



Journal of Applied Biosciences 193: 20455 - 20466  
ISSN 1997-5902

## Diversité et dynamique de la faune malacologique au cours de la mise en place d'un barrage hydro-agricole, Bouaké Centre de la Côte d'Ivoire

Nana R. Diakité<sup>1\*</sup>, Mamadou Ouattara<sup>1</sup>, Fidèle K. Bassa<sup>1</sup>, Gaoussou Coulibaly<sup>1</sup>, and Eliezer K. N'Goran<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Biologie et Santé, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire

\* Correspondance: Nana R. Diakité: [diaknarose@yahoo.fr](mailto:diaknarose@yahoo.fr)

Submission 25<sup>th</sup> October 2023. Published online at <https://www.m.elewa.org/Journals/> on 31<sup>st</sup> January 2024. <https://doi.org/10.35759/JABs.193.2>

### RESUME

*Objectif:* Cette étude, vise à évaluer de la mise en eau du barrage jusqu'au début des activités rizicoles réalisées la diversité et la dynamique des peuplements de mollusques d'eau douce et spécifiquement ceux qui conditionnent la transmission des schistosomias.

*Méthodologie et résultats:* Des investigations malacologiques ont été menées à Raffierkro et dans quatre villages voisins dans le Centre de la Côte d'Ivoire entre 2007 et 2009. Les mollusques ont été collectés par deux enquêteurs expérimentés à l'aide d'une épuisette et de pinces pendant 15 minutes sur chaque site. Les mollusques ont été identifiés au niveau du genre et de l'espèce. Soixante-cinq (65) mollusques ont été collectés la première année. Ce nombre est passé à 1 260 la deuxième année, puis est retombé à 375, la troisième année.

*Conclusions et application des résultats :* Cette étude met en relief, l'accroissement des abondances et de l'aire de dispersion des mollusques hôtes intermédiaires de parasites de l'homme et des animaux consécutives à cet hydro-aménagement. Il en ressort que les barrages, les Hydro-aménagements et les activités connexes restent des endroits propices pour la prolifération des mollusques en général et des hôtes intermédiaires, en particulier. Il est donc nécessaire de mettre en place une surveillance rigoureuse de ces Hydro-aménagements, afin de prévenir ou contrôler les effets délétères, notamment par l'éducation et la sensibilisation des populations sur les risques encourus et/ou une prise en charge rapide et efficace des services compétents dès l'apparition des premiers cas.

**Mots clés:** Mollusque, Barrage hydro-agricole, Transmission, Côte d'Ivoire

**Diversity and dynamics of malacological fauna during the construction of a multipurpose dam in Bouaké, Central Côte d'Ivoire**

### ABSTRACT

*Objective:* The aim of this study was to assess the diversity and dynamics of freshwater snail populations, specifically the intermediate hosts of schistosomiasis, during the construction and the first years of operation of a small multipurpose dam in Rafierkro, Côte d'Ivoire.

**Methodology and Results:** Malacological investigations were carried out in Raffierkro and four neighbouring villages in central Côte d'Ivoire between 2007 and 2009. Snails were collected by two experienced investigators using scoops and forceps for 15 min at each site. Snails were identified at the genera and species level. Sixty-five snails were collected in the first year increasing to 1,260 in the second year, and then falling to 375 in the third year.

**Conclusion and application of results:** This study highlights the increase in the abundance of intermediate host snails of humans and animals parasites and their dispersion in irrigation canals. This demonstrates that dams, water resources development projects and related activities remain a favourable site for the proliferation of snails in general and intermediate hosts in particular. Therefore, it is necessary to rigorously monitor these hydro-development sites in order to prevent and control the harmful effects, inform educate and communicate (IEC) the risks to the surrounding communities and rapidly and effectively deploy interventions at the first signs of an outbreak of schistosomiasis.

**Keys words:** Snail, Multipurpose dam, Transmission, Côte d'Ivoire

## INTRODUCTION

De nombreux pays africains se sont engagés dans la construction de petits et grands barrages pour assurer la sécurité alimentaire (Aka *et al.*, 2000). En même temps que ces ouvrages permettent l'amélioration de la production agricole et piscicole mais aussi ils présentent des risques sanitaires. Il en résulte la disparition et l'apparition de certains biotopes, favorables à la prolifération des culicidés, notamment ceux des vecteurs du paludisme et aussi des mollusques hôtes intermédiaires des bilharzioses comme *Biomphalaria pfeifferi*, *Bulinus truncatus* et *Bulinus globosus* (Steinmann *et al.*, 2006; Yewhalaw *et al.*, 2009; Afrane *et al.*, 2012; Samb *et al.*, 2012). Ces importantes modifications environnementales sont ainsi à l'origine de l'extension des maladies liées à l'eau. En effet, la schistosomiase, deuxième endémie parasitaire mondiale après le paludisme, est endémique dans 78 pays tropicaux et subtropicaux dont 42 en Afrique (WHO, 2021). En Côte d'Ivoire, plus de 500 petits barrages ont été réalisés dans le Nord et le Centre autour des années 1970 pour palier au déficit hydrique (Anonyme,

1992). Ces installations ont considérablement modifié les biotopes des mollusques, entraînant parfois l'accroissement de la transmission de la schistosomiase (N'Goran *et al.*, 1997; Yapi *et al.*, 2005). Plusieurs travaux ont montré que les différents aménagements rizicoles réalisés peuvent considérablement influencer la faune malacologique par l'abondance, la diversité spécifique et la densité des principales espèces vectrices (Hunter *et al.*, 1993; Patz *et al.*, 2000; Steinmann *et al.*, 2006). Pour venir en aide aux populations de Raffierkro et ses environs, un barrage hydro-agricole a été construit (Diakité *et al.*, 2010). Une étude a été menée afin de comprendre, l'impact de ces changements sur la composition et la dynamique des mollusques durant la période couvrant la mise en place de ces aménagements hydro-agricoles jusqu'au début des activités rizicoles. Les résultats de cette étude devront permettre d'élucider dans les contextes d'aménagement les processus de modification conduisant aux fortes abondances des mollusques, afin d'élaborer des stratégies de contrôle et de prévention adaptées.

## MATERIEL ET METHODES

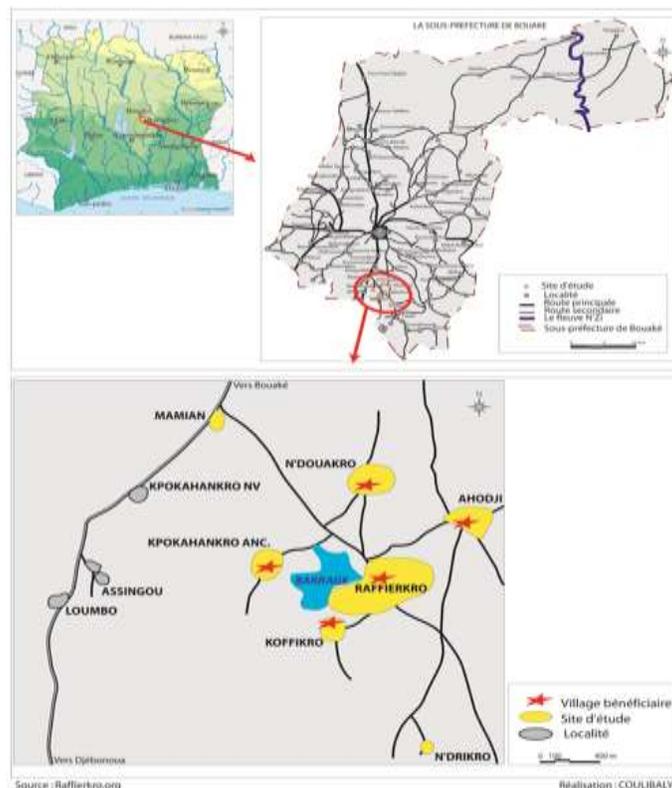
**Sites d'étude :** L'étude a été réalisée dans cinq villages situés autour d'une retenue d'eau aménagée, dans le département de Bouaké

(7°44' Nord, 5°41' Ouest), au Centre de la Côte-d'Ivoire (**Figure 1**). Le département de Bouaké est situé en zone préforestière, avec un

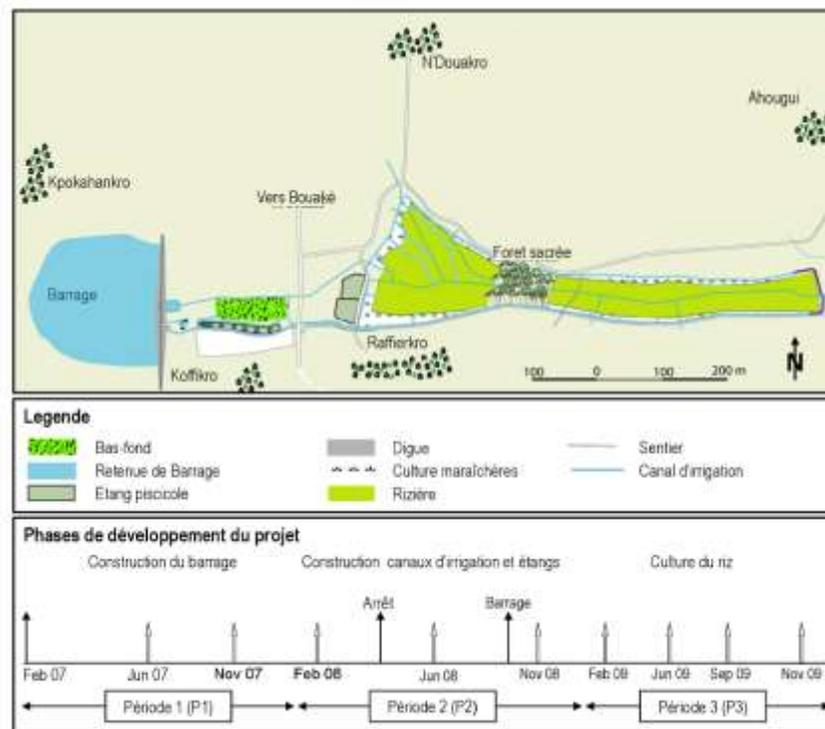
climat de type tropical humide et deux saisons : la saison des pluies, de mars à octobre, et la saison sèche, le reste de l'année. La température a varié entre 23,7 et 33,8°C et les moyennes annuelles des précipitations ont été de 1 334 mm en 2007, 1372,8 mm en 2008 et 1 229 mm en 2009. Les cinq villages bénéficiaires du barrage (Raffierkro, Ahougui, Kpokahankro, N'Douakro et Koffikro) sont situés dans un rayon de 2 km autour du barrage et ses aménagements. Trois périodes ont été considérées au cours de l'étude: (i) la construction du barrage; (ii) l'aménagement des canaux d'irrigation et des étangs piscicoles ; et (iii) les premières activités rizicoles (**Figure 2**) (Diakité *et al.*, 2010).

**Enquête malacologique :** Des enquêtes malacologiques ont été réalisées autour du barrage et dans les points d'eau des villages environnants tenant compte des étapes de la construction du barrage mais aussi des saisons. L'échantillonnage a été fait de 2007 en 2009

durant les mois de Février, Juin et Novembre. La collecte des mollusques a été effectuée par deux prospecteurs durant 15 minutes chacun, par les techniques de collecte manuelle sur les supports accessibles et de fauchage de la végétation immergée à l'épuisette. Les mollusques récoltés ont été placés entre deux couches de coton hydrophile humidifié dans des boîtes de pétri étiquetées portant les dates, les types points et les localités de collecte puis, transportées au laboratoire dans une glacière maintenue à environ 20 °C. Au laboratoire, les mollusques ont été dénombrés et identifiés à l'aide de clé de détermination (Brown, 1994), selon l'aspect morphologique de leur coquille. Après l'identification et le dénombrement, les mollusques non hôtes ont été conservés dans de l'alcool à 90 % tandis que, les hôtes intermédiaires ont été mis en élevage au laboratoire dans des bacs contenant, environ 1,5 L d'eau déchlorée pour les tests de l'infestation par les parasites.



**Figure 1 :** Localisation des sites d'étude dans le département de Bouaké, au Centre de la Côte d'Ivoire



**Figure 2 :** Différentes périodes caractérisées par les activités menées dans les sites d'étude, à Bouaké, Centre de la Côte d'Ivoire, de Février 2007 à Novembre 2009

**Analyses Statistique :** Les données ont été saisies et validées à l'aide du logiciel Microsoft Excel. Le test exact de Fisher a été utilisé pour la comparaison des abondances suivant les années et les localités. Trois indices de diversité ont été calculés pour comprendre et suivre la variation de la richesse et la régularité des espèces malacologiques dans le milieu. L'indice de Margalef (D) fondé sur la croissance logarithmique du nombre d'espèces (S) est un indicateur de richesse (Devictor *et al.*, 2010). L'indice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) permet d'évaluer la représentation des espèces dans un échantillon. Ainsi, un indice élevé traduit une bonne représentativité de toutes les espèces dans le biotope donné et un indice faible ou nul est le signe d'une forte dominance d'une seule espèce. L'indice d'équitabilité ( $E$ )

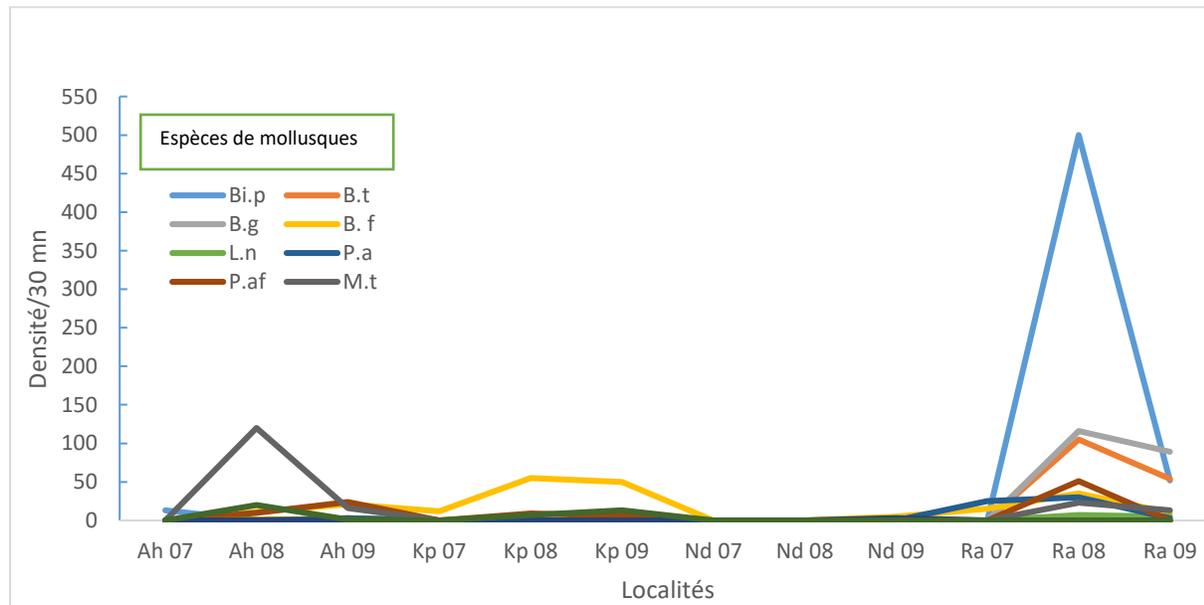
de Piélou représente le rapport de  $H'$  à l'indice maximal théorique dans le peuplement ( $H'_{max}$ ). Cet indice peut varier de 0 à 1. Il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement.

**Considérations éthiques :** Cette étude a été approuvée par la Commission de Recherche Institutionnelle (CRI) du Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) en Côte d'Ivoire et l'accord des autorités sanitaires de Bouaké et celui des chefs des villages concernés ont été obtenus. Dans chacun des villages, les autorités locales et les membres de la communauté ont été informés en détail sur les objectifs, les procédures, les risques et avantages potentiels liés à l'étude.

## RESULTATS

**Composition et dynamique de la faune malacologique :** Durant les 3 années, les principaux points de contact homme-eau observés étaient constitués du barrage, des canaux d'irrigation, de rivières, d'étangs et de bassins de spiruline. Les prospections malacologiques ont permis de collecter un effectif de 1700 mollusques appartenant à 5 familles, 6 genres et 8 espèces. La dynamique des effectifs a été de 65 mollusques la première année, 1260 la deuxième année et 375 la troisième année. L'évolution des effectifs durant les 3 années présentée à la figure 3 montre que la localité de Raffierkro se distingue des autres avec la présence de toutes les espèces

76,1 % et surtout avec un pic en 2008 des abondances des hôtes intermédiaires *Bi. pfeifferi* (55,1 %), *B. globosus* et *B. truncatus*. (p-value <0,001). Le test de Fisher réalisé a indiqué que les proportions de mollusques hôtes intermédiaires collectées la première année (2007) étaient significativement supérieures à celles collectées en 2008 et en 2009 (p-value <0,001). Par contre, aucune différence n'a été enregistrée entre l'année 2008 et 2009 (p-value = 0,64). La localité de Ahougui quant à elle est caractérisée par une forte présence de *M. tuberculata* avec un pic en 2008 et celle de Kpokahankro par la présence de *B. forskalii*.



**Figure 3 :** Dynamique des espèces de mollusques collectées dans les sites, de Février 2007 à Novembre 2009, Bouaké, Centre de la Côte d'Ivoire. Ah=Ahougui, Kp= Kpokahankro, Nd=Ndouakro, Ra=Raffierkro

**Indice de diversité malacologique :** Les indices de diversité calculés sont présentés dans le tableau I. La richesse spécifique (D) quasi nulle la première année dans toutes les localités a vu ses valeurs variées de 1,1 à Kpokahankro à 2,3 à Raffierkro la deuxième et de 1 à N'Douakro à 3,2 à Ahougui la troisième année. Par contre, l'indice de diversité de Shannon et l'indice d'équitabilité calculés la première.

année ont présenté les valeurs maximales à Raffierkro avec  $H'=0,7$  et  $E=1$ . La deuxième année, les localités de Raffierkro et de Ahougui se sont distinguées par des indices élevés de Shannon et d'équitabilité. La troisième année, à l'exception de la localité de Kpokahankro qui a gardé une diversité faible et constante, toutes les autres localités ont vu leur peuplement s'enrichir moyennement avec des indices

variant de 2,1 à N'Douakro à 3,2 à Ahougui. Une diversité est observée à Raffierkro  $H' = 2$ , à Ahougui  $H' = 1,5$  et à N'Douakro  $H' = 0,9$ . L'équitabilité de Pielou calculé dans ces mêmes

localités a donné des indices proches de 1, variant de 0,8 à Ahougui et N'Douakro à 0,9 à Raffierkro.

**Tableau 1** : indices de diversité malacologique

	An1				An2				An3				Total			
Village	Eff (S)	H' [H'max]	D	P	Eff (S)	H' [H'max]	D	P	Eff (S)	H' [H'max]	D	P	Eff	H' [H'max]	D	P
Ahougui	13 (1)	0	0	0	162 (5)	0,9 [1,6]	1,8	0,6	71 (7)	1,5 [1,9]	3,2	0,8	246	1,4 [2,2]	3,3	0,6
Koffikro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kpokahankro	12 (1)	0	0	0	71 (3)	0,7 [1,1]	1,1	0,6	69 (3)	0,8 [1,1]	1,1	0,7	152	0,7 [1,1]	0,9	0,6
N'Douakro	0	0	0	0	0	0	0	0	9 (3)	0,9 [1,1]	2,1	0,8	9	0,9 [1,1]	2,1	0,8
Raffierkro	40 (2)	0,7 [0,7]	0,6	1	1027 (8)	1,3 [2,1]	2,3	0,6	226 (7)	2 [2,3]	2,5	0,9	1293	1,4 [2,1]	2,2	0,7

Eff = effectif ; S = nombre d'espèce H' = indice de Shannon ; H' max : indice maximal théorique de Shannon ; D = indice de Margalef ; P = indice de Piérou

## DISCUSSION

Cette étude a été menée afin de comprendre l'impact des changements sur la composition et la dynamique des mollusques durant la période couvrant la mise en place de ces aménagements hydro-agricoles. Les interventions au cours du temps, ont eu une influence sur la diversité de la faune malacologique. Le suivi de la dynamique révèle l'importance de l'évolution de la biodiversité et l'impact réel des modifications apportées au paysage. La malacofaune de la zone d'étude, comporte des espèces communes aux eaux douces de l'Afrique (Brown, 1994 ; Labbo *et al.*, 2003 ; Sarr *et al.*, 2011). La quasi absence des mollusques au cours de la première année de récolte représenté par des indices égale à zéro, à l'exception de la localité de Raffierkro traduit la faible diversité des espèces dans le milieu. La localité de Raffierkro a présenté de faible indice traduisant la dominance du milieu par une seule espèce *Bi. pfeifferi*. Cette rareté d'espèce serait le fait de caractéristiques spécifiques aux localités, en relation avec la nature, le régime et la qualité de l'eau. En effet, les travaux de construction du barrage ont entraîné la dégradation du milieu avec pour corollaire l'assèchement des points productifs de mollusques entraînant l'absence de supports végétaux aquatiques, de nourritures disponibles, et aussi certains facteurs abiotiques non favorables (Température élevée, absence d'humidité). Cette même observation a été faite par Demba (1989) lorsqu'il trouvait des effectifs de mollusques inférieurs à ceux obtenus par Ndamkou, (1985) et Kangoye (1987) dans la zone de Bouaké. L'explosion des mollusques une année après la mise en eau du barrage principalement au niveau de Raffierkro site du barrage et moyennement au niveau des autres localités, est certainement le résultat de la stabilité du milieu traduit par les indices de Shannon et d'équitabilité. La stabilité après la crue, la présence de nénuphars, de troncs d'arbres immergés ont créé un biotope favorable à l'installation de toutes les espèces.

Aussi, le cycle de reproduction, qui est un paramètre biologique pourrait-il influencer sur cette recrudescence. En effet, les mollusques hôtes intermédiaires étant hermaphrodites et autoféconds ont un fort potentiel reproductif. Les mollusques présents dans le milieu, ont eu le temps de se développer et de s'installer. Cette observation confirme ainsi, qu'il y'a toujours une forte corrélation positive entre la mise en eau des barrages, et la recrudescence des mollusques hôtes intermédiaires et par conséquent la hausse significative des prévalences, s'il y a contamination dans le milieu. Des exemples connus sont Kossou et Taabo, au Centre-sud de la Côte d'Ivoire, (N'Goran, 1997), Sourou au Burkina Faso (Poda *et al.*, 2003). La troisième année a été marquée par un milieu stable et plus diversifié caractérisée par une bonne représentativité des espèces présentes. Le nombre d'espèces est passée de 1 à 7 à Ahougui et de 2 à 7 à Raffierkro. Les activités rizicoles ont favorisé l'établissement des mollusques et leur diversification dans le milieu. L'enrichissement du peuplement s'est traduit par les indices d'équitabilité supérieur à 0,6 dans toutes les localités à l'exception de celle de N'Douakro. L'espèce *Bi. pfeifferi* est le mollusque le plus abondant parmi les gastéropodes composant la faune malacologique échantillonnée au cours de cette étude. Cette abondance relative dans le temps, au niveau du barrage traduit le fait qu'elle affectionne les eaux encombrées en végétation aquatique ou en détrit. Par contre, la chute brutale de la densité des populations de *B. globosus* et *B. truncatus* et celle progressive de *Bi. pfeifferi* de novembre 2008 à février 2009 serait le fait de l'assèchement progressif des gîtes, occasionné par le retrait de l'eau du déversoir et de la berge. Cela a été constaté en saison sèche où ces mollusques étaient fixés sur les nénuphars et les branchages émergés. La diversification du milieu s'est faite avec la stabilité.

## CONCLUSION ET APPLICATION DES RÉSULTATS

Les résultats de cette étude, ont montré différentes successions de mollusques au cours du temps avec une bonne représentativité la troisième année autour du barrage de Raffierkro. Les trois espèces hôtes intermédiaires de la schistosomiase sont apparues en très grand nombre une année après la mise en eau du barrage. Cette observation confirme ainsi, qu'il y a toujours une forte corrélation entre la mise en eau du

barrage et la recrudescence des mollusques hôtes intermédiaires et par conséquent, un risque d'augmentation de la transmission. Dans ces contextes, il est nécessaire de mettre en place une surveillance rigoureuse, afin que des mesures de santé publique adéquates notamment d'éducation et de sensibilisation des populations et/ou de prises en charge puissent être envisagées si nécessaires.

## REMERCIEMENTS

Nos sincères remerciements à la fondation Raffier et à la Fondation FAIRMED pour le soutien financier dans la réalisation de ce

travail. Toute notre gratitude à Mr DIABATÉ Salia pour sa disponibilité et sa participation aux enquêtes malacologiques.

## RÉFÉRENCES

- Aka M, Pagano M, Saint-Jean L, Arfi R, Bouvy M, Cecchi P, Corbin D, Thomas S, 2000. Zooplankton variability in 49 shallow tropical reservoirs of Ivory Coast (West Africa). *International Review Hydrobiology*, 85 : 491-504.
- Anonyme 1, 1992. Inventaire des retenues et barrages de Côte d'Ivoire, Direction des Grands Travaux, Abidjan, 151 p.
- Assaré RF, Knopp S, N'Guessan AN, Yapi A, Tian-Bi YN, Yao KP, Coulibaly TJ, Ouattara M, Meité A, Fenwick A, K N'Goran KE, Utzinger J, 2014. Sustaining control of schistosomiasis mansoni in moderate endemicity areas in western Côte d'Ivoire: a SCORE study protocol. *BMC Public Health* 14:1290.
- Brown DS, 1994. Freshwater snails of Africa and their Medical importance. 2 edition. London: Taylor and Francis;.
- Cecchi P, Baldé S, Yapi YG, 2007. Mollusques hôtes intermédiaires de bilharzioses dans les petits barrages. In : *L'eau en partage. Les petits barrages de Côte d'Ivoire*, ed. Cecchi, P. Latitudes 23. Paris: IRD Editions, p 175-189.
- Colley DG, Bustinduy AL, Secor WE, King CH, 2014. Human schistosomiasis. *Lancet*, 383:2253-2264.
- Coulibaly JT, N'Gbesso YK, N'Guessan NA, Winkler MS, Utzinger J, N'Goran, EK, 2013. Epidemiology of schistosomiasis in two high-risk communities of south Côte d'Ivoire with particular mettant l'accent sur les enfants d'âge préscolaire. *Am. J. Trop. Medecine et Hygiène*, 89: 32-1.
- Coulibaly TJ, Fürst T, Silué KD, Knopp S, Hauri D, Ouattara M, Utzinger J, N'Goran KE, 2012. Intestinal parasitic infections in schoolchildren in different settings of Côte d'Ivoire: effect of diagnostic approach and implications for control. *Parasites and Vectors*, 5:135
- DBL-WHO, 1998. A field guide to African freshwater snails. Danish Bilharziasis. Laboratory. WHO collaborating Centre for Applied Malacology, Charlottenlund, Denmark
- Demba B, 1989. Etude comparée de deux foyers de bilharzioses urinaires à *Schistosoma haematobium* transmises par *Bulinus globosus* (morelet, 1866) et

- Bulinus truncatus* rohlfsi (Clessin, 1886). *Mémoire de DEA Entomologie Médicale*, Université. Nationale, Côte d'Ivoire, n°29 : 67 p
- Diakité NR, Adja AM, Von Stamm T, Utzinger J, N'Goran EK, 2010. Situation épidémiologique avant la mise en eau du barrage hydro-agricole de cinq villages de Bouaké, centre Côte-d'Ivoire. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 103: 22-28.
- Diakité NR, N'Zi KG, Ouattara M, Coulibaly JT, Saric J, Yao PK, Hattendorf J, Utzinger J, N'Goran EK, 2018. Association of riverine prawns and intermediate host snails and correlation with human schistosomiasis in two river systems in south-eastern Côte d'Ivoire. *Parasitology* 1-9. <https://doi.org/10.1017/S003118201800135X>
- Doumenge JP, Mott KE, Cheung C, Villenave D, Chapuis O, Perrin M. F., Reaud-Thomas G, 1987. Atlas of the global distribution of schistosomiasis. *Organisation Mondiale de la Santé*, 339 p.
- Frandsen F, Christensen NO, 1984. An introductory guide to the identification of cercariae from African freshwater snail with special reference to cercariae of species of medical and veterinary importance. *Acta Tropica*, 41:181-202.
- Garba A, Barkire N, Djibo A, Lamine MS, Sofu B, Gouvras AN, Bosque-Oliva E, Webster JP, Stothard JR, Utzinger J, Fenwick A, 2010. Schistosomiasis in infants and preschool-aged children: Infection in a single *Schistosoma haematobium* and a mixed *S. haematobium*-*S. mansoni* foci of Niger *Acta Trop*, 115:212-219
- Garba A, Mariama SL, Barkiré N, Djibo A, Sofu B, Gouvras AN, Labbo R, Sebangou H, Webster JP, Fenwick A, Utzinger J, 2013. Efficacy and safety of two closely spaced doses of praziquantel against *Schistosoma haematobium* and *S. mansoni* and re-infection patterns in school-aged children in Niger. *Acta Trop*:128 (2):334-44 Geneva: World Health Organization
- Ghebreyesus TA, Haile M, Witten KH, Getachew A, Yohannes AM, Yohannes M, Teklehaimanot DH, Lindsay SW, Byass P, 1999. Incidence of malaria among children living near dams in northern Ethiopia community-based incidence survey. *BMJ*, 319: 663-6.
- Hunter JM, Rey, Luis, Chu KY, Adekolu-John EO, Mott, Kenneth E. et al. (1993). Parasitic diseases in water resources development : the need for intersectoral negotiation / World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/38322>
- Katz N, Chaves A, Pellegrino J, 1972. A simple device for the quantitative determination of *Schistosoma mansoni* eggs in feces examined by the thick-smear technique. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 14: 397-400
- Landouré A, Dembélé R, Goita S, Kané M, Tuinsma M, Sacko M, Toubali E, Michael D, Keita A. D., Fenwick A, Traoré M, Szhang Y, 2012. Significantly reduced intensity of infection but persistent prevalence of Schistosomiasis in a highly endemic region in Mali after repeated treatment. *PLoS Neglected Tropical Disease* 6 (7) : e1774.
- Montresor A, Crompton DWT, Gyorkos TW, Saviolo L, 2002. Helminth control in school-age children: a guide for manager of control programs, *Bulletin World Health Organisation* 64 p.
- N'Goran EK, Diabate S, Utzinger J, Sellin B, 1997. Changes in human schistosomiasis levels after the construction of two large hydroelectric

- dams in central Côte-d'Ivoire. *Bulletin of World Health Organisation*, 75: 541
- N'Goran EK, Yapi YG, Bellec C, Sellin B, 1989. Données préliminaires sur les variations journalières des densités cercariennes de *Schistosoma mansoni* dans deux foyers forestiers de schistosomose intestinale dans la région de Man (Côte d'Ivoire). *Bulletin de Médecine Traditionnelle et Pharmacopée*, 3: 117-127
- N'Goran EK, Diabate S, Utzinger J, Sellin B. 1997. Changes in human schistosomiasis levels after the construction of two large hydroelectric dams in central Côte-d'Ivoire. *Bulletin of World Health Organisation*, 75 : 541
- Opisa S, Odiere MR, Jura WG, Karanja DM, Mwinzi PNK, 2011. Malacological survey and geographical distribution of vector snails for schistosomiasis within informal settlements of Kisumu City, western Kenya. *Parasit Vectors*, 4:226.
- Patz JA, Graczyk TK, Geller N, Vittor AY. Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. *Int J Parasitol*. 2000;30:1395–405.
- Poda JN, Mwangi J, Dianou D, Garba M, Ouédraogo F C, Zongo D, Sondo KB, 2006. Les parasitoses qui minent les nouveaux pôles de développement au Burkina Faso : cas des schistosomoses et des géohelminthes dans Le complexe hydro-agricole du Sourou. *Vertigo*, 2 : 1-7
- Poda JN, Wango SP, Sorgho H, Dianou D, 2004. Évolution récente des schistosomoses dans le complexe hydro-agricole du Sourou au Burkina Faso. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 97:15-18.
- Poda JN, Wango SP, Sorgho H. Dianou D. 2004. Évolution récente des schistosomoses dans le complexe hydro-agricole du Sourou au Burkina Faso. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 97 : 15-18
- Raso G, Matthys B, N'Goran EK, Tanner M, Vounatsou P, Utzinger J, 2005. Spatial risk prediction and mapping of *Schistosoma mansoni* infections among schoolchildren living in western Côte d'Ivoire. *Parasitology*, 131 : 97-108
- Snow W, 1983. Mosquito production and species succession from an area of irrigated rice fields in the Gambia, West Africa. *J. Trop. Med. Hyg.* 86:237-245
- Standley CJ, Adriko M, Arinaitwe M, Atuhaire A, Kazibwe F, Fenwick A, Kabatereine NB, Stothard JR 2010. Epidemiology and control of intestinal schistosomiasis on the Sesse Islands, Uganda: integrating malacology and parasitology to tailor local treatment recommendations. *Parasit Vectors*, 3:64.
- Steinmann P, Keiser J, Bos R, Tanner M, Utzinger J, 2006. Schistosomiasis and water resources development: systematic review, meta-analysis, and estimates of people at risk. *Lancet Infectious Diseases*, 6 : 411-425.
- Tian-Bi, YNT, Webster B, Konan CK, Diakité NR, Ouattara M, Diabaté S, Koné A, Adolphe K., Rabone M, Coulibaly JT, Knopp S, Meïté A, Utzinger J, N'Goran KE, Rollinson D, 2019. Molecular characterization and distribution of *Schistosoma cercariae* collected from naturally infected bulinid snails in Northern and central Côte d'Ivoire. *Parasites Vectors* 12, (117). <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3381-3>
- Utzinger J and Tanner M, 2000. Microhabitat preferences of *Biomphalaria pfeifferi* and *Lymnaea natalensis* in a natural and a man-made habitat in southeastern Tanzania. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 95:287-294.

- Utzing J, N'Goran EK, Ossey YA, Booth M, Traoré M, Lohourignon KL, Allangba A, Ahiba LA, Tanner M, Lengeler C, 2000. Rapid screening for *Schistosoma mansoni* in western Côte d'Ivoire using a simple school questionnaire. Bulletin of the World Health Organization, 78 : 389-398
- Utzing J, Raso G, Brooker S, De Savigny S, Tanner M, Ornbjerg N, Singer BH, N'Goran EK, 2009. Schistosomiasis and neglected tropical diseases: towards integrated and sustainable control and a word of caution. Parasitology 136 : 1859-1874.
- VosT, Flaxman AD, Naghavi M, Lozano R, Michaud C, Ezzati M, Shibuya K, 2012. Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. Lancet, 380:2163-2196.
- WHO, 2001. World Health Organization: the World Health Assembly Resolution (WHA 54.19) 2001, Geneva, <http://www.who.int/wha-2006:htm>
- WHO, 2002. Prevention and control of schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis: first report of the joint WHO expert committees. WHO Tech Ser, 912:1-57.
- WHO, 2011. Schistosomiasis: number of people treated, 2009. Weekly Epidemiological Record 9, 86 : 73-80.
- Who, 2014. Schistosomiasis: number of people receiving preventive chemotherapy in 2012. Weekly Epidemiological Record, 89 (2): 21-28
- Yapi YG, Briet OJT, Diabate S, Vounatsou P, Akodo E, Tanner M, Teuscher T, 2005. Rice irrigation and schistosomiasis in savannah and forest areas of Côte d'Ivoire. Acta Tropica, 93 : 201-211.