/homme/an à Oulibangala pendant les 9 mois de capture.

A Kaitia, 58 jours de collectes ont été réalisées d'aout 2021 à février 2022, résultant à la capture 1439 similies dans le site de Kaitia. Le pic des captures a aussi été observée en février avec 314 similies capturées. Le taux journalier fluctuait de 9 piqûres/homme/jour en septembre à 35 piqûres/homme/jour en février. Pour les 7 mois de capture, le taux annuel de piqûre était 4985 piqûres/homme/an à Kaitia.

Taux de parturité des similies disséquées

Le taux de parturité moyen était de 75,04% à Oulibangala et de 69,09% dans le site Kaitia. A Oulibangala, ce taux allait de 55,77% en novembre à 96,61% en janvier. Alors qu'a Kaitia il allait de 34,78% en décembre à 93,87% en janvier.

Taux d'infectivité et potentiel de transmission de l'onchocercose

Au cours des dissections, aucune larve infectante d'onchocercose, ni de stades évolutifs, n'a été retrouvée chez les similies capturées à Oulibangala et à Kaitia. Conséquemment, les taux d'infectivité et les potentiels de transmission sont tous nuls pour la période de notre étude.

DISCUSSION

L'identification cytotaxonomique a révélé quatre espèces du complexe *Similium damnosum* qui se reproduisent dans la zone d'étude. La principale espèce vectrice de cette zone de persistance était *S. damnosum sensu stricto.*, constituant plus de 81% des espèces identifiées. *S.damnsum s.s.* est un vecteur très compétent et fortement impliqué dans la transmission de la forme cécitante de l'onchocercose (OMS, 2023). Les autres espèces identifiées jouent probablement un rôle secondaire dans la transmission de l'onchocercose. Une découverte majeure de la présente étude est l'observation d'espèces forestières (*S. squamosum* et *S. yahense*) dans nos sites d'étude tous localisés en zone de savane. En effet, *S. yahense* est une espèce forestière typique et principalement confinée aux rivières forestières (Traoré-Lamizana & Lemasson, 1987). Généralement, les similies de savanes se reproduisent en zone de savane et

y assure la transmission de l'onchocercose, il en est de même pour les espèces forestières qui se reproduisent et assurent la transmission en zone de forêt (OMS, 2023). La présence d'espèces forestières du complexe *S.damnosum s.l.* dans nos sites (qui sont en zone de savane) résulte probablement d'une migration des simulies. Cette observation corrobore les rapports des Ayisi et ses collègues (Ayisi et al., 2024) qui ont observé la reproduction de larves de *S. yahense* dans le nord du Cameroun, dans la rivière Mbere, limitrophe du Tchad. Nos résultats indiquent que *S. yahense* migre soit des sites situés à la frontière avec le Cameroun ou des sites de la République Centrafricaine voisine vers les sites de savane du Tchad. Cette identification de *S.yahense* en zone de savane pourrait avoir des implications épidémiologiques, car il est connu que les simulies de migration peuvent être infectieuses et réintroduire le parasite de l'onchocercose dans les régions où il était absent (OMS, 2023). Nos résultats confirment aussi ceux du programme APOC qui avait classé le sud du Tchad, le Nord du Cameroun et de la Centre-Afrique dans la zone comme étant une même vaste zone de transmission de l'onchocercose en raison de l'existence de plusieurs foyers et des échanges entre les différents pays (Noma et al, 2014). La possibilité d'une éventuelle migration de simulies en provenance des pays voisins pose le problème de la réintroduction du parasite par la migration transfrontalière de l'onchocercose au Tchad et à ses voisins, le Cameroun et la république centrafricaine. Une surveillance régulière de cette zone transfrontalière est donc nécessaire dans la zone d'étude. Nos résultats indiquent que les densités simulidiennes étaient plus élevées dans le site de Oulibangala par rapport à celui de Kaitia. Les densités augmentent avec le début des pluies, dès le mois de juin à Oulibangala pour atteindre un pic de 1974 simulies capturées au mois de février. Les piqûres continuent bien après l'arrêt des pluies. Tandis qu'à Kaitia, les premières simulies n'ont été capturées qu'à partir du mois d'août. Alors qu'à Katia les densités augmentent à partir du mois d'août et continuent jusqu'en février 2022. Nos résultats sont similaires à ceux de Koala et al (2019) qui avaient trouvé des densités de *S.damnosum s.s.* / *S.sirbanum plus* élevées en saison pluvieuse dans des zones de savane du Burkina Faso (Koala et al, 2019). La nuisance simulidienne est évoquée au-delà de 30 piqûres/homme/jour, ce taux a été largement dépassé pendant les activités de capture. De plus, l'OMS considérait qu'un taux annuel de piqûre de 1000 piqûres/homme/an comme satisfaisante et diminuait le risque de transmission. Le taux annuel de piqûre de Oulibangala représentait 26 fois le seuil autorisé et celui de Kaitia représentait 5 fois le seuil tolérable. Ces densités élevées et ces piqûres qui en découlent constituent une nuisance importante et un risque élevé pour la transmission de l'onchocercose pour les populations vivantes à proximité des deux points de capture. En effet, il est connu que des taux de piqûres élevés augmentent le risque de transmission de l'onchocercose (OMS, 2023). Les dissections ont révélé des taux de parturité des simulies de notre zone d'étude étaient très élevés. En effet, le taux de parturité moyen était de 69% à Kaitia et de 75,04% à Oulibangala. Ces taux élevés indiquent que les

simulies de notre zone sont des vecteurs compétents, capables de vivre assez longtemps pour assurer le développement et la transmission du parasite *Onchocerca volvulus*. De plus, Il est prouvé en effet qu'en zone de savane *S. damnosum* vit plus longtemps (OMS, 2023). Aucune larve infectante n'a été retrouvée dans ces sites. Cela pourrait être dû à l'impact des TIDC en cours dans notre zone d'étude. Il est connu que le traitement l'ivermectine élimine plus de 95% des microfilaires et inhibe la ponte des microfilaires chez les vers adultes et ce pour une période pouvant atteindre un an (Chippaux et Boussinesq, 1998). Par conséquent, les simulies en prenant leurs repas de sang chez les personnes traitées à l'ivermectine ne pourront pas s'infecter et transmettre. Il y'a eu un TIDC en décembre 2020 soit six mois avant le début de nos captures et un autre TIDC en janvier 2022, soit un mois avant la fin de nos collectes. Tous les deux TIDC avaient des taux de couvertures thérapeutiques de 80% et taux de couverture géographique de 100% conformément aux normes de l'OMS (PNEOFL, 2021). Ces TIDC ont probablement réduits la charge microfilarienne des populations de Oulibangala et de Kaitia. Cependant le risque demeure étant donné que la région de Oulibangala est frontalière avec la République Centrafricaine et le Cameroun, avec lesquels, elle a en commun des foyers endémiques de l'onchocercose. Il est alors important de maintenir des activités de surveillance entomologique et épidémiologique afin de parer à une réintroduction du parasite *O. volvulus* par la migration des populations humaines et des simulies en provenance d'autres régions endémiques du Tchad ou de ses pays voisins.

CONCLUSION

Notre étude fournit des nouvelles données entomologiques sur les espèces de vectrices de l'onchocercose, leur dynamique saisonnière, leurs taux de piqûres et leurs statuts d'infection. de Oulibangala et de Katia. Ces données confirment la nuisance et le risque élevé pour la transmission de l'onchocercose dans cette région du Tchad. De plus, nos résultats indiquent pour la première fois la présence d'espèces forestières la zone, et cela pourrait avoir des conséquences sur l'épidémiologie de l'onchocercose. Par conséquent, il est nécessaire de maintenir la surveillance entomologique dans les gîtes de la province de la Logone orientale afin de prévenir toute reprise de la transmission.

Remerciements

Nous remercions END Fund qui a soutenu financièrement les activités de cette étude. Nous remercions le ministère de la santé publique et de la prévention, le superviseur, les captureurs et l'ensemble des populations de notre zone d'étude pour leur soutien.

Consent for publication

All authors give theirs consents for publications

Conflict of Interest

The authors declare that they have no competing interests.

REFERENCES

1. Ayisi, F., Sedou, N., Dieunang, S.K., Yaya, F., Tchago, E. F., Ndellejong, C.E., Biholong, B., & Boakye, D. A. (2022). A cross-sectional study of *Simulium damnosum sensu lato* breeding sites and species distribution in Sudan savanna, mixed savanna-forest and rainforest regions in Cameroon. *Parasites Vectors* 15, 382. <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05462-w>
2. Ayisi F, Souza DK, Tallant J, Biholong BD, Fokam EB, Boakye DA (2024). Onchocerciasis in the Cameroon-Chad border area after more than twenty years of annual mass ivermectin distribution. *Research Square*, DOI: 10.21203/rs.3.rs-3745872/v1
3. Boakye DA. A pictorial guide to the chromosomal identification of members of the *Simulium damnosum* Theobald complex in West Africa with particular reference to the Onchocerciasis Control Programme Area. *Trop Med Parasitol.* 1993;44:223–44.
4. Chippaux, J. P., Boussinesq, M., & Prod'hon, J. (1995). Apport de l'ivermectine dans le contrôle de l'onchocercose. *Cahiers d'études et de recherches francophones/Santé*, 5(3), 149-158.
5. Davies JB, Crosskey RW. *Simulium* - vectors of onchocerciasis. Geneva: World Health Organization, Division of Control of Tropical Diseases; 1992.
6. Diawara L, Traoré MO, Badji A, Bissan Y, Doumbia K, Goita SF, et al. 2009. Feasibility of onchocerciasis elimination with ivermectin treatment in endemic foci in Africa: first evidence from studies in Mali and Senegal. *PLoS Negl Trop Dis.* 2009;3:e497.
7. Koala, L., Nikièma, A.S., Paré, A.B., Drabo, F., Toé, L.D., Belem, A.M. et al. (2019) Entomological assessment of the transmission following recrudescence of onchocerciasis in the Comoé Valley, Burkina Faso. *Parasites & Vectors*, 12(1), 1–9.
8. Niama, A., Ndziessi, G., Hemilembolo, M., Nkodia, A., Missamou, F., & Kitembo, L. (2019). Prévalence et Charge Microfilarienne de l'Onchocercose dans le Foyer du Bassin du Fleuve Kouilou-Niari en République du Congo. *HEALTH SCIENCES AND DISEASE*, 20(6).
9. Noma, M., Zouré, H.G., Tekle, A.H. et al. The geographic distribution of onchocerciasis in the 20 participating countries of the African Programme for Onchocerciasis Control: (1) priority areas for ivermectin treatment. *Parasites Vectors* 7, 325 (2014).
10. Nwoke, B. E. B., Oye, J., Kimingar, N., Matchoke, G.Z., Albissaty, S.A., Yotta, N., Kodbaye, N.C.(1998). Rapid Epidemiological Mapping of Onchocerciasis (REMO) in Guera and Salamat prefectures, Republic of Chad. Geneva: World Health Organization, 1998, p. 1-12
11. Organisation mondiale de la Santé, O., & World Health Organization. (2015). African programme for onchocerciasis control: progress report, 2014–2015. *Weekly Epidemiological Record= Relevé épidémiologique hebdomadaire*, 90(49), 661-674.
12. Programme National d'élimination de l'onchocercose et de la filariose lymphatique (PNEOFL) 2015. Rapport d'activités de surveillance de l'onchocercose. Ministère de la Santé Publique et de la prévention du Tchad/
13. Programme National d'élimination de l'onchocercose et de la filariose lymphatique (PNEOFL) 2021. Rapport d'activités des traitements à l'ivermectine sous directives communautaires dans les régions endémiques l'onchocercose du Tchad. Ministère de la Santé Publique et de la prévention du Tchad/
14. Traoré-Lamizana M. & Lemasson J-J. Participation à une étude de faisabilité d'une campagne de lutte contre l'onchocercose dans la région du bassin du Logone. Répartition des espèces du complexe *Simulium damnosum* dans la zone camerounaise du projet. *Cah. ORSTOM sér. Ent. méd. et Parasitol.* 1987; 25: 171-186.
15. Von Noorden, G.K & Buck, A.A (1968). Ocular Onchocerciasis: An Ophthalmological and Epidemiological Study in African Millage. *fuchieves of Ophthalmolo-ey*.80,26 - 34
16. WHO, 1995. Onchocerciasis and its control. Report of a WHO Expert Committee on Onchocerciasis Control. Report no. 852. Geneva: World Health Organization; 1995. p. 1–104.
17. World Health Organization. (2016). Guidelines for stopping mass drug administration and verifying elimination of human onchocerciasis: criteria and procedures (No. WHO/HTM/NTD/PCT/2016.1).
18. World Health Organization. World Health Organization. (2021). Ending the neglect to attain the sustainable development goals. A road map for neglected tropical diseases 2021–2030, WHO.
19. WHO. Onchocerciasis and its control. Report of a WHO Expert Committee on Onchocerciasis Control. Report no. 852. Geneva: World Health Organization; 1995. p. 1–104

Tableau 2 : résultats des captures de Oulibangala

Sites	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Févr	Total
Nb jours	2	8	10	4	8	10	8	9	9	68
Nb fem.capturées	149	674	460	42	402	563	1122	1949	1974	7335
Nb piq/h/j	74,5	84,25	46	10,5	50,25	56,3	140,25	216,555556	219,333333	897,938889
MBR	2235	2527,5	1380	315	1507,5	1689	4207,5	6496,66667	6580	26938,1667
Nb fem disséquées	149	674	460	42	402	563	1122	1949	1974	7335
Nb fem pares	104	466	326	34	343	314	661	1883	1737	5868
% fem pares	69,80	69,14	70,87	80,95	85,32	55,77	58,91	96,61	87,99	75,04
Nb fem infectées	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% fem infectées	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Nb fem Infectieuses	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0
% fem Infectieuses	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Nb fem Infect/1000pares	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
NB Li	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
NB Li/1000 pares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
PMT bruts	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0

Tableau 3 : résultats détaillés des captures de Kaitia

Sites	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Févr	Total
Nb jours	10	4	8	10	8	9	9	58
Nb fem.capturées	204	37	253	209	161	261	314	1439
Nb piq/h/j	20,4	9,25	31,625	20,9	20,125	29	34,888889	166,188889
MBR	612	277,5	948,75	627	603,75	870	1046,66667	4985,66667
Nb fem disséquées	204	37	253	209	161	261	314	1439
Nb fem pares	153	23	187	131	56	245	255	1050
% fem pares	75,00	62,16	73,91	62,68	34,78	93,87	81,21	69,09
Nb fem infectées	0	0	0	0	0	0	0	0
% fem infectées	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Nb fem Infectieuses	0	0	0	0,00	0	0	0	0
% fem Infectieuses	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Nb fem Infect/1000pares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
NB Li	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
NB Li/1000 pares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
PMT bruts	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0