

DISTRIBUTION SPATIO-TEMPORELLE DES MOLLUSQUES *Physa acuta*, HOTES POTENTIELS DE LA SCHISTOSOMOSE A *Schistosoma haematobium* DANS LA REGION DE KATANA

[SPATIO-TEMPORAL DISTRIBUTION OF THE SNAILS *Physa acuta*, POTENTIAL HOSTS of Schistosomiasis of *Schistosoma haematobium* IN KATANA AREA]

Pierre BATUMIKE CISHIBANJI, Jean jacques BAGALWA MASHIMAGO, Bertin NDEGEYI KABALE, Jean pierre BALUKU BAJOPE, Jean louis BAHIZIRE KAYEYE

Laboratoire de malacologie, Département de Biologie, Centre de Recherche en Sciences Naturelles, Province du Sud-Kivu, République Démocratique du Congo

Copyright © 2014 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: *Schistosoma mansoni*, the blood fluke responsible for human intestinal schistosomiasis exists in Katana region and it's hosted by the snail *Biomphalaria Pfeifferi*. But *Schistosoma haematobium* responsible of urinary schistosomiasis has not been reported in that area. The appearance of its intermediate host *Physa acuta* in the region attracts our attention about future infestation. The objective of this study is to determine the distribution area of this species which appears in region. The snail collection was done in 25 sites comprising 14 streams and rivers, 3 groups of ponds, 7 springs and Lake Kivu. These sites are grouped in terms of altitude gradient and the frequency of people and domestic animals. The results show that altitude has an effect on the distribution of *Physa acuta* in the region. The snail was collected in streams and ponds compared to sites located at the Lake and in rivers. They were found in the site where the ecological conditions were favorable (water velocity, aquatic vegetation and also water quality). The absence of snails in some elevations is related to the ecological factors which reduce the survival of *Physa acuta*. The risk of local transmission of urinal schistosomiasis in Katana is predictable as its potential intermediate host *Physa acuta* is now present and largely distributed in the region.

KEYWORDS: Distribution, *Physa acuta*, *Schistosoma haematobium*, Katana, D. R. Congo.

RESUME: La schistosomiase intestinale à *Schistosoma mansoni* dont l'hôte intermédiaire est le mollusque *Biomphalaria pfeifferi* existe dans la région de Katana. Mais la schistosomiase à *Schistosoma haematobium* n'a jamais été signalée dans cette région. L'apparition de son hôte intermédiaire dans la région suscite des inquiétudes sur l'infestation ultérieure. Cette étude a été initiée pour déterminer l'aire de distribution de cette espèce qui apparaît dans la région. Il a été procédé à la récolte des mollusques dans 25 sites dont 14 ruisseaux et rivières, 3 groupes d'étangs piscicoles, 7 sources et le Lac Kivu. Ces sites sont choisis en fonction de l'altitude et le choix des sites a été dicté par la fréquentation de la population et les animaux d'élevage. Les résultats montrent que les mollusques *Physa acuta* sont inégalement repartis dans les écosystèmes de la région de Katana et en fonction de l'altitude. Les mollusques sont fréquemment récoltés dans les ruisseaux et les étangs par rapport aux autres sites. Ces mollusques se retrouvent dans les sites où les conditions écologiques leur sont favorables (vitesse du courant, végétation aquatique, mais aussi la qualité des eaux). L'absence des mollusques dans certaines tranches d'altitude est liée aux facteurs écologiques de l'espèce qui rend difficile la survie de *Physa acuta*. Le risque de transmission locale de la bilharziose urinaire est d'autant plus à envisager que les porteurs de *Schistosoma haematobium* dans les populations venant des régions infestées sont en mouvement dans la région de Katana.

MOTS-CLEFS: Distribution, *Physa acuta*, *Schistosoma haematobium*, Katana, R. D. Congo.

1 INTRODUCTION

Les Schistosomes sont des endoparasites responsables d'importants dommages chez l'homme. Les maladies qu'ils transmettent sont classées en second après le paludisme, notamment dans les pays tropicaux où elles constituent un véritable problème de santé publique. Elles sont endémiques dans 76 pays avec 600 millions de personnes exposées et plus de 200 millions parasitées [1]. La mortalité due aux bilharzioses est estimée à 200 000 personnes environ par an [2], [3]. Il existe cinq espèces de schistosomes parasitant l'homme [4], [5], [6], [7]. Cependant seules trois d'espèces entre elles sont rencontrées en Afrique et spécialement en République Démocratique du Congo, à savoir *Schistosoma haematobium*, *Schistosoma intercalatum* et *Schistosoma mansoni*. Elles sont transmises à l'homme par des mollusques gastéropodes de la famille des Planorbidae très répandue dans les systèmes aquatiques.

Parmi ces trois espèces, *Schistosoma mansoni* est celle qui est la plus répandue dans la région de Katana [8], [9]. Dans la région de Katana, un seul type de schistosomiase existe ; la schistosomiase intestinale à *Schistosoma mansoni* dont l'hôte intermédiaire est le mollusque *Biomphalaria Pfeifferi* [10], [9]. Les hôtes intermédiaires d'autres parasitoses à *Schistosoma* existent dans la région notamment *Bulinus spp*, *Ferrisia burnipi* et actuellement le mollusque *Physa acuta*. Mais les cas d'infection à *Schistosoma haematobium* enregistré dans la région de Katana sont des cas probablement venus d'autres régions où cette parasitose est fréquente. En effet, les mouvements des populations humaines entre les régions infestées et non infestées [11], peut entraîner l'installation de cette maladie ; particulièrement le Sud- Kivu où les déplacements des populations dus aux guerres à répétition sont très fréquents.

Le mollusque *Physa acuta* est une espèce récoltée récemment dans les écosystèmes aquatiques de Katana (Rapport du laboratoire, inédit, 2009). Cette espèce n'existait pas avant dans ces écosystèmes [8], [12]. Dans la mesure où cette espèce, hôte intermédiaire de *Schistosoma haematobium*, Bilharz, 1852 est aussi à la base de la forte prévalence de la bilharziose urinaire dans d'autres régions, la compréhension de la dynamique de sa population pourrait contribuer dans les programmes de lutte contre cette parasitose. En effet, l'identification de la faune malacologique et la connaissance du comportement des espèces est une nécessité pour assurer le contrôle efficace des parasitoses concernées, aussi bien pour l'homme que pour l'animal [12].

Compte tenu des exigences écologiques des mollusques pour son installation dans un écosystème où l'espèce n'existait pas avant, cette étude se propose d'étudier la distribution spatio-temporelle de *Physa acuta* en fonction des sites, de l'altitude et des systèmes aquatiques de la région de Katana.

2 MATERIEL ET METHODE

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La région de Katana (Irhambi et Bugorhe) est située autour du Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN) de Lwiro sur la rive occidentale du lac Kivu (longitude entre 28°45' Est et 28°85'Est, latitude entre 02°15' Sud et 02°30'Sud, altitude entre 1465 niveau du Lac Kivu et 1800 mètres a la lisière du Parc National de Kahuzi Biega, superficie 141 km²). Son climat est du type tropical humide, caractérisé par une importante pluviosité moyenne supérieure à 1500 millimètres par an et une température moyenne modérée variable entre 18 et 20° C [8].

On y distingue 2 saisons : une longue saison pluvieuse de Septembre à Mai et une courte saison sèche de juin à Août. Sa végétation est une savane cultivée qui remplace la forêt à *Albizia grandibracteata*. La récolte des échantillons des mollusques a été faite dans quatre types d'écosystèmes aquatiques à savoir les ruisseaux, les étangs, les rivières et le lac Kivu.

Cette région a été choisie car le Centre de Recherche en Sciences Naturelles y dispose d'infrastructures importantes (laboratoire de malacologie) et en raison de la présence du mollusque *Physa acuta* dans quelques écosystèmes aquatiques (rivières, ruisseaux et étangs); 25 sites ont été choisis dont: une rivière (la rivière Lwiro); 3 étangs (Lulonga, Maziba et Bika); 13 ruisseaux (Birunga, Kalengo, Kayumanga, Nyabizenga, Busengura, Mushaba, Chashonzi, Cirhindi, Kaleba, Kanyamalogo, Nyabikonongo, Kamunyerere, Kashukabatware); 7 sources ont été choisies (Kisima Ciduha, Cihembe, Kamirihembe, Gaho, Tchoga, Nkene et Karhakumbwa) et le lac Kivu (3 sites ont été choisis à savoir Kakondo, Kaliba et Cibale suite à la fréquentation de la population durant notre étude). Ces sites ont été choisis en fonction de la fréquentation de la population ainsi que les animaux d'élevage.

Tableau 1. Sites de prelevement dans les deux groupements pendant la période d'étude.

Aire	Environnement	Nom du site	Nombre des mollusques
Bugorhe	Ruisseaux	Birunga	13
		Kaleba	0
		Kalengo	53
		Karhakumbwa	0
		Kashukabatware	0
		Kayumanga	0
		Mushaba	0
	Rivière	Lwiro	0
	Etangs	BIKA	3494
	Sources	Gaho	0
Kamirihembe		0	
Kisima ciduha		0	
Irhambi	Ruisseaux	Busengura	21
		Chashonzi	0
		Kanyamalogo	0
		Nyabikonongo	0
		Nyabizenga	119
		Ka munyerere	0
		Cirhinidiro	0
	Etangs	Maziba	6
		Lulonge	6
	Sources	Nkene	414
		Choga	157
		Cihembe	0
	Lac	Lac kivu	0
Total			4283

2.2 RÉCOLTE DES MOLLUSQUES DANS LES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES ET IDENTIFICATION DES MOLLUSQUES

La récolte des mollusques a été pratiquée suivant la méthode Homme –temps standardisée [14]. Le temps de récolte a été fixé à 10 minutes par personne pour chaque gîte d'étude et par mois. Pour chaque site, les mollusques sont recherchés au moyen d'une époussette, à la fois sur la végétation aquatique, sur les différents supports possibles et sur le fond de l'eau. Ils sont ramassés au moyen d'une pince afin d'éviter tout risque de contamination. La densité au niveau d'un site est exprimée par le nombre de mollusques récoltés par une personne pendant 10 minutes. La présence de toutes les espèces de mollusques a été notée, mais seuls les *Physa acuta* sont présentés dans ce travail en raison de son implication dans la transmission de schistosome à *Schistosoma haematobium*. Ils ont fait l'objet d'études concernant leurs répartitions, densités et fluctuations saisonnières.

Tous les mollusques récoltés sont ramenés au laboratoire ; ils sont identifiés suivant la clé de détermination de [15],[16], groupés par système aquatique, puis dénombrés. Dans un deuxième temps, ces mollusques sont mis dans des piluliers avec un peu d'eau distillée et exposés individuellement à la lumière (du jour ou d'une lampe) pendant 30 minutes, pour déterminer la nature et le taux de leur infestation. L'identification des cercaires émises est faite au moyen de la clef de [17]. Les *Physa acuta* ont été mesurés afin d'étudier les corrélations entre leur taille et leur infestation.

2.3 ANALYSE BIOMÉTRIQUE DES MOLLUSQUES

Les *Physa acuta* ont été mesurés à l'aide d'un papier millimétré placé sous une vitre. Les mollusques ont été répartis en 3 classes : [18], [19].

- Classe 1 (C_1) : de 0 à 5 mm
- Classe 2 (C_2) : de 6 à 8 mm
- Classe 3 (C_3) : de 8 à 10 mm

DISTRIBUTION SPATIO-TEMPORELLE DES MOLLUSQUES *Physa acuta*, HOTES POTENTIELS DE LA SCHISTOSOMOSE A *Schistosoma haematobium* DANS LA REGION DE KATANA

Les analyses des fréquences ont été calculées pour chaque classe de taille.

2.4 ANALYSE DES DONNÉES

Les sites de prélèvement des mollusques ont été classés en fonction de l'altitude. Ainsi, 5 tranches altitudinales ont été déterminées dans la région de Katana.

Tranche 1: 1460 m – 1560 m ; tranche 2: 1561 m - 1660 m ; tranche 3: 1661 m - 1760 m ; tranche 4: 1761 m - 1860 m et tranche 5: 1861 m - 1960 m.

Le dépouillement des mollusques a aussi été fait suivant le type des écosystèmes. Ces écosystèmes ont été classifiés en rivière, ruisseaux, sources, étangs et le lac kivu.

3 RESULTATS

3.1 RÉPARTITION DE MOLLUSQUE *PHYSA ACUTA* DANS LES SITES DE PRÉLÈVEMENT

La présence des mollusques dans ces sites est présentée dans le tableau 1.

Tableau 2. Présence des mollusques *Physa acuta* pendant l'année 2011 dans les différents écosystèmes aquatiques positifs prospectés.

N°	Ecosystèmes	Altitude (m)	Jan	Fe	Mar	Av	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct.	Nov	Déc	Total
a) Les ruisseaux															
1	Birunga	1675	8	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	13
2	Busengura	1512	0	0	0	0	0	0	0	0	12	8	1	0	21
3	Chashonzi	1528	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Kaleba	1723	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Kalengo	1678	0	0	0	0	2	3	4	2	11	24	6	1	53
6	Kanyamalogo	1589	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Karhakumbwa	1715	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Kashukabatware	1685	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Kayumanga	1630	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Mushaba	1715	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Nyabikonongo	1542	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Nyabizenga	1547	0	0	0	0	0	0	0	56	7	4	25	27	119
13	kamunyerere	1592	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Cirhindiro	1507	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b) Rivière															
15	Lwiro	1641	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c) Les étangs															
16	Etangs BIKA	1683	317	503	140	171	327	166	175	163	131	415	522	464	3494
17	Lulonge	1556	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	1	6
18	Maziba	1888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	6
d) Les sources															
19	Gaho	1709	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Kamirihembe	1628	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	Kisima ciduha	1728	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Nkene	1479	1	7	18	9	2	16	2	100	80	121	41	17	414
23	Choga	1593	6	6	20	0	25	48	12	19	11	1	5	4	157
24	Cihembe	1482	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
e) Le lac															
25	Lac Kivu	1464	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total général			332	518	178	182	356	233	193	340	253	578	605	515	4282

3.2 RÉPARTITION DES MOLLUSQUES *PHYSA ACUTA* EN FONCTION DE L'ALTITUDE

L'altitude est un facteur important de la distribution des organismes dans la nature. En effet, les mollusques ont une préférence de distribution suivant l'altitude. Les sites prospectés dans cette étude tenaient compte de l'altitude. La répartition des sites prospectés et de sites positifs par tranche altitudinale est représentée dans la figure 1.

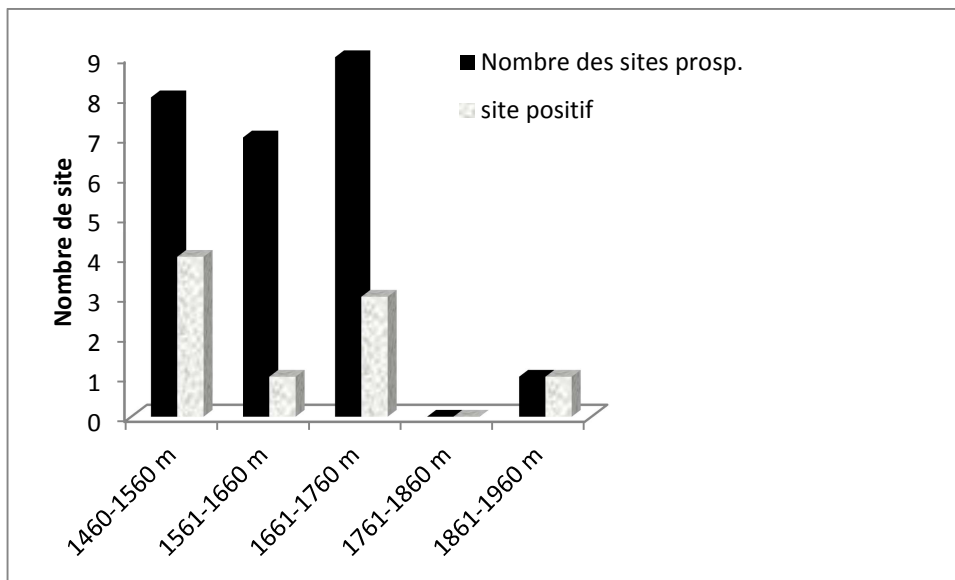


Figure 1. Occurrence de *Physa acuta* par tranche altitudinale dans la région de Katana.

On y constate que la tranche altitudinale proche du lac est la plus colonisée par cette espèce. La répartition des mollusques dans ces tranches altitudinales est présentée dans la figure 2. On remarque que la tranche altitudinale proche du lac (1460 m - 1560 m) est aussi la plus riche en nombre d'individus de l'espèce. Dans la tranche altitudinale située entre 1761 m – 1860 m les écosystèmes ne sont pas colonisés par cette espèce.

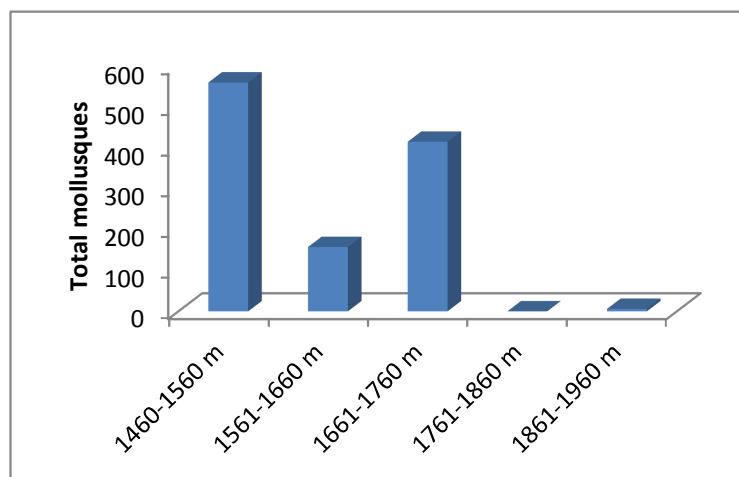


Figure 2. Abondance des mollusques suivant les tranches altitudinales

3.3 RÉPARTITION DU MOLLUSQUE *PHYSA ACUTA* EN FONCTION DES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES

Cette répartition est donnée dans la figure 3. On y constate qu'elle varie d'un système aquatique à un autre avec un maximum des sites positifs dans les ruisseaux et le nul dans le lac Kivu.

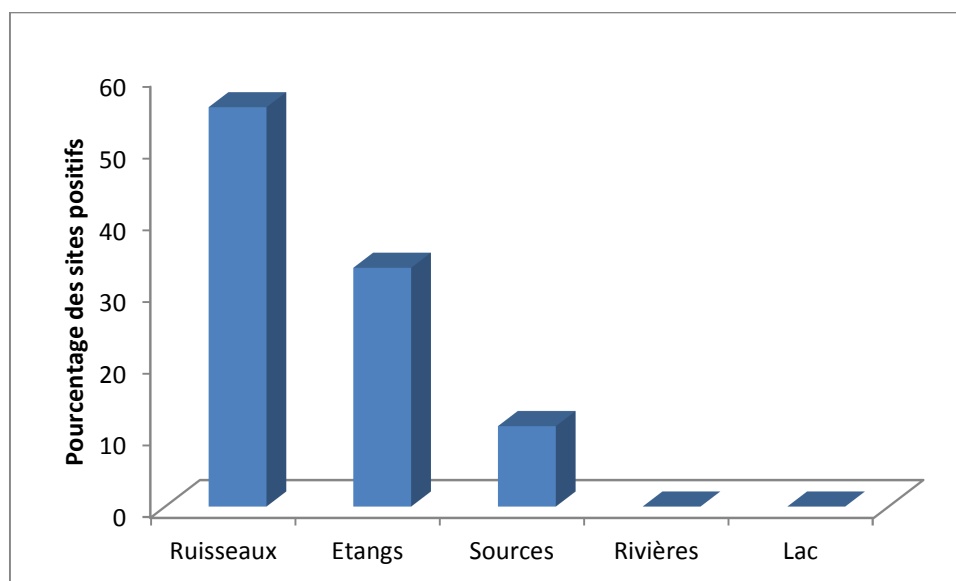


Figure 3. Répartition des mollusques *Physa acuta* dans les sites de récolte suivant les systèmes aquatiques

4 DISCUSSION

La répartition de mollusque *Physa acuta* dans les sites de prélèvement montre que dans certains sites prospectés, le mollusque *Physa acuta* est absent. Ces sites sont : Chashonzi, Kaleba, Kanyamalogo, Karhakumbwa, Kashukabatware, Kayumaga, Mushaba, Nyabikonongo, Kamunyerere, Cirhindiro, Lwiro, Gaho, Kamirihembe, Kisima ciduha, Cihembe et le Lac Kivu.

Il ressort du tableau 1 que, sur les 25 sites prospectés, le mollusque *Physa acuta* est présent seulement dans 9 sites (36%). Ceci prouve que cette espèce est inégalement répartie dans les écosystèmes aquatiques de la région de Katana. [20], dans son étude sur la distribution des mollusques dans l'île de la Réunion (France) a trouvé la présence de ce même mollusque dans aussi 9 stations sur les 17 prospectées. Cette répartition de *Physa acuta* serait due d'une part, aux facteurs environnementaux des milieux prospectés (ex : Etangs BIKA, Choga, Nkene, Lulonge, Birunga, Kalengo, Nyabizenga, Busengura, Maziba) et d'autre part, aux exigences écologiques de ce mollusque qui sont satisfaisantes dans un cas et non satisfaisantes dans l'autre cas. Certains mollusques présentent une discontinuité temporelle dans la colonisation des habitats [21]. Cette situation est confirmée par nos résultats car, comme on peut le constater dans le tableau 1, certains habitats (ex : Choga, Etangs BIKA, Nkene) ont été colonisés par *Physa acuta* de Janvier à Décembre, alors que d'autres ne l'ont pas été qu'à partir de Mars (ex : Lulonge) ou Juin (ex : Maziba, Nyabizenga, Birunga, Busengura, Kalengo).

D'autre part, les mollusques sont capables d'estiver lorsque les conditions environnementales deviennent défavorables, par exemple quand les rivières s'assèchent ou quand elles subissent des changements importants dans leur composition chimique de l'eau, notamment en matières organiques, oxygène dissous, etc. [22], [16]. D'autres facteurs peuvent aussi affecter la distribution des mollusques *Physa acuta* dans les écosystèmes. Parmi ceux-ci, la vitesse du courant, la température, la lumière, et la présence des prédateurs ou des parasites jouent un rôle important [23], [15].

En effet, l'habitat des mollusques est très polymorphe, mais les eaux stagnantes ou à faible débit constituent leurs lieux de prédilection. Le facteur d'implantation et de colonisation d'un habitat tient généralement aux ressources alimentaires, sachant que la majorité des mollusques consomme des végétaux [24]. Les plus jeunes consomment principalement des algues microscopiques alors que les adultes se développent surtout sur des végétaux supérieurs. De plus, ceux-ci leur servent souvent de lieu de ponte. Les Gastéropodes possèdent une large tolérance aux facteurs physico-chimiques (température, illumination, pH, teneur en matières organiques). Le dessèchement des biotopes est le facteur principal de diminution, voire de disparition, des mollusques aquatiques, bien que certaines espèces aient la propriété de s'enfouir dans le sol pour survivre à la sécheresse (cinq à huit mois sans eau en région tropicale) [23], [25].

Du point de vue abondance des mollusques *Physa acuta* dans les sites de prélèvement, cette situation serait due, probablement, à son écologie qui se rapporte à l'habitat, à la nutrition, à la reproduction, à la résistance aux facteurs du milieu et aux rapports avec les espèces concurrentes ou ennemies comme les soulignent d'autres auteurs [25], [26].

Les résultats sur la répartition des mollusques *Physa acuta* dans les sites de récolte suivant les systèmes aquatiques montre bien que suivant l'écologie de ce mollusque, certains sites prospectés ne sont pas favorables à leur survie notamment les facteurs physico-chimiques. En effet, la vitesse de courant dans les rivières serait probablement à la base du non colonisation des mollusques surtout que dans les rivières on observe des crues qui charrient toute la végétation où les mollusques peuvent pondre ou se fixer à la recherche de la nourriture. En ce qui concerne sont absence dans le Lac, ceci serait probablement dû à la qualité chimique des eaux [27]. L'analyse statistique t-student montre une différence significative entre les sites de prélèvement ($t= 1,318$; $p \leq 0,01$). Le changement des milieux aquatiques a été démontré comme étant la base de la prolifération de la faune malacologique [28], [29] en particulier *Physa acuta*.

L'apparition de *Physa acuta* dans cette zone serait probablement due aux activités agricoles dans les marais et l'installation des étangs piscicoles dans la région. L'aire de répartition exacte de cette espèce dans la région de Katana n'est pas connue jusqu'à présent. Mais dans d'autres régions de la République Démocratique du Congo, cette espèce est reconnue comme le principal hôte intermédiaire de *Schistosoma haematobium* [16], [5], [4]. Le risque de transmission locale de la bilharziose urinaire est d'autant plus à envisager que les porteurs de *Schistosoma haematobium* dans les populations venant des régions infestées sont en mouvements dans la région de Katana. Des études approfondies, tant malacologiques qu'épidémiologiques de cette espèce dans la région de Katana s'avère très indispensable.

5 CONCLUSION

D'un point de vue épidémiologique, on doit noter que *Physa acuta*, hôte intermédiaire de *Schistosoma haematobium*, a été récolté pour la première fois dans la région de Katana. Ce mollusque peut s'étendre à d'autres sites en raison de la présence des systèmes aquatiques et favoriser l'implantation de la schistosomiase urinaire si une surveillance épidémiologique et malacologique n'est pas mise en œuvre. Il a été observé une variation des populations de mollusques dans les ruisseaux, étangs piscicoles et sources d'eau dans toute la région. Cette variation a été associée à la variation d'altitude et la variation des écosystèmes aquatiques. L'absence des mollusques dans certaines tranches altitudinales est liée aux facteurs écologiques de l'espèce qui rend difficile la survie des *Physa acuta*.

REFERENCES

- [1] L. Chitsulo, D. Engels, A. Montresor, L. Savioli, "The global status of schistosomiasis and its control". *Acta Tropica*, 77, pp 41-51, 2000.
- [2] OMS, La Schistosomes (Bilharziose). *WHO/WSH/ZZ/DFS*, Genève, 2010.
- [3] OMS, Schistosomiase (Bilharziose). *Organisation Mondiale de la Santé, Genève, Aide-mémoire*, no 115, 4p, 2012.
- [4] OMS, Atlas de la schistosomiase. *Presse Universitaire de Bordeaux ed ; Genève*, pp 171-182, 1987.
- [5] Wright. Geographical distribution of schistosomes and their intermediate hosts. In ANSARI (N) ed. *Epidemiology and control of schistosomiasis, Basel, S. Karger*, pp 32- 249, 1973
- [6] J. L. Koeck, C. Modica, F. TUAL, E. Czarnecki, R. Fabre, C. Merle, F. Montfort, "Découverte d'un foyer de Bilharziose intestinale en République de Djibouti". *Med. Trop.*, 59, 1, pp 35-38, pp 1999.
- [7] F. Njiokou, L.C. Yimatsemo, T. Kuete, A. Same Ekobo, "Dynamique des Schistosomes intestinales au Cameroun: Evolution de la transmission dans le foyer mixte de Nkolmébanga", *Lékié. Méd. Trop*, pp 351-354, 2004.
- [8] M. Bagalwa, B. Baluku, "Distribution des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes humains à Katana, Sud – Kivu, Est du Zaïre". *Méd Trop*. 57, pp 369 – 372, 1997.
- [9] B. Baluku, M. Bagalwa, B. Bisimwa, "Enquête parasitologique sur la schistosomose à *Schistosoma mansoni* à Katana, République Démocratique du Congo". *Méd. Trop*. 60 : pp 163 – 16, 2000.
- [10] B. Baluku., "Contribution à l'étude des hôtes intermédiaires des bilharzioses. Ecologie des mollusques *Biomphalaria pfeifferi* dans deux cours d'eau du Zaïre Oriental". *Thèse de Doctorat, ULB*, 487p, 1987.
- [11] Y. Yapi, J.L. Rey, K.E. N'Goran, C. Bellec, P. Cunin, "Enquête parasitologique sur les schistosomes à Yamoussoukro (Côte d'Ivoire)". *Médecine d'Afrique noire*, 35, 1, pp 59 – 65, 1988.
- [12] M. BagalwaB. , Baluku, N. Mushayuma, 2009. "Distribution des mollusques dans le Lac Kivu et leur importance médicale". *Numéro Special, CRSN- LWIRO*, pp 14 – 21.
- [13] G. Dreyfuss, D. Rondelaud, "Les mollusques dans la transmission des helminthoses humaines et vétérinaires". *Bull. Acad. Vét. France*, 164, 1, pp 13 – 20, 2011.
- [14] L. Olivier, M. Scheiderman, "A Method of estimation of the density of aquatic, snail population". *Exp parasitol*, 5, pp 109-117, 1956.
- [15] Brown S. D., *Fresh Water snails of Africa and their medical importance*. Taylor and Francis, London, 487p, 1980.

- [16] Brown S. D., Fresh snails of Africa and their medical importance. *Revised 2nd. Edition. Taylor and Francis*, London, 608p, 1994.
- [17] Fain, Contribution à l'étude des formes larvaires des trématodes au Congo Belge et spécialement de la larve de *Schistosoma mansoni*. Mémoires, Institut royal colonial Belge, 22, 1(1952) 311p.
- [18] M. N. Assogba, J. T. Dougnon, I. T. Alkoiret, Y. Akpo, M. Boukari, A. Youssao, "Epidémiologie de la Fasciolose bovine au Bénin et essai de lutte biologique". *Livestock Research for rural development*, 23, 12, 2011.
- [19] C. Lévêque, "Biologie de *Bulinus forskalii* (mollusque, Gastropode) de la région de Fort-Lamy (Tchad)". *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Hydrobiol.* Vol.II, N°2, pp 79 – 90, 1968.
- [20] N. Barren, H. Isautier, B. Mandahl, "Inventaire des mollusques d'eau douce de la Réunion : Conséquence sanitaire". *Rev. Elev., Méd. Vét. Pays Trop.*, 35, 1, pp 35 – 41, 1982.
- [22] E. A. Malek, "Schistosomiasis. Snail-transmitted Parasitic Diseases". Boca Raton, Florida: *Ed. CRC Press*, pp 179-307, 1982.
- [23] N.V. Williams, "Studies on aquatic pulmonate snails in Central Africa". I. *Field observations in relation to water chemistry. Malacologia*; 10, pp 153-64, 1970.
- [24] B. Baluku, G. Josens, M. Loreau, "Le régime alimentaire de *Biomphalaria pfeifferi* (Gastropoda, Planorbidae) au Zaïre Oriental". *Révue Zool., Afr.*, 101, pp 272-282, 1987.
- [25] J.N. Poda, B. Sellin, L. Sawadogo, S. Sanogo, "Distribution spatiale des mollusques hôtes intermédiaires potentiels des schistosomes et de leurs biotopes au Burkina-Faso". *Bulletin de liaison de l'organisation de coordination et coopération pour la lutte contre les grandes endémies*. 14^{ème} année, N°101, 32p, 1994
- [26] J. N. Poda, L. L. Sawadogo, B. Sellin, S. Sanogo, "Dynamique des populations de *Bulinus truncatus rohlfsi* clessin dans le barrage de Dyoro en Zone Soudanienne du Burkina faso". *Agronomie Africaine VIII*, 1, pp 61 – 6, 1996.
- [27] L.C. Beadle, " The mineral composition of Tropical African freshwaters in relation to ecology". *The Inland Waters of Tropical Africa*. London: Longman, 1974.
- [28] J. J. Symoens, M. Burgis, J. J. Gaudet, "Ecologie et utilisation des eaux continentales africaines". *Sec. Tech. PNUE*, 212p. *Universitaire de Bordeaux, Genève* .Vol 82, 6, pp 571-579, 1982.
- [29] I. Takougang, P.B. Tchounwou, P. Barbazan, "Impact des effluents d'un complexe agro-industriel sucrier sur la distribution des mollusques dulçaquicoles à M bandjock (Cameroun)". *Cahiers de Santé*, 3, pp 178 – 182, 1993.