



L'essentiel de l'information
scientifique et médicale

www.jle.com

Le sommaire de ce numéro

<http://www.john-libbey-eurotext.fr/fr/revues/medecine/mst/sommaire.md?type=text.html>



Montrouge, le 01/05/2019

S. Bakhoum

Vous trouverez ci-après le tiré à part de votre article au format électronique (pdf) :

Influence des paramètres physico-chimiques sur la répartition spatiale des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes humains dans le delta du fleuve Sénégal

paru dans

Médecine et Santé Tropicales, 2019, Volume 29, Numéro 1

John Libbey Eurotext

Ce tiré à part numérique vous est délivré pour votre propre usage et ne peut être transmis à des tiers qu'à des fins de recherches personnelles ou scientifiques. En aucun cas, il ne doit faire l'objet d'une distribution ou d'une utilisation promotionnelle, commerciale ou publicitaire.

Tous droits de reproduction, d'adaptation, de traduction et de diffusion réservés pour tous pays.

© John Libbey Eurotext, 2019

Influence des paramètres physico-chimiques sur la répartition spatiale des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes humains dans le delta du fleuve Sénégal

Influence of physicochemical parameters on the spatial distribution of snail species that are intermediate hosts of human schistosomes in the Senegal River Delta

Bakhoun S.¹, Ndione R.A.^{1,2}, Haggerty C.J.E.³, Wolfe C.⁴, Sow S.², Ba C.T.¹, Riveau G.², Rohr Jason R.^{3,5}

¹ Département de biologie animale, Faculté des sciences et techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal

² Centre de recherches biomédicales Espoir pour la santé, Saint-Louis, Sénégal

³ Department of Integrative Biology, University of South Florida, Tampa, FL, USA

⁴ College of Public Health, University of South Florida, Tampa, FL, USA

⁵ Department of Biological Sciences, Environmental Change Initiative, Eck Institute of Global Health, University of Notre Dame, Notre Dame, IN, USA

Article accepté le 28/2/2019

Résumé. L'objectif de ce travail a été d'identifier d'éventuelles relations entre les paramètres physico-chimiques (température de l'eau, vitesse d'écoulement de l'eau, conductivité électrique, concentration d'oxygène dissous, salinité, pH, nitrates, phosphates) et la répartition spatiale dans le delta du fleuve Sénégal des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes humains. Huit points d'eau (ME1 à ME4, NE1 et NE2 ; TA1 et TA2) ont été choisis dans les villages de Menguègne Boye, Ndellé Boye et Thilla pour un suivi bihebdomadaire des effectifs de mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes humains et des paramètres physico-chimiques de l'eau. Les résultats montrent que la répartition spatiale des populations de mollusques est liée au pH, l'oxygène dissous (mg/l), la conductivité, la température (°C) et la vitesse d'écoulement de l'eau (m/s).

Mots clés : paramètres physico-chimiques, répartition spatiale, mollusques, hôtes intermédiaires, schistosomes, delta, fleuve Sénégal.

Correspondance : Bakhoun S
<bakhounsidy09@gmail.com>

Introduction

Les bilharzioses sont des maladies parasitaires dues à des vers appelés schistosomes à transmission urinaire ou fécale transmises par des hôtes intermédiaires appelés mollusques présents dans les eaux douces [1]. Le réservoir parasite est l'homme, qui infecte les mollusques en souillant le milieu aquatique par ses selles ou urines [2].

Abstract. The objective of this work was to identify possible correlations between physicochemical parameters (water temperature, water flow velocity, electrical conductivity, dissolved oxygen, salinity, pH, nitrates, and phosphates) and the spatial distribution in the Senegal River delta of snail species that are intermediate hosts of human schistosomes. Eight water points (ME1 to ME4, NE1 and NE2, TA1 and TA2) were selected in the villages of Menguègne Boye, Ndellé Boye, and Thilla for biweekly monitoring of these snails and the physicochemical parameters of the water. The results show that the spatial distribution of the snail populations is related to pH, dissolved oxygen (mg/l), conductivity, temperature (°C), and water flow velocity (m/s).

Key words: *physicochemical parameters, spatial distribution, mollusks, intermediate hosts, schistosomes, delta, Senegal river.*

Ainsi, la transformation de l'environnement par les activités humaines (aménagement, riziculture, pisciculture. . .) favorise la création de gîtes favorables au développement de mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes qui prolifèrent et s'étendent à d'autres sites [3]. Cet état de fait est encore aggravé par les aménagements hydrauliques, la construction de nombreux petits et grands barrages [4]. La transformation des écosystèmes aquatiques se matérialise d'abord par la création

d'habitats favorables à la prolifération des mollusques [5]. La modification des pratiques des populations riveraines de ces aménagements se concrétise de son côté par l'intensification des contacts entre l'homme et l'eau [6], et donc avec les parasites s'ils sont présents. Ces deux facteurs contribuent à déterminer l'évolution de l'incidence de ces pathologies [7].

Les bilharzioses urinaire et intestinale sévissent au Sénégal [8]. Avant la construction du barrage de Diama, seule la schistosomiase à forme urinaire était connue dans la partie sénégalaise de la vallée du fleuve Sénégal [9, 10]. Les villages de Menguègne Boye, Ndellé Boye et Thilla sont bordés par des marigots, défluent du fleuve, dans lesquels les populations locales mènent beaucoup d'activités aquatiques. Nos premières prospections nous ont renseignés sur le micro-habitat préférentiel de ces mollusques. Ainsi, des fouilles dans la boue, les débris et sur la végétation indiquent que l'habitat préférable de ces mollusques comporte des herbiers à *Ceratophyllum*. De tels herbiers abritent une riche faune composée de mollusques (*Bulinus sp.* et *Biomphalaria pfeifferi*) principales espèces hôtes intermédiaires des schistosomes humains, *Lymnaea natalensis* (Krauss, 1848), *Gyraulus costulatus* (Krauss, 1848), et d'insectes. Ainsi la mesure des paramètres physico-chimiques *in situ* et le nombre d'individus recensés varient d'un site à un autre.

Dans ce travail, nous avons essayé d'évaluer les éventuelles relations entre paramètres physico-chimiques des eaux de surface et répartitions spatiales des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes humains, dans trois villages ou sites du delta du fleuve Sénégal : Menguègne Boye, Thilla et Ndellé Boye (figure 1).

Matériel et méthodes

Sites d'étude

Le village de Menguègne Boye (ME) abrite quatre points d'eau (ME1, ME2, ME3, ME4), le village de Ndellé Boye (NE) a deux points d'eau (NE1, NE2) tout comme celui de Thilla (TA1, TA2). NE1 et NE2 sont séparés par une digue et communiquent entre eux grâce à des tuyaux transversaux. L'eau coule de NE1 vers NE2 (figure 2).

L'étude couvre la période du 03 juillet au 02 août 2017, à raison d'une prospection tous les 15 jours. Trois prospections au niveau des différents points d'eau constituant des zones de contacts homme-eau, potentielles zones de transmission de la maladie, ont donc été effectuées. Le choix des sites de prospection est guidé par leurs fréquentations humaines et animales et la prévalence de la bilharziose. Parallèlement aux enquêtes malacologiques, des mesures *in situ* des facteurs

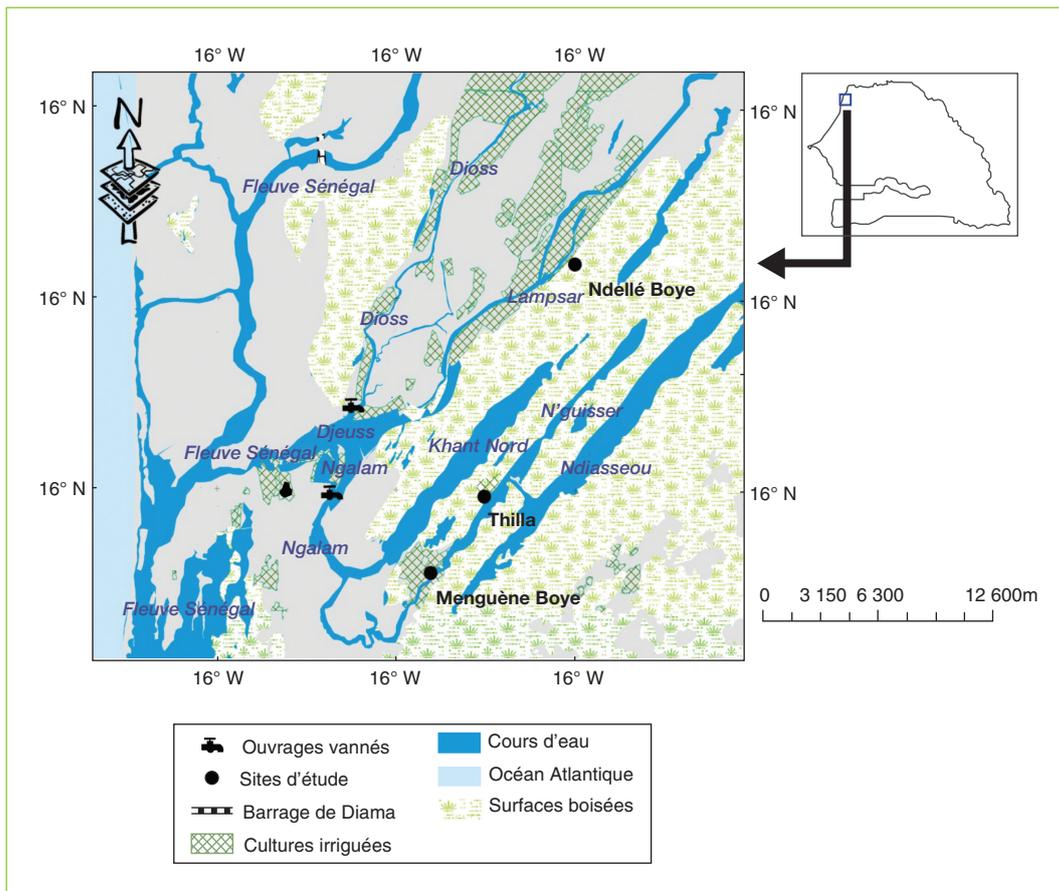


Figure 1. Zone d'étude (Sidy Bakhom, 2017).

Figure 1. Study area.

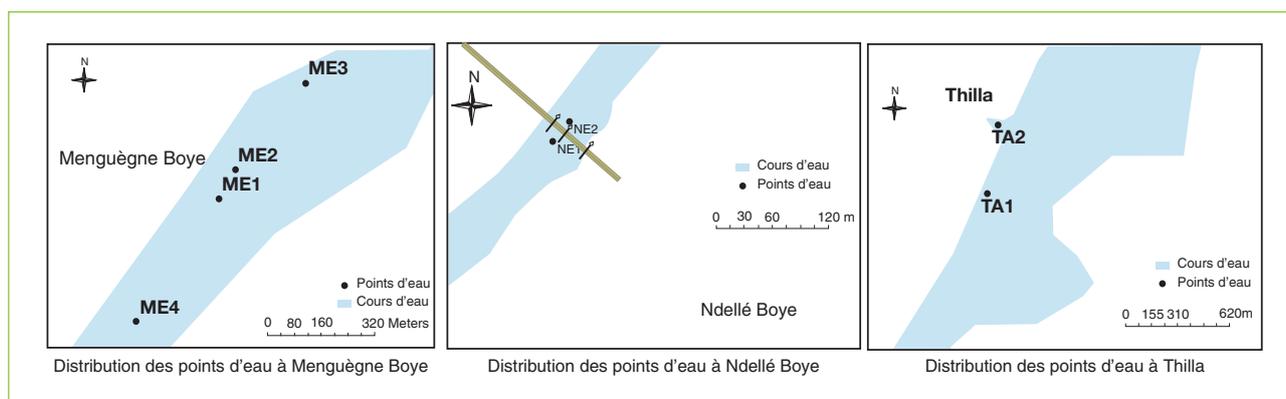


Figure 2. Points d'eau des sites d'étude (Sidy Bakhoum, 2017).
Figure 2. Water points of the study sites (Sidy Bakhoum, 2017).

physico-chimiques montrant des variations spatiales ont été réalisées.

Évaluation des paramètres physico-chimiques

Pour mesurer les paramètres comme la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$), la salinité en (Pt), l'oxygène dissous (mg/l), la concentration en nitrate (mg/l), nous avons utilisé l'enregistreur multiparamétrique à sondes numériques YSI 600 (HANNA instruments). Les sondes sont couvertes par un racleur et leur ensemble est relié à un écran par un câble de terrain. La technique consistait à plonger les sondes dans l'eau, allumer l'écran et attendre que les chiffres se stabilisent. Pour chaque paramètre, on lit sur l'écran la valeur correspondant à sa teneur dans l'eau, que l'on rapporte sur la fiche. La mesure du phosphate (mg/l) est obtenue par PHR (*Phosphate High Range*) model HI 96717 C (HANNA instruments). On prélève 10 ml dans un tube que l'on mélange avec le réactif phosphate HR Reagent B (HANNA instruments). On place le tube dans l'appareil pendant trois minutes puis on lit la valeur obtenue sur l'écran. Le potentiel hydrogène (pH) est obtenu par ESEE pH-meter (HANNA instruments). La méthode est la même qu'avec YSI 600. La vitesse d'écoulement (m/s) et la température de l'eau ($^{\circ}\text{C}$) sont mesurées par un *flowatch* (type courantomètre, JDC electronic) muni d'une hélice qu'on plonge dans l'eau, d'une sonde qui transmet la mesure dans le boîtier (où s'affiche la mesure).

Récolte et identification des mollusques

Les mollusques sont recherchés au niveau de la végétation à l'aide de l'épuisette en diversifiant les zones prospectées. Nous mesurons la profondeur puis nous effectuons une prise (scoop) avec l'épuisette au niveau de la végétation. Après lavage de la végétation dans la baignoire, on filtre l'eau à l'aide d'un tamis en métal ne laissant passer que l'eau et des débris de fine taille. Les mollusques sont récoltés à l'aide de pinces ou à la main en prenant la précaution de porter des gants. Tous les mollusques d'un même point d'eau sont regroupés dans un seul pot ou plus si nécessaire et amenés au laboratoire puis identifiés.

L'identification repose sur la clé de Mandahl-Barth basée sur la morphologie de la coquille. Si nous ne pouvons pas identifier le mollusque à l'œil nu, on l'observe à la loupe binoculaire. Cette étude intéresse essentiellement les mollusques du genre *Bulinus* car on ne rencontre qu'une seule espèce du genre *Biomphalaria* qui est facile à distinguer par la forme discoïde de sa coquille. La densité (d) des mollusques est exprimée en nombres de mollusque par scoop par point d'eau.

Résultats

Moyennes des paramètres physico-chimiques dans les différents points d'eau (figure 3)

Les moyennes des huit facteurs abiotiques mesurés dans nos huit points d'eau sont représentées dans la *figure 3*. Retenons que la teneur en oxygène (mg/l) et sa saturation forment ensemble un seul paramètre (*figure 3a-d*).

La température de l'eau la plus élevée est observée à Mbenguègne Boye (ME3) avec $29,9^{\circ}\text{C}$ (*figure 3a*). Thilla avec son premier point (TA1), enregistre $29,8^{\circ}\text{C}$ tandis que Ndellé Boye affiche la plus basse température au niveau de son deuxième point d'eau NE2 avec $28,5^{\circ}\text{C}$. Seuls les points NE2 et TA2 enregistrent une vitesse significative d'écoulement de l'eau avec respectivement $1\text{ m}/\text{s}$ et $3\text{ m}/\text{s}$ (*figure 3b*). La conductivité moyenne maximale est obtenue à Ndellé Boye : $200,26\ \mu\text{S}/\text{cm}$ pour NE1 et $195,16\ \mu\text{S}/\text{cm}$ pour NE2. C'est au niveau de ce site qu'on enregistre les plus basses températures. La teneur de la conductivité la plus faible est retrouvée au premier point de Menguègne ($132,06$) (*figure 3c*). On enregistre à Menguègne la teneur maximale en O_2 dissous avec $2,78\ \text{mg}/\text{l}$ au ME1 et $2,96\ \text{mg}/\text{l}$ à ME3. Thilla a la plus faible teneur en O_2 dissous en son point 2 : $0,353\ \text{mg}/\text{l}$ à TA2 (*figure 3d*). Les teneurs en sel obtenues sont très faibles ($1\text{ Pt} = 1^{\circ}\text{mg}/\text{l}$). On retrouve à Ndellé (NE1) la mesure en sel la plus importante ($0,503\text{ Pt}$), suivi de ME2 avec $0,4\text{ Pt}$. Les teneurs les plus faibles sont retrouvées à ME1 ($0,063\text{ ppt}$) et ME3 ($0,066\text{ ppt}$). Le pH affiche ses valeurs maximales à Menguègne : $7,4$ sur ME1 ; $7,02$ au ME2 ; $6,92$ au niveau de ME4 tandis

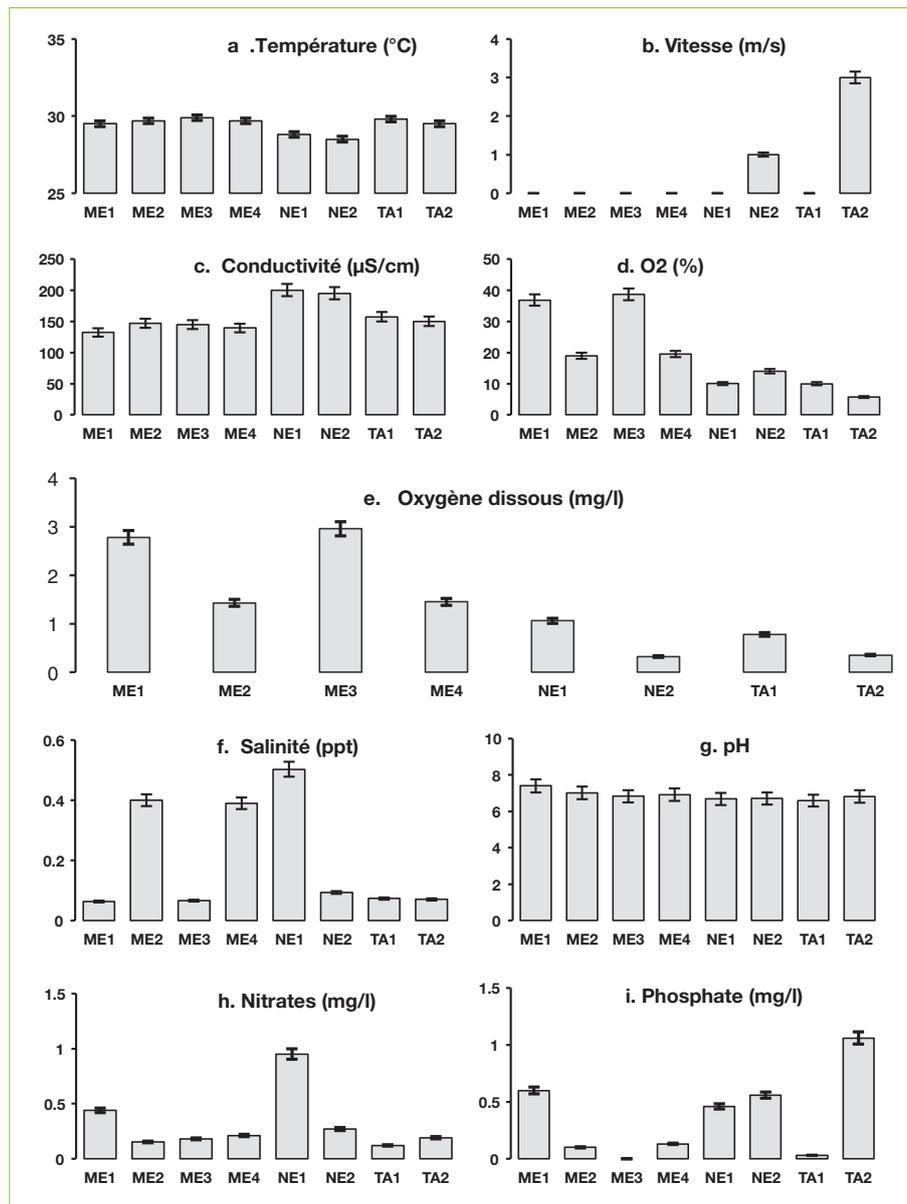


Figure 3. Données physico-chimiques moyennes des différents points d'eau.
Figure 3. Mean physicochemical data of the different water points.

que Thilla enregistre la plus faible valeur sur son premier point (6,59) (figure 3g). À Ndellé, nous avons la teneur maximale en nitrates (0,95 mg/l) et les teneurs moyennes en phosphates : 0,46 mg/l au point 1 (NE1) et 0,56 mg/l au NE2. TA2 enregistre la teneur en phosphates la plus importante (1,06 mg/l), TA1 n'affiche que 0,03 mg/l tandis qu'on retrouve 0 mg/l au troisième point de Menguégne Boye (figure 3i).

Données malacologiques

La malacofaune est composée de *Biomphalaria pfeifferi*, de *Bulinus forskalii*, *B. globosus*, *B. senegalensis*, *B. truncatus*, cinq espèces toutes connues comme hôtes intermédiaires des schistosomes humains (figure 4).

L'analyse du peuplement malacologique montre que *B. truncatus* colonise tous les sites d'étude (tableau 1). Sa dominance au sein de ce peuplement est observée dans tous les points d'eau avec la plus grande densité (27,54) enregistrée à ME1. *B. globosus* est absent à Ndellé Boye et sur TA2. Elle atteint sa densité maximale (0,5) à ME1. *B. forskalii* est plus représentative à Menguégne avec une densité $d = 1,04$ et $1,1$ respectivement à ME1 et ME2. *B. senegalensis* n'a été récolté qu'à Mbenguégne (à ME1 et ME2 avec respectivement $d = 0,11$ et $0,93$) et à Ndellé Boye, à NE2 avec $d = 0,38$. *Biomphalaria pfeifferi* est la deuxième espèce hôte intermédiaire des schistosomes intestinaux de l'homme après *B. truncatus* par sa représentativité avec $d = 2,16$ et $2,38$ respectivement à ME1 et TA1 (tableau 1).



Figure 4. Mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes humains (Sidy Bakhom, 2017).

Figure 4. Snail species that are intermediate hosts of human schistosomes:

a = *Biomphalaria pfeifferi* b = *Bulinus globosus* c = *Bulinus forskalii*, d = *Bulinus senegalensis*, e = *Bulinus truncatus* (Sidy Bakhom, 2017).

a = *Biomphalaria pfeifferi*, b = *Bulinus globosus*, c = *Bulinus forskalii*, d = *Bulinus senegalensis*, e = *Bulinus truncatus*.

Relation entre les mollusques et les facteurs physico-chimiques de l'eau des biotopes étudiés : analyse en composantes principales (ACP)

Choix des axes factoriels

D'après le critère de Kaiser (critère absolu), seuls les axes dont la valeur propre est supérieure à 1, sont retenus pour l'analyse en composante principale. Idéalement, nos cinq premières valeurs propres répondent au-delà de ce critère. Pour notre ACP, nous avons choisi les axes F1 et F2 (tableau 2) avec leurs valeurs propres respectives 5,596 et 2,402.

Graphiques sur les facteurs F1/F2

La figure 5 montre que l'axe F1 est corrélé à *Biomphalaria*, *B. globosus*, *B. truncatus*, *B. forskalii*, au pH, à l'O₂ dissous et sa saturation, à la vitesse, à la conductivité, tandis que l'axe 2 est corrélé à la salinité et aux nitrates. L'ACP renseigne que le pH, l'O₂ dissous et sa saturation (%) sont fortement liés aux espèces *B. globosus*, *B. truncatus* et *B. forskalii* tandis qu'ils sont moyennement liés aux *Biomphalaria* comme le fait remarquer la matrice de corrélation. Les projections sur l'ACP des teneurs en sels, des nitrates et des phosphates de l'eau sont orthogonales à celles des mollusques en général, ce qui explique qu'il n'y a pas d'influences directes significatives de ces paramètres sur les populations de mollusques. La température est corrélée positivement à *Biomphalaria*. La conductivité, la

vitesse et la salinité s'opposent plus ou moins à celles de *B. globosus*, *B. truncatus* et *B. forskalii*. Ainsi on remarque aussi que les variables conductivité, vitesse, salinité s'opposent à l'O₂ dissous et à sa saturation (en %) comme le sont les nitrates et phosphates à la température (figure 5).

Discussion

Facteurs abiotiques

Les températures obtenues varient entre un minimum de 28,5 °C à Ndellé Boye et un maximum de 29,9 °C à ME3. Les plus basses températures enregistrées à Ndellé pourraient s'expliquer par le fait que l'écosystème d'eau douce retrouvé dans ce milieu est moins pénétré par la lumière en raison de son eutrophisation très développée. Il a été montré qu'au cours du mois de juillet, les températures de l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal varient entre 26,1 °C et 28,9 °C [11]. Le pH mesuré varie presque d'une unité (entre 6,59 et 7,4). Sa légère basicité accompagne les propos dans [11] soutenant que les valeurs du pH mesurées dans les eaux du fleuve Sénégal placent ce dernier dans la classe excellente à bonne des eaux de surface (6,5 < pH < 8,5). Les teneurs en phosphates et nitrates proviendraient des terres agricoles (lessivages d'engrais et ruissellements par les eaux de pluies sur le sol) mais aussi des activités ménagères pour lesquelles les femmes utilisent différents détergents et anti-septiques. Dans une étude récente sur le fleuve Sénégal [12], les auteurs soutiennent que les vêtements directement lavés dans le

Tableau 1. Densités des mollusques par point d'eau et densités globales par site d'étude.

Table 1. Density of snails by water point and overall densities by study site.

Sites d'étude	Espèces Points d'eau	<i>Biom.</i>	<i>B. fors.</i>	<i>B. glob.</i>	<i>B. sene.</i>	<i>B. trun.</i>
Menguègne Boye	ME1	2,16	1,04	0,5	0,11	27,54
	ME2	0,3	1,1	0,46	0,93	4,43
	ME3	0	0	0,13	0	2,86
	ME4	0,06	0,2	0,13	0	1,26
		0,63	0,585	0,305	0,26	9,0225
Ndellé Boye	NE1	0	0	0	0	0,69
	NE2	0	0,47	0	0,38	5,32
		0	0,235	0	0,19	3,005
Thilla	TA1	2,38	0,05	0,076	0	1,38
	TA2	0	0,06	0	0	0,06
		1,19	0,055	0,038	0	0,72

Biom. = *Biomphalaria*, B. = *Bulinus*, fors. = *forskalii*, glob. = *globosus*, sene. = *senegalensis*, trun. = *truncatus*. Les nombres en gras-italique représentent les densités par site d'étude et par espèce.

Biom = *Biomphalaria*, B. = *Bulinus*, fors = *forskalii*, glob = *globosus*, sene = *senegalensis*, trun. = *truncates*. Bold-italic numbers represent density by study site and species.

Tableau 2. Valeurs propres et pourcentages de variations exprimées par le facteur de l'ACP.

Table 2. Eigenvalues and percentages of variations expressed by the PCA factor.

Composantes principales	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Valeur propre	5,596	2,402	2,238	1,771	1,087	0,754	0,152
Variabilité (%)	39,975	17,160	15,986	12,650	7,761	5,383	1,085
% cumulé	39,975	57,135	73,121	85,770	93,532	98,915	100,000

fleuve justifie probablement la présence des phosphates. Ils ajoutent que les pluies peuvent être un vecteur important pour le transport des déchets domestiques, urines, excréments d'animaux vers le fleuve par le phénomène de lessivage. La forte eutrophisation notée sur le biotope particulièrement à Ndellé Boye proviendrait des teneurs importantes en nitrates et en phosphates dans l'eau. Par ailleurs, la présence du barrage de Diama et l'association des digues réduisent l'oxydation et la vitesse d'écoulement de l'eau de la vallée [13]. Ces faits, combinés avec les décharges de déchets aux alentours des villages et villes, et les produits agrochimiques venant des champs irrigués, ont accéléré l'eutrophisation de l'eau dans la vallée du fleuve Sénégal. Les teneurs très faibles de sels renseignent que les cours d'eau de nos sites d'étude sont des écosystèmes d'eau douce. La conductivité électrique (CE) qui est une mesure de la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique montre des variations importantes (132,06 et 200,26 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Les fortes teneurs obtenues à Ndellé (200,26 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au NE1 et 195,16 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au NE2) seraient dues aux forts apports de matières organiques dans les eaux, entraînant leur minéralisation plus importante. En comparant les valeurs de la conductivité détectées au niveau des eaux étudiées à celle guide de l'OMS qui est de 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ [14] nous en déduisons que les eaux de ces défluent du fleuve Sénégal sont de bonne qualité. Cependant une étude faite sur le fleuve Sénégal montre

une variation moins importante (47,4 et 67,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$) entre les saisons de l'année [15].

Les mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes humains

La présence simultanée des deux genres de mollusques hôtes *Biomphalaria* et *Bulinus* est indicatrice de l'existence de vecteurs potentiels des schistosomes dans la zone d'étude. La présence de *Biomphalaria pfeifferi*, *Bulinus globosus*, *B. truncatus*, *B. senegalensis* et *B. forskalii* à Mbodiène, village bordé par le cours d'eau le Lampsar, a été notée dans une étude depuis 1997 [16]. L'auteur rajoute l'existence de ces organismes dans le delta avec une augmentation des populations de *Biomphalaria* et une distribution plus étendue. Nous avons retrouvé ces cinq (5) espèces dans nos sites d'étude. *Bulinus senegalensis*, hôte intermédiaire de *S. haematobium*, est très fréquente et abondante dans les régions de Saint-Louis, Tambacounda, Kaolack et Fatick [17, 18]. Nous retrouvons donc sa présence à Menguègne Boye (d = 0,11 à ME1 et 0,93 à ME2). *Bulinus globosus* et *Bulinus truncatus*, hôtes intermédiaires de *S. haematobium*, sont très fréquemment rencontrés dans le delta du fleuve Sénégal [19]. *Biomphalaria pfeifferi*, principale hôte intermédiaire de *S. mansoni* est l'espèce de schistosome la plus abondante dans le delta du fleuve Sénégal [19]. Cependant nous n'avons observé sa présence à Ndellé Boye. Nous avons seulement pu la rencontrer à Thilla et Menguègne Boye avec des densités respectives de 2,38 et 2,16, ce qui est confirmé dans [18] où l'auteur soutient une présence très réduite dans le Delta. La dominance de *B. truncatus* à Menguègne Boye, Ndellé Boye et Thilla pourrait s'expliquer par le fait que ces sites sont des cours d'eau permanents, donc favorables à la prolifération de cette espèce [14].

Relations entre les facteurs abiotiques et les mollusques hôtes intermédiaires

La présence des biotopes favorables ou non à la vie des mollusques est liée aux conditions physico-chimiques de leur milieu de vie. La rareté des mollusques, observée à TA2, pourrait donc être due à la vitesse importante des eaux (3 m/seconde). En effet, selon des auteurs, la vitesse de l'eau favorable au maintien des mollusques dans leurs habitats doit être inférieure à 0,3 m/s [17]. L'influence positive des mesures de l'oxygène, du pH sur les mollusques montre que ces dernières enregistrent des valeurs optimales favorisant la vie dans l'habitat de ces gastéropodes. Cependant, l'influence positive de la température remarquée uniquement sur *Biomphalaria* ($r = 0,31$) a été prouvée une étude faite dans le lac du barrage de Taabo en Côte d'Ivoire [14]. La température de l'eau (T° maximale = 29,9° C), n'a pas d'effets significatifs sur les bulins alors qu'à T° maximale = 31,5°, des auteurs soutiennent

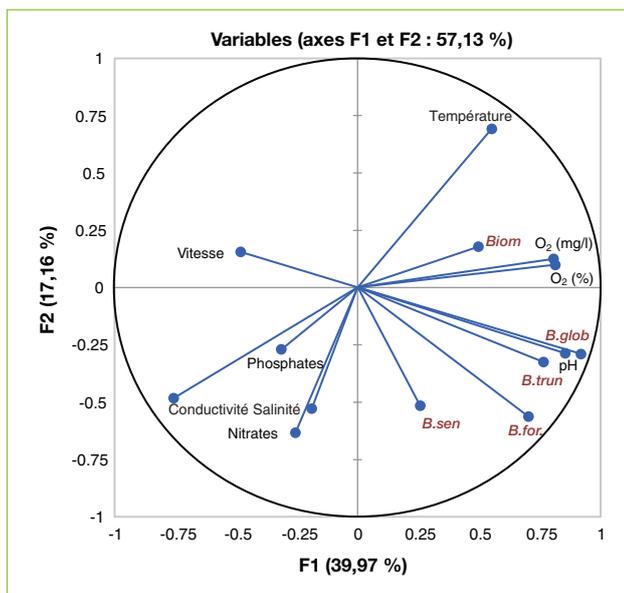


Figure 5. Relations entre la densité des mollusques hôtes intermédiaires et les paramètres physicochimiques de l'eau.

Figure 5. Relations between the density of intermediate host snails and the physicochemical parameters of the water.

que ce facteur agit négativement sur les bulins [14]. La salinité mesurée n'a pas d'influence significative sur les mollusques (exceptées les espèces *Biomphalaria* et *B. truncatus*). Ceci pourrait être dû à sa très faible teneur. Des auteurs d'une étude donnent l'exemple des effets de ce paramètre sur le développement des mollusques au niveau du delta du fleuve Sénégal où ces gastéropodes ont proliféré après la mise en service du barrage anti-sel de Diama [17]. Des mesures importantes de la conductivité obtenues à Ndellé (200,26 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au NE1 et 195,16 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au NE2) ont en général une action négative sur la densité des mollusques. Ce qui pourrait confirmer les propos de Gbocho *et al* [14] défendant que des teneurs de la conductivité (74 et 77,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$) n'ont pas réalisé de corrélation significative avec les populations des hôtes intermédiaires à cause de ses valeurs faibles. Dans notre étude, les paramètres (conductivité, oxygène dissous et sa saturation, pH et vitesse d'écoulement de l'eau) ont des influences significatives sur la répartition spatiale des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes humains.

Conclusion

La transformation des écosystèmes dans le delta du fleuve Sénégal a créé des biotopes favorables au développement des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes humains, notamment des conditions physico-chimiques propices à leur abondance. Aux termes de notre étude, les résultats apportent des indications sur la nature, la répartition et la densité de ces mollusques. Quatre espèces sont apparues comme des hôtes intermédiaires de *S. haematobium* et une espèce hôte intermédiaire de *S. mansoni*. La variation d'abondance relative des bulins et de la planorbe est due aux variations du pH, de la conductivité, de l'oxygène dissous et sa saturation, ainsi que de la vitesse des eaux et de la température.

Remerciements : Cette étude a été effectuée pour l'obtention d'un mémoire de master en biologie animale/écologie et gestion des écosystèmes préparé à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Elle s'inscrit dans le cadre d'un programme polyvalent de recherche nommé Upstream Alliance (<http://www.theupstreamalliance.org/>). Ce programme intègre des partenaires universitaires américains (universités de Stanford, de Californie Santa Barbara, du Kentucky, de Floride du Sud), israéliens (université Ben Gourion), l'Institut Pasteur de Lille, et l'université Gaston-Berger de Saint-Louis. Ce programme est financé par plusieurs institutions dont les principales sont la Fondation B&M, Gates et le National Institute of Health des États-Unis. Nous les remercions pour leur appui.

Liens d'intérêt : les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt en rapport avec cet article.

Références

1. Isabwe C, Ruberanziza E, Mupfasoni D, Ruxin J, Clerinx J, White PC. Potential for transmission of schistosomiasis in Kayonza district. *Rwanda Medical Journal* 2012 ; 69 : 14-9.
2. Webbe G & Sturrock RF. « The parasites and their life cycles ». In : Sturrock RF. *Human schistosomiasis*. Wallingford, Oxon : Cab international, 1993. pp 1-32.

3. Steinmann P, Keiser J, Bos R, Tanner M, Utzinger J. Schistosomiasis and water resources development: systematic review, meta-analysis, and estimates of people at risk. *Lancet Infect Dis* 2006 ; 6 : 411-25.
4. Traoré M. « Importance des aménagements hydrauliques dans la transmission des schistosomoses ». In : Chippaux JP. *Lutte contre les schistosomes en Afrique de l'Ouest*. 15-18 février 2000, Niamey-Cermes 2000 ; 23-29. <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010024012> (consulté le 25-10-2017).
5. Symoens JJ, Burgis M, Gaudet JJ, *et al*. *Écologie et utilisation des eaux continentales africaines*. <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPDISCA&lang=p&nex-tAction=lnk&exprSearch=144029&indexSearch=ID> (consulté en septembre 2017).
6. Kloos H, Gazinelli A, Van Zuyle P. *Microgeographical patterns of schistosomiasis and water contact behavior; examples from Africa and Brazil*. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=AV20120152555> (consulté en septembre 2017).
7. Cecchi P, Baldé S, Yapi YG. *Mollusques hôtes intermédiaires de bilharzioses dans les petits barrages. L'eau en partage*. http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/ed-06-08/010040048.pdf (consulté en septembre 2017).
8. Sy I, Diawara L, Ngabo D, Barbier D, Dreyfuss G, Georges P. Bilharzioses au Sénégal oriental prévalence chez les enfants de la région de Bandafassi. *Médecine Tropicale* 2008 ; 68 : 267-71.
9. Campbell G, Noble LR, Rollinson D, Southgate VR, Webster JP, Jones CS. Low genetic diversity in a snail intermediate host (*Biomphalaria pfeifferi* Kross, 1848) and schistosomiasis transmission in the Senegal River Basin. *Mol Ecol* 2010 ; 19 : 241-56.
10. Talla I, Kongs A, Verle P, Belot J, Sarr S, Coll AM. Outbreak of intestinal schistosomiasis in the Senegal River Basin. *Ann Soc Belg Med Trop* 1990 ; 70 : 173-80.
11. N'Diaye AD, Mint K, Ould Sid'Ahmed Ould kankou MS. Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique de l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal. *Larhyss Journal* 2013 ; 12 : 71-83. <http://larhyss.net/ojs/index.php/larhyss/article/view/148> (consulté en septembre/2017).
12. Diallo AD, Namr KI, N'Diaye AD, Garmes H, Kankou M, Wane O. L'intérêt des méthodes d'analyses statistiques dans la gestion du suivi de la qualité physico-chimique de l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal. *Larhyss Journal* 2014 ; 17 : 101-14. <http://larhyss.net/ojs/index.php/larhyss/article/view/193> (consulté en octobre 2017).
13. Manikowski S, Strapasson A. Sustainability Assessment of Large Irrigation Dams in Senegal: A Cost-Benefit Analysis for the Senegal River Valley. *Frontiers in Environmental Science* 2016 ; 4 : 18.
14. Gbocho YF, Diakité NR, Akotto OF, N'Goran KE. Dynamique des populations de mollusques hôtes intermédiaires de *Schistosoma haematobium* et *Schistosoma mansoni* dans le lac du barrage de Taabo (sud Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences* 2015 ; 25 : 3939-53.
15. Tfeila MM, Ouled Kankou MOSA, Souabi S, Aboulhassan MA, Taleb A, *et al*. Suivi de la qualité physicochimique de l'eau du fleuve Sénégal: Cas du captage du Beni Nadj alimentant en eau potable les wilayas de Nouakchott (Monitoring of water physico-chemical quality of the Senegal River: The case of capture of Beni Nadj supplying drinking water of the Wilaya of Nouakchott). *J Mater Environ Sci* 2016 ; 7 : 148-60. http://www.jmaterenvirosci.com/Document/vol7/vol7_N1/17-JMES-1892-2015-Tfeila.pdf (consulté le en octobre 2017).
16. Diaw OT. *Population dynamics of schistosome intermediate host snails in a village in the delta of the Senegal river basin*. Proceedings of 'Workshop on Medical Malacology in Africa'; September 22-26. Harare, Zimbabwe : L. N.E.R./ISRA/Service de Parasitologie, 1997. pp. 173-84. <http://www.sist.sn/gsd/collect/publi/index/assoc/HASH0b27/7e95a7f0.dir/doc.pdf> (consulté en octobre 2017).
17. Diaw OT, Ndir O, Toupane MG. Guide de surveillance malacologique et de lutte contre les mollusques hôtes intermédiaires des bilharzioses. Ministère de la santé : Service national des grandes endémies, 1999.
18. Ndir O. « Situation des Schistosomes au Sénégal ». In : Chippaux JP. *Lutte contre les schistosomes en Afrique de l'Ouest*, 15-18 février 2000, Niamey-Cermes. Paris : éditions IRD, 292. p.225-236.
19. Emould JC. Épidémiologie des schistosomoses humaines dans le delta du fleuve Sénégal. Phénomène récent de compétition entre *Schistosoma haematobium* et *S. mansoni*. In : Diaw OT. *Population dynamics of schistosome intermediate host snails in a village in the delta of the Senegal river basin* [Internet]. 1997 [cité le 18/10/2017]. <http://www.sist.sn/gsd/collect/publi/index/assoc/HASH0b27/7e95a7f0.dir/doc.pdf>.