

Enseignement Supérieur et Universitaire
UNIVERSITE PEDAGOGIQUE NATIONALE



BP 8815 KINSHASA I
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
THESE DE DOCTORAT N°109

Domaine : Sciences

Option : Biologie

Orientation : Ecologie et Gestion des Ressources Animales

Spécialité : Parasitologie

Présentée et soutenue publiquement pour l'obtention du Diplôme de
Docteur en Sciences

**IDENTIFICATION DES BASOMMATOPHORES HOTES
INTERMEDIAIRES DES SCHISTOSOMES HUMAINS A KIMPESE
DANS LE KONGO CENTRAL EN RD CONGO**

Par

WANGIMA ATILA DADDY

Jury

Président : LOHAKA DJONGA Jean Professeur Ordinaire (UPN)

Secrétaire : PWEMA KIAMFU Victor Professeur (UNIKIN)

Membres : LUAMBA LUA NSEMBO Jean Professeur Ordinaire **Promoteur** (UPN)

MUTAMBEL'HITY SCHIE' NKUNG' Deogratias Professeur Ordinaire **Co-Promoteur** (UPN)

MASUMU MULUMBU Justin Professeur Ordinaire (UPN)

Membres suppléants :

NGELINKOTO MPIA Patience Professeur Ordinaire (UPN)

MATAND TWILENG Alphonse Professeur Ordinaire (UPN)

DECEMBRE 2023



WANGIMA ATILA DADDY est né à Kinshasa. Il a fait ses études primaires à E.P Salisa de Bolobo et E.P Tolingana de Mushie. Les études secondaires à l'Institut Wawa de Mushie et à l'Institut Technique Agricole Bonkwankoso d'Oshwe. A l'Université Pédagogique Nationale de Kinshasa, il obtient sa licence en pédagogie appliquée, option Biologie en 2008.

En 2010, il est nommé assistant de premier mandat à l'UPN Kinshasa. En 2013 il est nommé assistant de deuxième mandat. En 2015 il est promu au grade de Chef de Travaux. Inscrit en licence spéciale en 2016, il obtient la licence spéciale en Biologie Animale dans la même université. En 2019 il décroche le Diplôme d'études Approfondies en Sciences, Option : Biologie Animale, Orientation : Ecologie et Gestion des Ressources Animales, Spécialité : Parasitologie.

En 2020 il est nommé animateur adjoint de l'unité de Recherche 70 (U.R70) environnement au Centre de Recherche Interdisciplinaire de l'Université Pédagogique Nationale. Depuis 2021, il est transféré du Centre de Recherche InterDisciplinaire de l'Université Pédagogique Nationale (CRIDUPN) pour la faculté des Sciences de la Santé, au Département de Biologie Médicale.

Avec ses maîtres, les Professeurs Ordinaires Luamba Lua Nsembo Jean et Mutambel'hity Schie' Nkung' Deogratias, tous de l'Université Pédagogique Nationale, il s'intéresse à la vie d'infiniment petits (protozoaires, bactéries et virus) et métazoaires. Monsieur Wangima Atila Daddy est auteur de plusieurs publications scientifiques.

EPIGRAPHE

« Existe-t-il pour l'homme un bien plus précieux que la santé ? »

Socrate

IN MEMORIAM

Une pensée pieuse à nos très chers parents, Papa WANGIMA ATILA Jean-Bosco Winock et Maman MBUYI MFWAMBA Astrid que le destin a arraché de notre affection pour ne pas vous laisser le temps de voir la fin de nos études. Que le Dieu Tout Puissant vous accorde sa clémence, sa miséricorde et son doux repos en vous accueillant dans son saint paradis.

DEDICACE

A :

- notre très chère et tendre épouse Mabilia Dinzenza Mireille.
- nos très chers enfants Wangima Abisa Lionnel Messie, Wangima Atila Rhéma et Wangima Mabilia Quinny Asnath.
- nos très chers frères et sœurs Bilonda Katay Espérance, Diendelayi Katay Thérèse, Katay Kapia Kathy, Fwamba Katay Bovick et Wangima Iponga Dada.
- nos tantes Yangala Wawali Marie et Yangala Wawali Bernadette.
- tous nos neveux et nièces.

REMERCIEMENTS

Au terme de cette thèse, nous avons un agréable devoir de remercier tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à sa réalisation.

Nous remercions le Dieu Tout Puissant, qui par sa bonté et sa grâce nous a garanti la santé et a illuminé notre intelligence pour mener nos recherches afin d'obtenir les résultats regroupés dans cette thèse. Nous nous souviendrons en toute circonstance de sa bonté et de sa miséricorde à jamais

Nous adressons nos sincères remerciements aux membres du Comité de Gestion de l'Université Pédagogique Nationale (UPN), les autorités décanales de la Faculté des Sciences et de la Faculté des Sciences de la Santé ainsi que les membres du corps académique et du personnel scientifique du Département de Biologie pour leur détermination à préparer la relève.

Nous sommes très reconnaissant au Professeur Ordinaire Luamba Lua Nsembo Jean, promoteur de la présente thèse, pour son sens d'humanisme, d'humilité, de confiance à notre égard, ses encouragements et son accompagnement tout au long de nos recherches. Ses sages conseils pleins d'amour, de rigueur scientifique et ses suggestions ont permis l'aboutissement heureux de cette aventure scientifique personnelle. Son expérience nous a été bénéfique, ses remarques ont largement contribué à améliorer le fond et la forme de cette dissertation.

Nous exprimons notre gratitude envers le Professeur Mutambel'Hity Schie' Nkung' Deogratias, pour avoir accepté non seulement la co-promotion de cette thèse mais surtout pour son accompagnement, ses encouragements et ses critiques utiles lors de nos recherches.

Nous remercions très sincèrement le Professeur Kamb Tshijik Jean Claude pour avoir mis à notre disposition sa riche documentation mais aussi pour nous avoir encadré et avoir apporté des corrections très enrichissantes qui ont permis de mettre de l'ordre dans la méthodologie et l'interprétation des résultats obtenus. Nous avons hérité de lui des qualités professionnelles et humaines que nous essayerons d'imiter.

Nous réservons une profonde gratitude aux professeurs, membres du jury pour la pertinence des observations apportées lesquelles ont contribué à l'amélioration de cette thèse à savoir Lohaka Djonga Jean, Pwema Kiamfu Victor, Masumu Mulumbu Justin, Ngelinkoto Mpia Patience, et Matand Twileng Alphonse. C'est ici l'occasion de vous dire un très grand merci.

Nous remercions les Professeurs Mwange Kalima Raphaël et Mukuna Nyembo Bertin, les Chefs de Travaux Maliani Kawayu Jeff, Kayiba Nene Emery, Ndombe Tamasala Rombeau, Kimputu Kabala Timothée, Mukuwa Kakwata James, Lokanga Ahoka César et les Attachés de Recherches Sisa Mbungu Edouard, Mabilia Mulomba Philippe, Nsankwen Mutosh Emile et Monsieur Lukubama Ntambidila Clary pour vos précieuses contributions.

Nous remercions aussi Madame Nkondi Makiesi Nelly et Monsieur Balembonkebi Mangikila Kally pour leur hospitalité et accompagnement pendant nos multiples descentes à Kimpese. A vous Madame Diyabanza Benanduenga Brunelle pour vos sacrifices dont voici aujourd'hui le résultat.

Nous ne saurons oublier l'apport financier des couples Matungulu et Kalambayi. Nous restons très reconnaissant à notre famille biologique et à notre belle famille pour les liens familiaux qui nous unissent à jamais.

Nous disons un très grand merci à tous ceux qui nous ont apporté une contribution quelconque mais dont les noms ne sont pas cités dans ces lignes. Que tous veuillent bien trouver ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

ABREVIATIONS ET SYMBOLES

AAC	: Antigène Anodique Circulant
ACC	: Antigène Cathodique Circulant
ACP	: Analyse en Composantes Principales
ADN	: Acide Désoxyribose Nucléique
DBO5	: Demande Biologique en Oxygène pendant cinq jours
DCO	: Demande Chimique en Oxygène
<i>B. p</i>	: <i>Biomphalaria pfeifferi</i>
<i>B. f</i>	: <i>Bulinus forskalii</i>
<i>B. g</i>	: <i>Bulinus globosus</i>
C.G.E.A./CRENK	: Commissariat Général à l’Energie Atomique / Centre Régional d’Etudes Nucléaires de Kinshasa
CHL	: Centre Hospitalier Lamba
CSE	: Centre de Santé d’Etat
EC	Emission cercarienne
ELISA	: Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay
EPLS	: Espoir Pour La Santé
GPS	: Global Positioning System
HI	: Hôte Intermédiaire
IGC	: Institut Géographique du Congo
IME	: Institut Médical Evangélique
INSERM	: Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
LCR	: Liquide Céphalo-Rachidien
<i>L. n</i>	: <i>Lymnaea natalensis</i>
M	: Mollusque
MC	: Mollusque avec Cercaire
MD	: Mollusque Disséqué
MGD	: Mollusque Gastéropode Dulcicole
MMTD	: Mollusque avec Mouvement dans le Tube Digestif
<i>M. r</i>	: <i>Melanoides recticosta</i>

MTN	: Maladies Tropicales Négligées
RIA	: Radio Immuno Assays
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
PAST	: Paleontological Statistics
pH	: Potentiel d'Hydrogène
PNLMTN	: Programme National de Lutte contre les Maladies Tropicales Négligées
RD Congo	: République Démocratique du Congo
SaMo	: Sable Matière organique
SaMoGa	: Sable Matière organique et Galet
SaMoGra	: Sable Matière organique et Gravier
SaMoVé	: Sable Matière organique et Végétaux émergents
SaMoVéGa	: Sable Matière organique et Végétaux émergents et Galet
SEP	: Société d'Énergie Pétrolière
<i>S. h</i>	: <i>Schistosoma haematobium</i>
<i>S. m</i>	: <i>Schistosoma mansoni</i>
THA	Trypanosomiase Humaine Africaine
Va Mo	: Vase et Matière organique
VaMoGa	: Vase Matière organique et Galet
VaMoGaGra	: Vase Matière organique Galet et Gravier
VaMoSa	: Vase Matière organique et Sable
VaMoSaGa	: Vase Matière organique Sable et Galet
VaMoSaGra	: Vase Matière organique Sable et Gravier
VaMoSaVé	: Vase Matière organique Sable et Végétaux émergents
VaMoVé	: Vase Matière organique et Végétaux émergentes
VaMoVéSa	: Vase Matière organique Végétaux émergents et Sable
VaVé	: Vase et Végétaux émergents
UNT	: Unité Néphélométrique de Turbidité
UPN	: Université Pédagogique Nationale

LISTE DES FIGURES

N°	INTITULE	PAGE
Figure I.1	: Schéma d'un archimollusque.....	9
Figure I.2	: Cladogramme de Mollusques.....	13
Figure I.3	: Anatomie interne d'un Mollusque.....	14
Figure I.4	: <i>Bulinus globosus</i>	15
Figure I.5	: <i>B. truncatus</i>	16
Figure I.6	: <i>B. africanus</i>	16
Figure I.7	: <i>B. tropicus</i>	16
Figure I.8	: <i>B. senegalensis</i>	16
Figure I.9	: <i>B. forskalii</i>	17
Figure I.10	: <i>Biomphalaria pfeifferi</i>	17
Figure I.11	: <i>B. camerounensis</i>	17
Figure I.12	: <i>B. sudanica</i>	18
Figure I.13	: <i>B. alexandrina</i>	18
Figure I.14	: <i>B. glabrata</i>	18
Figure I.15	: <i>B. amazonica</i>	18
Figure I.16	: <i>Tricola aperta</i>	19
Figure I.17	: <i>Oncomelania hupensis</i>	20
Figure I.18	<i>O. nosophora</i>	20
Figure I.19	: <i>Lymnaea natalensis</i>	20
Figure I.20	: <i>Galba truncatula</i>	21
Figure I.21	: <i>Lymnaea stagnalis</i>	21
Figure I.22	: <i>Potadoma freethii</i>	21
Figure I.23	: <i>Lissachatina fulica</i>	22
Figure I.24	: Classification phylogénétique des schistosomes.....	28
Figure I.25	: Œuf de <i>S. haematobium</i>	30
Figure I.26	: Œuf de <i>S. intercalatum</i>	30

Figure I.27	: Œuf de <i>S. guineensis</i>	30
Figure I.28	: Œuf de <i>S. mansoni</i>	30
Figure I.29	: Œuf de <i>Schistosoma japonicum</i>	30
Figure I.30	: Œuf de <i>Schistosoma mekongi</i>	30
Figure I.31	: Larve : Miracidium de schistosome.....	31
Figure I.32	: Larve : Sporocyste de schistosome.....	32
Figure I.33	: Larve : Furcocercaire des schistosomes.....	33
Figure I.34	: Adultes (♂ et ♀) de schistosome.....	34
Figure I.35	: Cycle évolutif des Schistosomes chez l'Homme et le Mollusque.....	36
Figure I.36	: Carte de la répartition des schistosomiasis humaines dans le monde.	44
Figure I.37	: Carte de distribution des schistosomiasis humaines en RD Congo...	45
Figure II.1	: Diagramme ombrothermique de Kimpese (1991-2021).....	56
Figure II.2	: Carte des stations d'échantillonnage dans les quatre rivières étudiées.....	58

LISTE DES GRAPHIQUES

N°	INTITULE	PAGE
Graphique III.1	: Largeur moyenne (m) des quatre hydrosystèmes de Kimpese pendant les saisons pluvieuses.....	69
Graphique III.2	: Largeur moyenne (m) des quatre hydrosystèmes de Kimpese pendant les saisons sèches.....	70
Graphique III.3	: Profondeur moyenne (cm) de quatre hydrosystèmes de Kimpese pendant les saisons pluvieuses.....	70
Graphique III.4	: Profondeur moyenne (cm) des quatre cours d'eaux de Kimpese mesurés pendant les saisons sèches.....	71
Graphique III.5	: Vitesse moyenne de l'écoulement des eaux des quatre systèmes lotiques de Kimpese pendant les saisons pluvieuses.....	71
Graphique III.6	: Vitesse moyenne (cm/s) de l'écoulement des eaux des quatre systèmes lotiques de Kimpese pendant les saisons sèches.....	72
Graphique III.7	: Evolution stationnelle de la température (°C) moyenne des eaux des quatre rivières de Kimpese en saisons pluvieuses.....	72
Graphique III.8	: Evolution stationnelle de la température (°C) moyenne des eaux des quatre rivières de Kimpese en saisons sèches.....	73
Graphique III.9	: Variation de la conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans les douze stations des quatre rivières de Kimpese pendant les saisons pluvieuses....	73
Graphique III.10	: Variation moyenne de la conductivité dans les douze stations des quatre rivières de Kimpese pendant les saisons sèches.....	74
Graphique III.11	: Evolution moyenne de la turbidité (UNT) stationnelle des eaux de quatre systèmes lotiques pendant les saisons pluvieuses.....	74
Graphique III.12	: Evolution moyenne de la turbidité (UNT) stationnelle des eaux des quatre systèmes lotiques pendant les saisons sèches.....	75
Graphique III.13	: Variation moyenne du pH des eaux des systèmes lotiques de Kimpese pendant les saisons pluvieuses.....	75
Graphique III.14	: Variation moyenne du pH des eaux des quatre systèmes lotiques de Kimpese pendant les saisons sèches.....	76
Graphique III.15	: Evolution de la concentration moyenne en oxygène dissous (mg/l) dans les rivières Bilharziouse, Makombo, Nganda et Sukiankasa en saisons pluvieuses.....	76
Graphique III.16	: Evolution stationnelle de la concentration moyenne en oxygène	

	dissous (mg/l) dans les quatre rivières pendant les saisons sèches.....	77
Graphique III.17	Teneur moyenne en calcium (mg/l) des eaux des quatre hydrosystèmes pendant les saisons pluvieuses.....	77
Graphique III.18	Teneur moyenne en calcium (mg/l) dans les eaux des quatre systèmes lotiques pendant les saisons sèches.....	78
Graphique III.19	Evolution stationnelle moyenne de magnésium dans les eaux des rivières Bilharziouse, Makombo, Nganda, et Sukiankasa en saisons pluvieuses.....	78
Graphique III.20	Evolution stationnelle moyenne de magnésium dans les eaux des rivières Bilharziouse, Makombo, Nganda, et Sukiankasa en saisons sèches.....	79
Graphique III.21	Evolution moyenne de dioxyde de carbone dans les eaux des quatre rivières en saisons pluvieuses.....	79
Graphique III.22	Evolution moyenne de dioxyde de carbone dans les eaux des quatre rivières en saisons sèches.....	80
Graphique III.23	Evolution stationnelle moyenne de la concentration en nitrate (mg/l) dans les quatre hydrosystèmes en saisons pluvieuses.....	80
Graphique III.24	Evolution stationnelle moyenne de la concentration en nitrate (mg/l) dans les quatre hydrosystèmes en saisons sèches.....	81
Graphique III.25	Concentration moyenne en phosphates (mg/l) des eaux de quatre rivières de Kimpese en saisons pluvieuses.....	81
Graphique III.26	Concentration moyenne en phosphates (mg/l) des eaux de quatre rivières de Kimpese en saisons sèches.....	82
Graphique III.27	Evolution moyenne de la DBO ₅ dans les rivières Bilharziouse, Makombo, Nganda et Sukiankasa en saisons pluvieuses.....	82
Graphique III.28	Evolution moyenne de la DBO ₅ dans les rivières Bilharziouse, Makombo, Nganda et Sukiankasa en saisons sèches.....	83
Graphique III.29	Evolution moyenne de la DCO dans les quatre rivières en saisons pluvieuses.....	83
Graphique III.30	Evolution moyenne de la DCO dans les quatre rivières en saisons sèches.....	84
Graphique III.31	Nombre des mollusques récoltés par espèces dans trois stations de Bilharziouse en saisons pluvieuses.....	100
Graphique III.32	Espèces et nombre des mollusques récoltés dans trois stations de	

	: Bilharziose en saisons sèches.....	101
Graphique III.33	: Nombre des mollusques récoltés par espèce dans trois stations de Makombo en saisons pluvieuses.....	101
Graphique III.34	: Nombre des mollusques récoltés par espèce dans trois stations de Makombo en saisons sèches.....	102
Graphique III.35	: Espèces et nombre des mollusques récoltés dans trois stations de Nganda en saisons pluvieuses.....	103
Graphique III.36	: Espèces et nombre des mollusques récoltés dans trois stations de Nganda en saisons sèches.....	103
Graphique III.37	: Espèces et nombre des mollusques récolté dans trois stations de Sukiankasa en saisons pluvieuses.....	104
Graphique III.38	: Espèces et nombre des mollusques récoltés dans trois stations de la rivière Sukiankasa en saisons sèches.....	105
Graphique III.39	: Corrélacion entre paramètres abiotiques et MGD pendant les saisons pluvieuses.....	123
Graphique III.40	: Corrélacion entre les paramètres abiotiques et les MGD en saisons sèches.....	124
Graphique III.41	: Dendrogramme de similarité des stations des rivières en fonction des paramètres abiotiques et les basommatophores en saisons pluvieuses.....	125
Graphique III.42	: Dendrogramme de similarité des stations des systèmes lotiques en fonction des paramètres abiotiques et les basommatophores en saisons sèches.....	126
Graphique III.43	: Diagrammes ioniques de la station I de la rivière Bilharziose pendant les saisons pluvieuses et les saisons sèches	127
Graphique III.44	: Diagrammes ioniques de la station II de la rivière Bilharziose pendant les saisons pluvieuses et les saisons sèches.....	127
Graphique III.45	: Diagrammes ioniques de la station III de la rivière Bilharziose pendant les saisons pluvieuses et les saisons sèches	128
Graphique III.46	: Diagrammes ioniques de la station I de la rivière Makombo pendant les saisons pluvieuses et les saisons sèches.....	128
Graphique III.47	: Diagrammes ioniques de la station II de la rivière Makombo pendant les saisons pluvieuses et les saisons sèches.....	129

xiii

Graphique III.48	: Diagrammes ioniques de la station III de la rivière Makombo pendant les saisons pluvieuses et les saisons sèches.....	129
Graphique III.49	: Diagrammes ioniques de la station I de la rivière Nganda pendant les saisons pluvieuses et les saisons sèches.....	130
Graphique III.50	: Diagrammes ioniques de la station II de la rivière Nganda pendant les saisons pluvieuses et les saisons sèches.....	130
Graphique III.51	: Diagrammes ioniques de la station III de la rivière Nganda pendant les saisons pluvieuses et les saisons sèches.....	130
Graphique III.52	: Diagrammes ioniques de la station I de la rivière Sukiankasa pendant les saisons pluvieuses et les saisons sèches.....	131
Graphique III.53	: Diagrammes ioniques de la station II de la rivière Sukiankasa pendant les saisons pluvieuses et les saisons sèches	131
Graphique III.54	: Diagrammes ioniques de la station III de la rivière Sukiankasa pendant les saisons pluvieuses et les saisons sèches	132

LISTE DES PHOTOS

N°	INTITULE	PAGE
Photos III.1	: <i>Biomphalaria pfeifferi</i> , <i>Bulinus forskalii</i> et <i>B. globosus</i>	106
Photos III.2	: <i>Lymnaea natalensis</i> et de <i>Melanoides recticosta</i>	107
Photos III.3	: Echantillons d'urines observés.....	133
Photos III.4	: Œufs de <i>Schistosoma haematobium</i> observés.....	134
Photos III.5	: Œufs de <i>S. mansoni</i> observés.....	134
Photos III.6	: Puisage d'eau pour l'arrosage et l'usage domestique	138
Photos III.7	Personnes faisant la lessive, la vaisselle et la baignade.....	139

LISTE DES TABLEAUX

N°	INTITULE	PAGE
Tableau I.1	: Caractères distinctifs des schistosomes humains.....	39
Tableau II.1	: Population de Kimpese selon le quartier, l'origine, l'âge et le sexe en 2020.....	54
Tableau II.2	: Définitions granulométriques.....	62
Tableau III.1	: Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de Bilharziose en saisons pluvieuses.....	85
Tableau III.2	: Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de prélèvement de Bilharziose en saisons sèches.....	85
Tableau III.3	: Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de prélèvement de Makombo en saisons pluvieuses.....	86
Tableau III.4	: Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de prélèvement de Makombo en saisons sèche.....	86
Tableau III.5	: Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de prélèvement de Nganda en saisons pluvieuses.....	87
Tableau III.6	: Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de prélèvement de Nganda en saisons sèches.....	87
Tableau III.7	: Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de prélèvement de Sukiankasa en saisons pluvieuses.....	88
Tableau III.8	: Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de prélèvement de Sukiankasa en saisons sèches.....	88
Tableau III.9	: Espèces végétales présentes dans le bassin versant de Bilharziose pendant les deux saisons.....	89
Tableau III.10	: Espèces végétales présentes dans le bassin versant de Makombo pendant les deux saisons.....	92
Tableau III.11	: Espèces végétales présentes dans le bassin versant de Nganda pendant les deux saisons.....	95
Tableau III.12	: Espèces végétales présentes dans le bassin versant de Sukiankasa pendant les deux saisons.....	97
Tableau III.13	: Niveau taxonomique des trois espèces des mollusques gastéropodes dulcicoles identifiées	106
Tableau III.14	: Niveau taxonomique des deux espèces des mollusques gastéropodes	107

	dulcicoles identifiées.....	
Tableau III.15	: Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Bilharziose en saisons sèches.....	108
Tableau III.16	: Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Bilharziose en saisons sèches.....	109
Tableau III.17	: Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Makombo en saisons pluvieuses.....	109
Tableau III.18	: Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Makombo en saisons sèches.....	110
Tableau III.19	: Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Nganda en saisons pluvieuses.....	111
Tableau III.20	: Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Nganda en saisons sèches.....	111
Tableau III.21	: Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Sukiankasa en saisons pluvieuses.....	112
Tableau III.22	: Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Sukiankasa en saisons sèches.....	113
Tableau III.23	: Résultats de la dissection des mollusques de trois stations de Bilharziose pendant les saisons pluvieuses.....	115
Tableau III.24	: Résultats de la dissection des mollusques des trois stations de Bilharziose pendant les saisons sèches.....	116
Tableau III.25	: Résultats de la dissection des mollusques de trois stations de Makombo pendant les saisons pluvieuses.....	117
Tableau III.26	: Résultats de la dissection des mollusques récoltés dans les trois stations de Makombo pendant les saisons sèches.....	118
Tableau III.27	: Résultats de la dissection des mollusques récoltés dans les trois stations de Nganda pendant les saisons pluvieuses.....	119
Tableau III.28	: Résultats de la dissection des mollusques récoltés dans les trois stations de Nganda pendant les saisons sèches.....	120
Tableau III.29	: Résultats de la dissection des mollusques récoltés dans les trois stations de Sukiankasa pendant les saisons pluvieuses.....	121
Tableau III.30	: Résultats de la dissection des mollusques de trois stations de Sukiankasa pendant les saisons sèches.....	122
Tableau III.31	: Analyses parasitologiques brutes des selles et d'urines.....	132

Tableau III.32	: Analyses parasitologiques des selles et urines selon l'âge et le sexe.....	133
Tableau III.33	: Nombre de cas des schistosomiasis humaines à I.M.E de 2017-2021...	135
Tableau III.34	: Nombre de cas des schistosomiasis humaines au CHL de 2017-2021...	136
Tableau III.35	: Nombre de cas des schistosomiasis humaines au CSE de 2017-202.....	137

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE	INTITULE	PAGE
Annexe I	: Données météorologiques de Kimpese.....	167
Annexe II	: Coordonnées géographique de Kimpese et GPS (Global Positioning System) de marque Garmin map 62s.....	171
Annexe III	: Photos des stations d'échantillonnage.....	172
Annexe IV	: Sonde de vitesse courantomètre FP111 Global Water.....	174
Annexe V	: Matériel pour les paramètres mesurés in situ.....	175
Annexe VI	: Matériel et mode opératoire des paramètres mesurés au Laboratoire...	176
Annexe VII	: Tarière manuelle de marque Ribimex.....	178
Annexe VIII	: Photos des quelques gites des basommatophores.....	179
Annexe IX	: Etuve de marque FDM058/350 FVC.....	180
Annexe X	: Trousse à dissection de Marque Rogo Sampaic™ 55501112.....	180
Annexe XI	: Microscope monoculaire et binoculaire électrique de marque Motic Elite B1-220 E –SP 1000 X.....	181
Annexe XII	: Photos teste de l'infestation naturelle, dissection des gastéropodes dulcicoles et les observations microscopiques.....	182
Annexe XIII	: Moyennes des paramètres mesurés.....	183

RESUME

Introduction : Les Maladies Tropicales Négligées (MTN) sont regroupées en deux catégories, les MTN évitables par la chimiothérapie préventive (la filariose lymphatique, les géo helminthiases, l'onchocercose, les schistosomiasés et le trachome) et celles qui nécessitent la prise en charge des cas (dracunculose, leishmaniosés, lèpre, peste, pian, rage, trypanosomiase humaine africaine et ulcère de buruli). Bien qu'elles figurent parmi les maladies tropicales négligées évitables par la chimiothérapie préventive, les schistosomiasés sont parmi les maladies parasitaires humaines les plus répandues dans le monde.

Méthodes : La principale méthode utilisée était la méthode expérimentale. Elle s'est déroulée en plusieurs étapes : la prospection des rivières Bilharziöse, Makombo, Nganda et Sukiankasa et leur sectionnement en stations, le prélèvement des paramètres hydrologiques et physico-chimiques deux saisons, la caractérisation des substrats du fond des différentes stations, l'étude floristique des bassins versants des douze stations, l'étude de leurs faunes malacologiques et les analyses parasitologiques.

Résultats : Au total, 11995 basommatophores ont été récoltés dont 3356 (28 %) en saisons pluvieuses et 8639 (72 %) en saisons sèches. Les cercaires des schistosomes humains ont été isolées chez *Biomphalaria pfeifferi*, KRAUSS (1848), *Bulinus forskalii* EHRENBERG (1831) et *B. globosus* MORELET (1866). Les lophocercaires de *Fasciola hepatica* ont été isolés chez *Lymnaea natalensis* KRAUSS (1848) et aucune cercaire n'a été observée chez *Melanoides relictosa* MARTENS (1882). Les profils parasitologiques montrent que l'âge a influencé la contamination, mais pas le sexe. Les enfants en âge scolaire étaient les plus parasités. Cette situation était favorisée par les baignades dans les rivières contaminées par les furcocercaires des schistosomes.

Mots clés : implication, mollusques gastéropodes dulcicoles, rivière, vecteur et cercaire

ABSTRACT

Introduction : Neglected Tropical Diseases (NTDs) are grouped into two categories, those preventable by preventive chemotherapy (lymphatic filariasis, geo-helminthiasis, onchocerciasis, schistosomiasis and trachoma) and those requiring case management (dracunculiasis, leishmaniasis, leprosy, plague, yaws, rabies, human African trypanosomiasis and buruli ulcer). Despite being one of the neglected tropical diseases preventable by preventive chemotherapy, schistosomiasis is one of the most common human parasitic diseases in the world.

Methods : The main method used was experimental. It was carried out in several stages: prospecting the Bilharziöse, Makombo, Nganda and Sukiankasa rivers and dividing them into stations, sampling hydrological and physico-chemical parameters in two seasons, characterising the substrates at the bottom of the various stations, carrying out a floristic study of the catchment areas of the twelve stations, studying their malacological fauna and carrying out parasitological analyses.

Results : A total of 11995 basommatophores were collected, of which 3356 (28%) during the rainy season and 8639 (72 %) during the dry season. Human schistosome cercariae were isolated from *Biomphalaria pfeifferi*, KRAUSS (1848), *Bulinus forskalii* EHRENBERG (1831) and *B. globosus* MORELET (1866). *Fasciola hepatica* lophocercariae were isolated from *Lymnaea natalensis* KRAUSS (1848) and no cercariae were observed in *Melanoides recticosta* MARTENS (1882). Parasitological profiles show that age influenced contamination, but not sex. School-age children were the most parasites. This situation was encouraged by bathing in rivers contaminated by schistosome furcocercariae.

Key words : involvement, freshwater gastropod molluscs, river, vector and cercaria.

INTRODUCTION

1. Problématique

Les problèmes posés par les maladies parasitaires dans le monde ont toujours suscités l'intérêt de la communauté scientifique, car la protection de la population non infestée et la guérison des personnes malades, passent par la connaissance des agents pathogènes, des différents hôtes et leurs biotopes. Parmi ces pathologies figurent les maladies tropicales négligées.

Les Maladies Tropicales Négligées (MTN) sont définies comme les maladies affectant presque exclusivement les populations pauvres dans les régions rurales et les quartiers urbains défavorisés des pays à faible revenu. Les populations les plus touchées vivent souvent dans les zones tropicales et subtropicales du monde. Un milliard d'individus (soit une personne sur sept de la population mondiale) souffrent d'une ou de plusieurs MTN à la fois : plus de 70 % de pays sont touchés par deux ou plusieurs de ces maladies (Anonyme, 2016).

Outre leurs répercussions négatives sur la santé, les maladies tropicales négligées participent à un cycle continu de la pauvreté et à une stigmatisation qui empêchent des dizaines de millions de personnes de travailler, d'aller à l'école ou de participer à la vie familiale et sociale. Souvent ces maladies sont ignorées, mal documentées et silencieuses. Le manque de statistiques fiables entrave les efforts visant à les faire sortir de l'ombre (Anonyme, 2016).

Les maladies tropicales négligées (MTN) sont regroupées en deux catégories, les MTN évitables par la chimiothérapie préventive (la filariose lymphatique, les géo helminthiases, l'onchocercose, les schistosomiasis et le trachome) et celles nécessitant la prise en charge des cas notamment dracunculose, leishmanioses, lèpre, peste, pian, rage, THA et ulcère de buruli (OMS, 2016).

Bien qu'elles figurent parmi les maladies tropicales négligées évitables par la chimiothérapie préventive, les schistosomiasis sont parmi les maladies

parasitaires humaines les plus répandues dans le monde (OMS, 2016). De part sa prévalence les schistosomiasis occupe le premier rang des maladies transmissibles par l'eau. Les mouvements (immigrations et émigration) des populations, de plus en plus nombreux, pourraient favoriser la propagation des schistosomiasis dans les milieux ruraux et péri urbains (Toukara, 2007).

Les schistosomiasis humaines ont des répercussions sanitaires et socio-économiques majeures dans les pays en développement où elles constituent un important problème de santé publique. A cause de leur forte morbidité et mortalité, elles sont placées au second rang après le paludisme (Menguemengou, 2013). Elles sont dues aux parasites dixènes, eau-dépendantes, dont le cycle évolutif exige le passage dans deux hôtes différents : un vertébré (mammifères) notamment l'homme, hôte définitif hébergeant le parasite adulte, et un invertébré (Mollusque Gastéropode dulcicole) abritant la forme larvaire (Zongo, 2010).

A l'échelle planétaire, les schistosomiasis humaines touchent de façon endémique les 3 continents, presque toute l'Afrique, quelques pays de l'Amérique du Sud et Caraïbes et de l'Asie. Elles sont endémiques dans 78 pays en développement. Environ 700 millions de personnes dans le monde vivent dans les zones endémiques. Les populations les plus exposées sont celles des milieux péri-urbains, des zones agricoles et rurales. Plus de 200 millions de personnes sont affectées annuellement et on note environ 800 mille décès (OMS, 2019).

Six formes de ces parasitoses humaines sont connues actuellement dans le monde : la schistosomiasis à *Schistosoma haematobium*, la schistosomiasis à *S. mansoni*, la schistosomiasis à *S. intercalatum*, la schistosomiasis à *S. guineensi*, la schistosomiasis à *S. japonicum* et la schistosomiasis à *S. mekongi*. Les quatre premières parasitoses humaines sévissent en Afrique, continent le plus touché (Anonyme, 2014).

Au Congo Belge (actuellement RD Congo), la première épidémie de la schistosomiase intestinale a été signalée par Duren en 1923 au Congo-Kassaï (actuel Kongo Central) à la mission catholique des Jésuites de Lemfu. Cette infection serait introduite par un individu qui serait venu de l’Afrique occidentale portugaise (actuel Angola) (Schwetz, 1957).

Les schistosomiasés sont devenues endémiques en RD Congo, elles sont représentées par la schistosomiase à *Schistosoma haematobium*, la schistosomiase à *Schistosoma mansoni* et la schistosomiase à *S. intercalatum* et elles constituent un problème réel de santé publique. Au Kongo Central en général et à Kimpese en particulier, la population n’ignore pas cette maladie connue sous le vocable « *Bilharziose* ».

Kimpese est considéré comme un foyer de haute endémicité pour la schistosomiase à *Schistosoma mansoni* (Situakibanza *et al*, 2016). Le ministère de la santé publique, hygiène et prévention de la République Démocratique du Congo, à travers le Programme National de Lutte contre les Maladies Tropicales Négligées (PNLMTN), présente la prévalence des schistosomiasés humaines dans notre milieu d'étude à 50 % (Anonyme, 2016).

2. Questions de recherches

Dans cette thèse quatre questions méritent des réponses à savoir :

- quelles sont les espèces des mollusques gastéropodes qui vivent dans les quatre systèmes lotiques de Kimpese ?
- les paramètres abiotiques de ces rivières favorisent-ils la prolifération de Basommatophores ?
- quelles sont les formes des schistosomiasés qui sévissent à Kimpese ?
- quelle est la prévalence des schistosomiasés humaines dans ce milieu ?

3. Hypothèses

Les quatre hypothèses formulées sont les suivantes :

- les espèces de Mollusques *Biomphalaria pfeifferi* KRAUSS (1848), *Bulinus globosus* MORELET (1866), *B. forskalii* EHRENBERG (1831), *Lymnaea natalensis* KRAUSS (1848) et *Melanoides recticosta* MARTENS (1882) coloniseraient les quatre systèmes lotiques de Kimpese.
- les paramètres abiotiques des quatre hydrosystèmes de Kimpese favoriseraient la prolifération de Basommatophores.
- les schistosomiasés de Kimpese pourraient avoir deux formes : la forme intestinale à *Schistosoma mansoni* ou à *S. intercalatum* et la forme urinaire à *S. haematobium*.
- la prévalence des schistosomiasés humaines à Kimpese serait de 50 %.

4. Objectifs

4.1 Objectif général

L'objectif général fixé est d'identifier les Basommatophores dans quatre rivières : Bilharziouse, Makombo, Nganda et Sukiankasa tout en précisant leur implication dans la transmission des schistosomiasés humaines à Kimpese.

4.2 Objectifs spécifiques

Plus spécifiquement il s'agit de (d') :

- récolter les Basommatophores dans les rivières Bilharziouse, Makombo, Nganda et Sukiankasa ;
- isoler les cercaires des schistosomes chez les gastéropodes dulçaquicoles ;
- évaluer les paramètres abiotiques de ces systèmes lotiques ;
- calculer la prévalence des schistosomiasés humaines à Kimpese.

5. Choix et intérêt de l'étude

Le choix de cette étude se justifie par la rareté des recherches sur les malacofaunes hôtes intermédiaires des schistosomes humains à Kimpese. En effet, le PNLMTN lancent un cri d'alarme en ces termes « *les études malacologiques doivent être approfondie en vue d'élucider la composition faunistique et la répartition des Mollusques Gastéropodes Dulcicoles en RD Congo* » (Anonyme, 2016).

Cette thèse renferme quatre intérêts :

- systématique, elle identifie les espèces de la malacofaune de quatre rivières de Kimpese : Bilharziose, Makombo, Nganda et Sukiankasa, donne les informations sur les Mollusques Gastéropodes Dulçaquicoles dans cette agglomération ;
- écologique et hydrologique, elle mesure les paramètres physico-chimiques et hydrologiques des rivières évoqués ci-haut ;
- parasitologique et sanitaire, elle donne le profil des espèces des schistosomes présents à Kimpese et fournit des renseignements sur la prévalence des schistosomiasis humaines dans notre milieu d'étude ;
- scientifique et didactique, elle est un outil pour la communauté scientifique.

6. Délimitation spatio-temporelle de l'étude

Les investigations ont été menées sur les 4 rivières de Kimpese dans la province du Kongo Central en RD Congo du 16 décembre 2019 au 06 janvier 2022.

7. Subdivision du travail

Notre étude est subdivisée en trois chapitres :

- le premier chapitre définit les concepts de base et aborde les généralités sur les Mollusques gastéropodes dulcicoles (hôtes intermédiaires), les schistosomes (parasites) et les schistosomiasis (maladies),
- le deuxième chapitre décrit le milieu d'étude, le matériel et les méthodes,
- le troisième chapitre présente les résultats obtenus et leur discussion.

CHAPITRE I :

DEFINITION DES CONCEPTS DE BASE, GENERALITES SUR LES MOLLUSQUES GASTEROPODES DULCICOLES, SCHISTOSOMES ET SCHISTOSOMIASES HUMAINES

Ce chapitre, clarifie les concepts de base relatifs à l'étude, détermine le rôle des Mollusques Gastéropodes Dulcicoles (MGD) dans la transmission des schistosomes et d'expliquer celui des différentes espèces de schistosomes.

I.1 DEFINITION DES CONCEPTS DE BASE

I.1.1 Faune

La faune désigne l'ensemble des espèces animales présentes dans un espace géographique ou un écosystème déterminé, dans une époque donnée (Ramade , 2008).

I.1.2 Malacofaune

La malacofaune est l'ensemble des espèces des mollusques qu'on trouve dans un écosystème (Bouchet, 1990).

I.1.3 Malacologie

La malacologie, (du grec ancien *malakos*, mou) est la branche de la zoologie consacrée à l'étude des mollusques. Elle est subdivisée en :

- **conchyliologie**, étude des mollusques à coquille et
- **teuthologie**, étude des céphalopodes.

Elle est souvent divisée en malacologie continentale et marine. Sur les continents les mollusques aquatiques constituent à eux seuls un champ d'étude particulière. En outre, les mollusques peuvent être utilisés comme bio indicateurs de la pollution des eaux douces (Bouchet. 1990).

I.1.4 Mollusques

Les mollusques (du latin *mollus* : **mou**) sont des invertébrés terrestres ou aquatiques appartenant à un grand embranchement phylogénique *Mollusca*, du règne animal avec un corps mou et souvent pourvu d'une coquille calcaire, une région céphalique prolongeant la masse viscérale supportée par le pied ventral musculueux (www.cnrtl.fr/definition/mollusque).

I.1.5 Mollusques gastéropodes

La classe de Gastéropodes (*gaster* : ventre et *podos* : pied) est une classe de mollusques (eumollusques, conchifères, viscéroconques), caractérisée par :

- une masse charnue appelée pied et servant à la reptation ou à la nage. La tête est pourvue d'une ou de deux paires de tentacules et de deux yeux portés par des pédoncules ;
- une torsion vers l'avant à 180° de la masse viscérale, possédant une coquille enroulée en spirale et une tête bien différenciée munie d'une radula (langue chitineuse, ornée de dents et une mâchoire).
- une coquille (si elle est présente) :
 - toujours constituée d'une seule pièce (contrairement aux mollusques bivalves, la moule ou l'huître) et dorsale, le plus souvent spiralée, mais peut être droite (patelle ou « chapeau chinois ») ;
 - peut être très épaisse, comme chez les porcelaines (*Cypraea*), ou au contraire réduite à une fine lame recouverte par le manteau (tunique propre aux mollusques, enserrant les viscères et sécrétant la coquille quand elle existe) comme chez le genre *Limax* (limace cendrée) et des aplysies (lièvre de mer) ;
 - totalement absente chez quelques gastéropodes, comme l'*Arion* (limace rouge). (<https://www.futurasciences.com/planète/définitions/classification-vivant-gasteropode-4653/>.)

I.1.6 Mollusques dulcicoles ou dulçaquicoles

Les mollusques dulcicoles sont ceux qui vivent et se reproduisent dans les eaux douces (Mouton, 1980).

I.1.7 Basommatophores

Les basommatophores (du grec ancien ; *basis* : base, *ommato* : œil, et *phorein* : porter) sont des Mollusques gastéropodes pulmonés dulçaquicoles qui possèdent des yeux situés à la base des tentacules (Mouton, 1980).

I.1.8 Schistosomes (*Schistosoma*)

Les schistosomes sont des organismes métazoaires, triploblastiques, acœlomates, vers plats non segmentés, sexués, hémato-phages vivant dans le système veineux mésentérique ou splanchnique de leur hôte (Zongo, 2010).

I.1.9 Schistosomiase

La schistosomiase est une maladie parasitaire provoquée par des Plathelminthes trématodes de la famille des Schistosomatidae du genre *Schistosoma* (vers hémato-phages) dont la reproduction sexuée se déroule chez les mammifères notamment l'homme (hôte définitif) et la reproduction asexuée dans le Mollusque gastéropode dulcicole (hôte intermédiaire) (Zongo, 2010).

I.2 GENERALITES SUR LES MOLLUSQUES GASTEROPODES DULCICOLES

Les Mollusques sont des invertébrés métazoaires, triploblastiques, coelomates, protostomiens et hyponeuriens. Ils appartiennent à l'embranchement des animaux à corps mou, généralement pourvus d'une coquille, dont certains représentants ont une symétrie bilatérale sauf les gastéropodes (Mehdaoui, 2016).

Les mollusques comprennent plus de 110 000 espèces. C'est le 2^e embranchement du règne animal, riche en espèces après les Arthropodes (Mehdaoui, 2016). L'embranchement de Mollusques créé en 1795 par Georges Cuvier (1769-1832), est divisé en **2 sous-embranchements** :

1.- Les **Aculifères** HATSCHECK, 1891 (amphineures)

Du latin *Aculi* : piquants et *fera* : porteur, les aculifères sont exclusivement marins, dépourvus de coquille dont le corps est aplati dans le sens dorso-ventral et comprimé ou vermiforme. Les cellules épithéliales du manteau produisent une cuticule protectrice dans laquelle se trouvent des petits spicules calcaires pointus. Ils renferment deux classes distinctes à savoir les Polyplacophores et les Aplacophores. Ce sont des organismes primitifs essentiellement marins.

2.- Les **Conchifères** GEGENBAUR, 1878 (Mollusques à coquille)

Du latin *concha*, qui signifie coquille ; et *fera* qui veut dire porteur. Ce sous embranchement réunit la grande majorité des mollusques, dont les Gastéropodes occupent la classe la plus diversifiée, puis viennent les Bivalves, les Céphalopodes, les Scaphopodes et les Monoplacophores (Locard, 2013).

Malgré leur immense diversité, les différents groupes de mollusques présentent des homologies anatomiques provenant d'un ancêtre commun appelé archimollusque.

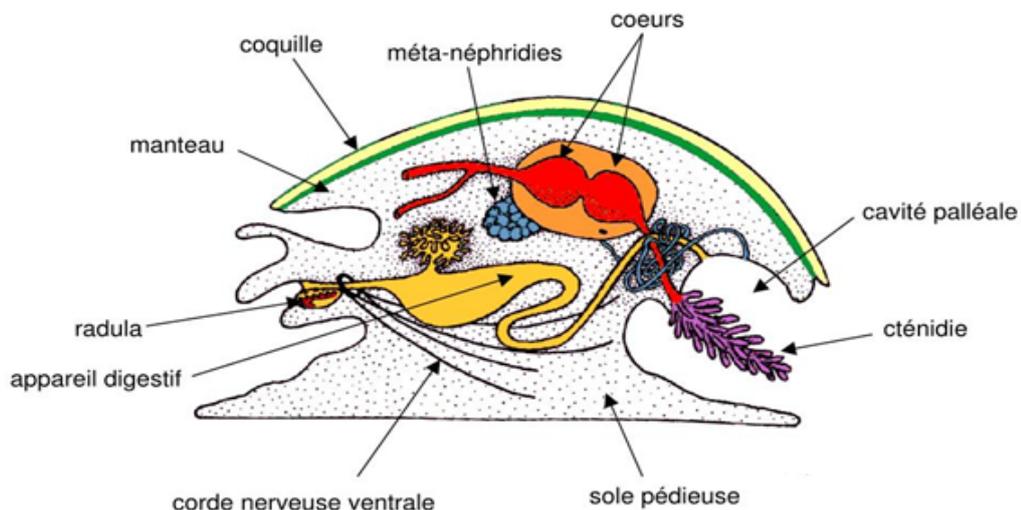


Figure I.1 : Schéma d'un archimollusque.

Source : Locard, 2013.

Il présente des parties généralement distinctes :

- La coquille : Enveloppe calcaire qui recouvre le corps de la plupart des mollusques. C'est le squelette externe d'un mollusque.
- Le manteau : est une enveloppe constituée d'un tégument et de muscles qui abrite les autres organes ; il sécrète la coquille chez les espèces qui en sont pourvues.
- La radula : est un organe constitué d'une lame basale munie de nombreuses dents chitineuses (Winston, 2019).
- L'appareil digestif : ressemble à celui que l'on trouve chez la majorité des Mollusques actuels.
- Le cœur : il est situé dans une cavité creusée dans du tissu d'origine mésodermique et est composé d'un seul ventricule et de un ou plusieurs atriums.
- Les méta-néphridies : jouent un rôle essentiel dans leur système excréteur et osmorégulateurs. Elle permet l'élimination des déchets et toxines produits par l'organisme.
- La cavité palléale : C'est un espace interne délimité par les lobes du manteau.
- La cténidie : est un organe respiratoire, ou branchie, que l'on trouve chez de nombreux mollusques.
- La corde nerveuse ventrale : il est constitué par plusieurs groupes de ganglions reliés entre eux par des connectifs.
- La sole pédieuse : Elle constitue la partie ventrale du mollusque, par lequel il est en contact avec le substrat. Elle est constituée de muscles, dont les mouvements en « vagues » ou ondes de contraction permettent la reptation. Lors des déplacements, la sole produit un mucus lubrifiant, qui laisse souvent une trace caractéristique (Kerney, 2015)

La classe de Gastéropodes (Gaster : ventre et *podos* : pied) représente presque les $\frac{3}{4}$ des Mollusques. Elle intéresse cette étude et particulièrement les dulcicoles (d'eau douce) ayant un nombre varié d'espèce. Ils sont caractérisés par :

- une altération de la symétrie bilatérale lors du développement de la larve,
- un pied ventral pour la reptation,
- une tête bien différenciée, pourvue de tentacules et des yeux,
- une coquille conique ou spiralée d'une seule pièce chez la quasi-totalité,
- une flexion endogastrique dorsale,
- une radula de forme variée,
- une spiralisation et
- une vie aquatique (www.cnrtl.fr/définition/gastéropode).

I.2.1 Classification des mollusques gastéropodes

Les Gastéropodes sont divisés en trois sous-classes :

1.- Les Prosobranches du grec, *proso* = en avant et *branch* = branchies.

Ils regroupent tous les gastéropodes aquatiques à coquille avec opercule.

Ils respirent à l'aide de branchies situées à l'avant du cœur.

2.- Les Opistobranches du grec, *opistho*=en arrière et *branch*=branchies.

Tous marins ont généralement une seule branchie en arrière du cœur.

3.- Les Pulmonés du latin *pulmo* = poumon.

Ils perdent leurs branchies au cours du développement pour acquérir un poumon unique (Lévêque, 1973). Dans ce sous classe il y a des *Gastéropodes d'intérêt médical*. La position des yeux situés à l'extrémité des tentacules, ou à leur base, permet de distinguer **deux ordres** :

1. **Les Basommatophores** (les pulmonés primitifs) possédant des yeux non pédonculés à la base des tentacules (**Pulmonés aquatiques**) rencontrés surtout en eau douce. (Lévêque, 1972)
2. **Les Stylommatophores** (les pulmonés plus évolués) qui possèdent les yeux pédonculés au bout des tentacules (**Pulmonés terrestres**).

I.2.1.1 Classification linnéenne des mollusques gastéropodes

Dans la classification zoologique, l'embranchement des Mollusques est entre les Annélides et les Arthropodes. Cette classification se présente comme suit (Zongo, 2010) :

Règne Animal LINNE, 1735

Sous-règne des Métazoaires HAECKEL, 1874

Embranchement des Mollusques CUVIER, 1795

Sous-embranchement des Conchifères GEGENBAUR, 1878

Classe des Gastéropodes CUVIER, 1798

Sous-classe des Pulmonés CUVIER, 1798

Ordre des Basommatophores SCHMIDT

Super famille des Planorboïdae RAFINESQUE, 1815

1° Famille des Planorbidae RAFINESQUE, 1815

Sous-famille des Planorbinae RAFFINESQUE, 1921

Genre *Biomphalaria* PRESTON, 1910

2° Famille des Bulinidae CROSS et FISHER, 1880

Sous famille des Bulinae CROSS et FISHER, 1880

Genre *Bulinus* MULLER, 1781

I.2.1.2 Classification phylogénétique des Mollusques

La classification phylogénétique (Figure I.2) des mollusques est basée sur le séquençage d'ADN afin de découvrir l'approche parentale entre les organismes. Selon Lecointre et Le Guyader (2011), les **Gastéropodes** et les **Céphalopodes** forment actuellement un clade des **Viscéroconques**.

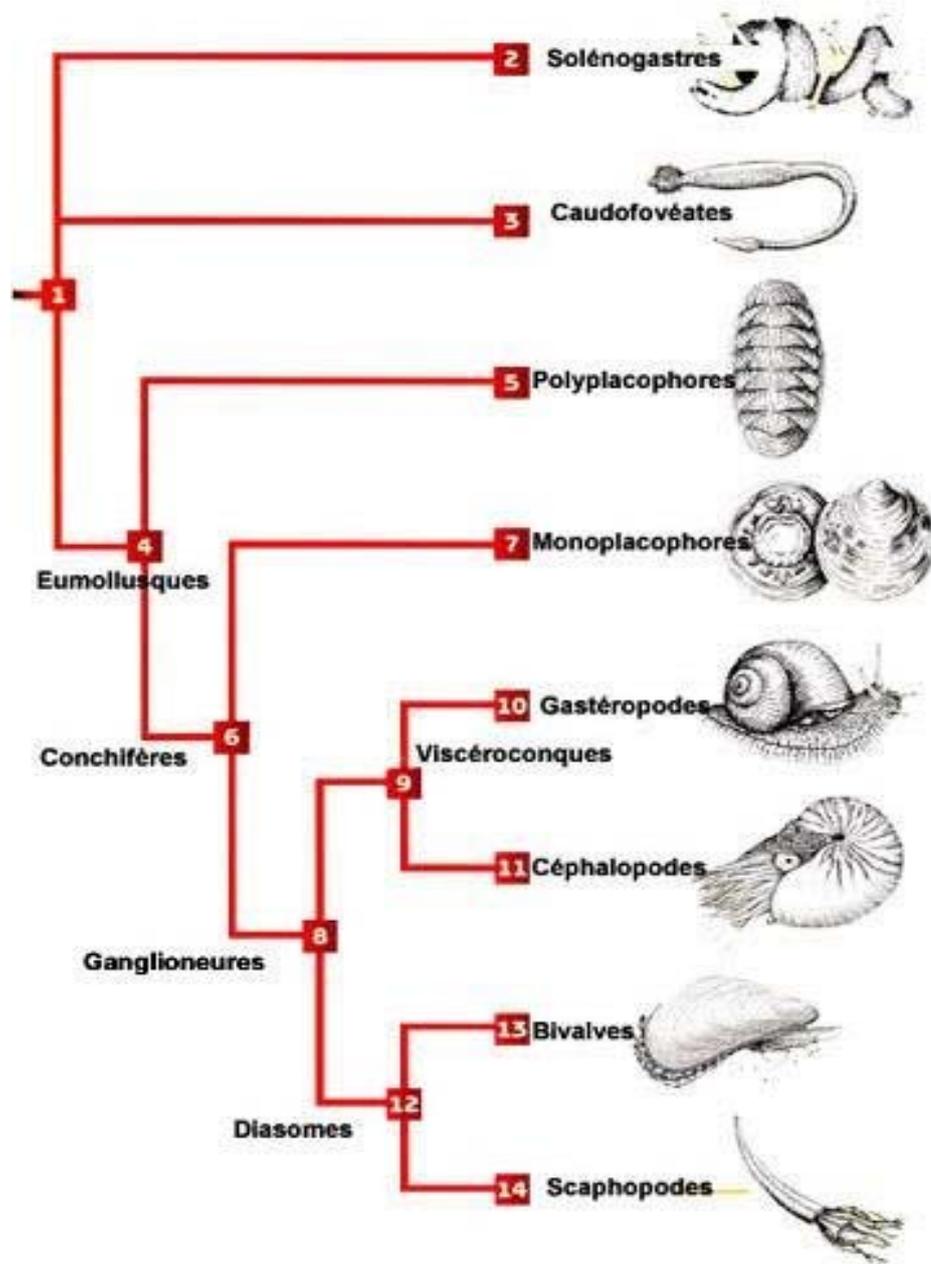


Figure I.2 : Cladogramme de mollusques.

Source : Lecointre et Le Guyader, 2011.

I.2.2 Anatomie interne du mollusque

L'organisation interne d'un mollusque est dans la figure I.3 ci-dessus.

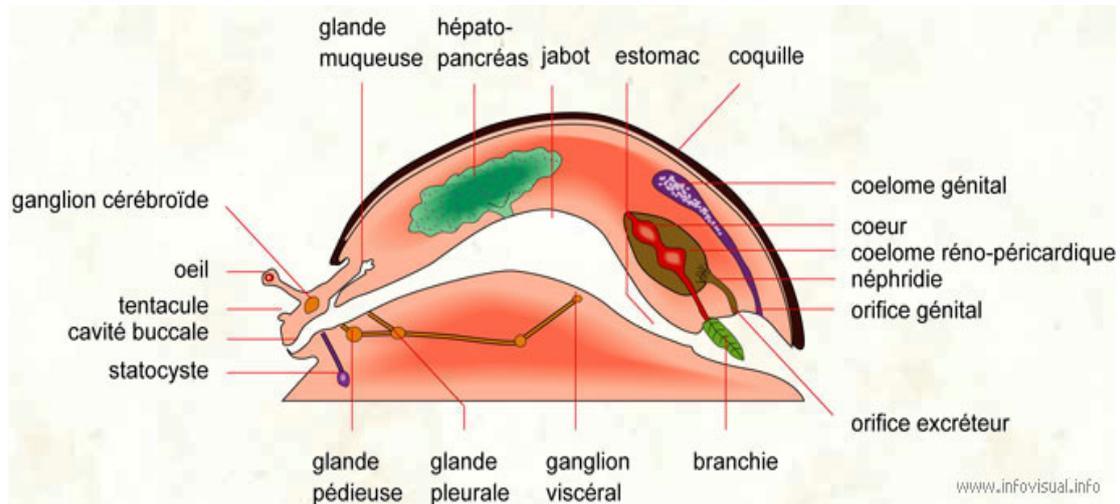


Figure I.3 : Anatomie interne d'un Mollusque.

Source : <https://Mollusque-Dictionnaire visuel/infovisual.info>.

On observe sur cette figure qu'un mollusque comprend :

- Une glande muqueuse : organe du mollusque sécrétant le mucus.
- Un hépatopancréas : organe du mollusque jouant le rôle du foie et du pancréas.
- Un jabot : renflement de l'œsophage du mollusque.
- Un estomac : poche digestive du mollusque.
- Une coquille : enveloppe dure protégeant le mollusque.
- Un coelome génital : cavité du mollusque relative aux organes génitaux.
- Un cœur : organe de pompage sanguin du mollusque.
- Un coelome réno-péricardique : cavité du mollusque relative aux reins et se situant autour du cœur.
- Une néphridie : organe du mollusque jouant le rôle des reins.
- Un orifice génital : ouverture donnant accès aux organes génitaux du mollusque.
- Un orifice excréteur : ouverture permettant au mollusque de se débarrasser de ses déchets corporels.
- Une branchie : organe respiratoire du mollusque.
- Un ganglion viscéral : renflement relatif à un organe quelconque du mollusque.
- Une glande pleurale : organe sécrétant les pleurs du mollusque.
- Une glande pédieuse : organe relatif au pied du mollusque.

- Un statocyste : organe du mollusque le renseignant sur son orientation.
- Une cavité buccale : entrée du tube digestif du mollusque.
- Un tentacule : organe tactile du mollusque.
- Un œil : organe de vision du mollusque.
- Un ganglion cérébroïde : cerveau du mollusque.

L'hépatopancréas sécrète de nombreuses enzymes digestives et accumule des produits de réserve. Chez de nombreux mollusques, l'hépatopancréas emmagasine du calcaire qu'ils rejettent de temps en temps dans le tube digestif où il contribue à régler le pH du contenu intestinal. Le calcaire peut également être véhiculé par des amibocytes qui en une couche mince, assure la répartition de la coquille (Luamba et Kayumba 1997).

I.2.3 Importance médicale des mollusques gastéropodes

Les Gastéropodes sont des hôtes intermédiaires des quelques helminthes et plusieurs genres sont concernés notamment les hôtes intermédiaires des schistosomes, des douves et des angiostrongylus (Dreyfuss et Rondelaud ,2011).

I.2.4 Mollusques gastéropodes : hôtes intermédiaires de schistosomes

Les quatre genres d'hôtes intermédiaires de schistosomes, sont : *Bulinus*, *Biomphalaria*, *Tricola* et *Oncomélania*.

I.2.4.1 Hôtes intermédiaires de *Schistosoma haematobium*

1. Genre *Bulinus*

Les *Bulinus* sont des mollusques à coquille globuleuse, avec ouverture senestre sans opercule. Ce sont des hôtes intermédiaires de *Schistosoma haematobium*, *S. intercalatum* et *S. guinensis* (OMS, 1982). On en distingue :

1.- *B. globosus* Morelet, 1866



Figure I.4 : *B. globosus*.
Source : Wangima *et al* 2021

- Forme enflée et ovale, coquille senestre.
- Taille : 16×12 mm avec une coquille fragile.
- Concentration dans un endroit où une quantité de matières organiques est déposée lors de ralentissement du courant d'eau ; susceptible de survivre en absence d'eau en s'enfuyant dans les fonds de mares (Mandhal-Bart *et al.*, 1974).
- Largement distribuée en Afrique tropicale.
- Hôte intermédiaire de *S. haematobium*.

2.- *Bulinus truncatus* Audouin, 1827



Figure I.5 : *Bulinus truncatus*.
Source : <https://scan.myspecies>.

- Forme ovale et globuleuse.
- Taille : 11,5x8 mm avec une coquille senestre
- Espèce de l'Afrique du Nord, présente aussi en Angola, au Zimbabwe et en RD Congo (quelques rivières du Kongo central et Haut Katanga).
- Hôte intermédiaire de *S. haematobium*.

3.- *B. africanus* Krauss, 1848



Figure I.6 : *B. africanus*
Source : <http://uk.inaturalist.org>

- Forme ovale, coquille senestre.
- Taille : 18x12 mm.
- Espèce de l'Afrique de l'Est présente dans les rivières de plusieurs localités de l'Est de la RDC.
- Hôte intermédiaire de *S. haematobium*.

4.- *B. tropicus* Krauss, 1848



Figure I.7 : *B. tropicus*.

Source : Perissinotto *et al*

- Coquille globuleuse et senestre non operculée.
- Deux formes : la première mesure 14,5x 11,5 mm et la deuxième mesure 7x 5 mm.
- Espèce de l'Afrique du Sud et de l'Est ; présente aussi en Afrique Centrale dans la partie Nord-Est de la RD Congo et dans le Sud du Haut Katanga.
- Hôte intermédiaire de *S. haematobium*.

5.- *B. senegalensis* Muller, 1781



Figure I.8 : *B. senegalensis*.

Source : [https://www. Conchology.be](https://www.Conchology.be)

- Mollusque pulmoné à coquille senestre.
- Taille : 18 x 7 mm.
- Forme élancée, non operculé à coquille senestre.
- Rencontrée au Sénégal, Gambie, Niger et Tchad.
- Hôte intermédiaire de *S. haematobium*.

I.2.4.2 Hôtes intermédiaires de *Schistosoma intercalatum* et *S. guinensis*

6.- *B. forskalii* Ehrenberg 1831



Figure I.9 : *Bulinus forskalii*.

Source : Wangima, 2019

- Espèce facilement identifiable par sa taille (14x4 mm),
- Coquille senestre, élancée, plus étroite et très dure.
- Largement distribuée presque à travers toute l'Afrique.
- Hôte intermédiaire de *S. intercalatum* et *S. guinensis*.

I.2.4.3 Hôtes intermédiaires de *Schistosoma mansoni* :

2. Genre *Biomphalaria*

Les Planorbes présentent une coquille discoïde, aplatie de taille variable ; hôtes intermédiaires de *S. mansoni*. Les *Biomphalaria* sont capable de vivre en anhydrobiose (Mandhal- bart *et al.* 1974) et (Colart, 1977). Ce genre comprend *Biomphalaria pfeifferi*, *B. camerounensis*, *B. sudanica* et *B. alexandrina* en Afrique, ainsi que *B. glabrata* en Amérique du Sud et les caraïbes enfin *B. amazonica* dans le bassin de l'Amazonie.

1. - *Biomphalaria pfeifferi* Krauss, 1848



Figure I.10 : *Biomphalaria pfeifferi*.

Source : <https://www.gettyimages.com>

- Taille : 5,2×13 mm,
- Coquille, discoïde aplatie et sénestrogyre ou sinistrogyre.
- Commune dans toute l'Afrique tropicale.

2.- *B. camerounensis* Boettger, 1941



Figure I.11 : *B. camerounensis*.

Source : Wangima 201

- Taille : 19×5,8 mm et sa coquille discoïde, senestre ou dextre.
- Mollusques dulcicoles vivant de préférence dans les eaux stagnantes ou cachés dans les endroits à forte teneur en détritrus organiques.
- Présente dans la zone côtière de l'Afrique de l'Ouest jusqu'en Angola et en Afrique centrale.

3.- *B. sudanica* Martens, 1870

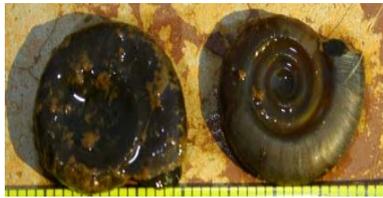


Figure I.12 : *B. sudanica*.

Source : <https://www.Malaria not the only parasite.com>

- Taille : 5×17,2 mm.
- Coquille plate discoïde senestre.
- Espèce du Soudan et de l'Afrique de l'Est. Son aire de distribution dans l'Est de la RD Congo est entre les lacs Albert et Tanganyika.

4.- *B. alexandrina* Ehrenberg, 1831



Figure I.13 : *B. alexandrina*.

Source : <https://www.flickr.com>

- Coquille plate discoïde senestre mesurant 4 à 11 mm de diamètre.
- Apex bombé, poussé vers l'extérieur.
- *B. alexandrina* est limitée au bassin du Nil.
- Hôte intermédiaire de la *S. mansoni*.

5.- *B. glabrata* Say, 1818



Figure I.14 : *B. glabrata*.

Source : [//www.mindenpictures.com](http://www.mindenpictures.com)

- *B. glabrata* possède un enroulement planispiralé, la coquille mesure 6 à 10 mm de diamètre.
- Mollusque à coquille senestre ou dextre
- Sa répartition inclut l'Amérique du sud et le Caraïbe.
- Hôte intermédiaire de la *S. mansoni*.

6.- *B. amazonica* PARAENSE, 1966



Figure I.15 : *B. amazonica*.

Source : [//www.planetainvertebrados.br](http://www.planetainvertebrados.br)

- *B. amazonica* : l'enroulement planispiralé, la coquille mesure 2 à 5,5 mm de diamètre.
- Elle est présente dans le bassin de l'Amazonie
- Hôte intermédiaire de la *S. mansoni*.

Les gîtes de *Bulinus* et *Biomphalaria* se trouvent souvent dans des eaux peu profondes, stagnantes ou faiblement courantes, riches en matières organiques et comportant une végétation aquatique leur servant de support et de nourriture. La densité de mollusques est élevée dans les gîtes permanents en saison sèche (Luamba et Kayumba 1997).

Pour leur survie, *Bulinus* et *Biomphalaria* exigent certaines conditions :

- la température de l'eau doit être comprise entre 20° et 30 °C ;
- le pH peut varier de 6 à 8 ;
- les eaux ombragées où ils vivent en général à 20 ou 30 cm de profondeur sur les tiges des plantes, les feuilles mortes ou dans la vase ;
- vivre dans des gîtes à eau permanente et souillée pour *Biomphalaria* qui est très sensibles à la dessiccation ;
- vivre dans des mares temporaires.

Le genre *Bulinus* résiste à la sécheresse, transportable à grande distance par le vent, voir même sur les sabots des ruminants et pattes des certains oiseaux.

3. Genre *Tricola*

Le genre *Tricola* a pour espèce *Tricola aperta*, un mollusque dulcicole, prosobranch et hôte intermédiaire de la schistosomiase à *Schistosoma mekongi*. Cette espèce ne survivant pas à la sécheresse (Tissertiouine, 2015).

1.- *Tricola aperta* BENSON, 1843



Figure I.16 : *Tricola aperta*.

Source : Grego ; 2018

- Mollusque prosobranch de petite taille,
- *Tricola aperta* : plus petit qu'*Oncomelania hupensis*.
- existe dans des gites limités en Thaïlande, aux confins du Laos, en Malaisie et au Cambodge.
- Hôte intermédiaire de *Schistosoma mekongi*

4. Genre *Oncomelania*

Les *Oncomelania* sont des petits mollusques : prosobranches operculés, allongés, amphibies, sexes séparés, coquilles spiralées et tronquées à la pointe, présents dans les rizières mal entretenues, vivant sur les berges des fossés, dans les cours d'eau lents et des canaux d'irrigation, très résistants en l'anhydrobiose. *Oncomelania hupensis* et *O. nosophora* sont des hôtes intermédiaires de *Schistosoma japonicum* (Zhao et al. 2010).

1.- *Oncomelania hupensis* Gredler, 1881



Figure I.17 : *Oncomelania hupensis*.
Source : Davis *et al*, 1995

- *O. hupensis* : petit mollusque prosobranche, allongé, amphibie et operculé.
- Coquille spiralée et tronquée à la pointe.
- présent en Chine, à Taïwan, aux Célèbes (Sulawesi).
- Hôte intermédiaire de *S. japonicum*.

2.- *O. nosophora* Robson, 1915



Figure I.18 : *O. nosophora*
Source : [https:// naturalista.org](https://naturalista.org)

- Il est très résistant à la dessiccation et s'enfonce dans le sol lors de la sécheresse.
- Hôte intermédiaire de *Schistosoma japonicum*

I.2.4.4 Hôtes intermédiaires des douves

5. Genre *Lymnaea*

Lymnaea et *Potadoma* sont des hôtes intermédiaires de *Paragonimus* ou douve. En Afrique on trouve : *Lymnaea natalensis*, *Galba truncatula* (anciennement *L. truncatula*), *L. stagnalis* et d'autres espèces de ce genre sont hôtes intermédiaires de *Fasciola hepatica* et *F. gigantica* (Grande douve du foie chez les ovins, les bovins et l'homme) (OMS, 1982).

1.- *Lymnaea natalensis* Krauss, 1848



Figure I.19 : *Lymnaea natalensis*
Source : Wangima *et al*, 2021

- Mollusques pulmonés non operculés ;
- Petite taille (23×15 mm) de forme très variable, 1^o spire large, gonflée, apex pointu ;
- Coquille ovoïde et très fragile avec une très grande ouverture (Luamba et Kayumba, 1997).
- Enroulement dextre adapté aux eaux à faible courant.
- Largement distribuée en Afrique.
- Hôte intermédiaire de *Fasciola hepatica* et *F. gigantica* (Luamba et Kayumba, 1997).

2.- *Galba truncatula* Muller, 1774 (ex-*Lymnaea truncatula*)



Figure I.20 : *Galba truncatula*.
Source : www.mr-water71.blogspot.com

- Mollusques pulmonés non operculés de petite taille (11×6 mm) et de forme très variable ; la première spire large est gonflée avec l'apex pointu.
- Distribution discontinue en Afrique de l'Est, de l'Egypte à l'Afrique du Sud. En Afrique Centrale, l'espèce est
- présente au Rwanda (Gisenyi) et en RDC (Nord Kivu).
- Hôte intermédiaire de *Fasciola hepatica*.

3.- *Lymnaea stagnalis* Linnaeus, 1758



Figure I.21 : *Lymnaea stagnalis*
Source : Czech et al 2001

- Escargot pulmoné d'eau douce, la plus grande espèce de son genre mesurant 5 à 6 cm.
- Espèce hermaphrodite.
- Animal très prolifique.
- Coquille fragile.
- Non operculé.
- Hôte intermédiaire de *Fasciola gigantica*.

6. Genre Potadoma

Potadoma freethii et plusieurs représentants de ce genre sont des hôtes intermédiaires de *Paragonimus africanus* et *P. uterobilateralis*.

1.- *Potadoma freethii* Gray, 1831



Figure I.22 : *Potadoma freethii*.
Source : www.TryElixir.org

- Mollusques prosobranchie de coquille forte et solide, hauteur d'environ 45 mm et largeur de 15 mm.
- Espèce présente au Cameroun, à l'Est du Nigeria, au Gabon, en RD Congo (quelques rivières du Kongo central)
- Hôte intermédiaire de *Paragonimus africanus* et de *P. uterobilateralis*.

I.2.4.5 Hôtes intermédiaires d'*Angiostrongylus cantonensis* Chen, 1935 et *A. costaricensis* Morera et Cespedes, 1971

L'escargot géant africain *Lissachatina fulica* Ferussac, 1821, vecteur des nématodes *Angiostrongylus cantonensis* et *A. costaricensis*, ce sont petits vers ronds responsables de la méningo-encéphalite éosinophile chez les humains (principalement les enfants et les personnes fragiles) chez qui ils provoquent des angiostrongyloses (Thiengo *et al*, 2008).

La transmission à l'homme ne concerne que les escargots prélevés dans la nature. Les spécimens nés et élevés exclusivement en captivité ne peuvent être porteurs de ce nématode, puisque le cycle de vie du nématode à l'état larvaire chez le mollusque implique un passage chez les rongeurs qui est l'hôte naturel définitif des vers adultes (présents dans les artères pulmonaires et digestives) (Thiengo *et al*, 2008).

1.- *Lissachatina fulica* Ferussac, 1821



Figure I.23 : *Lissachatina fulica*.
Source : <https://inpn.mnhn.fr>

- Coquille conique brune avec des marques transversales plus sombres.
- Espèce présente dans presque toutes les régions tropicales et humides du globe, capable de survivre dans des habitats variés, active la nuit et se réfugie dans la terre durant la journée.
- Hôte intermédiaire d'*Angiostrongylus cantonensis* et *A. costaricensis*

I.3 GENERALITES SUR LES SCHISTOSOMES

Les schistosomes forment un genre des trématodes parasites. En général, ces vers plats vivent en accouplement de façon permanente. En tant que parasite de l'homme et des animaux, ce sont les agents pathogènes des schistosomiases. (Hunziker *et al*, 2019).

Quelques espèces des schistosomes sont connues comme les parasites des vertébrés à sang chaud et ayant en commun un cycle parasitaire intermédiaire chez un mollusque gastéropode d'eau douce (Hunziker *et al*, 2019).

I.3.1 Schistosomes parasitant les Mammifères

Ils sont regroupés selon la position de l'éperon de l'œuf.

I.3.1.1 Schistosomes à «œufs à éperon terminal »

Ce groupe renferme le plus grand nombre d'espèces. On en dénombre treize au total et sont répandues en Afrique et en Asie (Zongo, 2010). Il s'agit de :

1. *Schistosoma haematobium* Bilharz, 1852 Agent de la schistosomiase uro-génitale chez l'Homme dans presque toute l'Afrique, une partie du Proche Orient (Arabie Saoudite, Irak, Israël, et Syrie) et du Moyen Orient (Iran).
2. *S. intercalatum* Fisher, 1934 Responsable de la schistosomiase intestinale et périrectale de l'homme en RD Congo.
3. *S. guineensis* Pages et Kane, 2003 Agent causal de la schistosomiase intestinale et rectale de l'homme dans quelques pays africains : République Centrafricaine, Guinée Equatoriale, Cameroun, Gabon, Nigéria, Angola, Tchad et Sao Tomé et Príncipe.
4. *S. bovis* Sonsino, 1876 Agent de la schistosomiase intestinale des ruminants domestiques (rarement chez les ruminants sauvages) en Afrique et dans une très grande partie du sud de l'Europe, du Proche Orient et du Moyen Orient.
5. *S. curassoni* Brumpt, 1931 Responsable de la schistosomiase intestinale des ruminants domestiques, constitue au Sénégal une espèce commune à l'homme et aux animaux. Sa répartition est encore mal connue et semble être limitée à l'Afrique de l'Ouest (Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Nigéria, Niger et Sénégal).
6. *S. matthei* Vegliz et Roux, 1929 Responsable de la schistosomiase intestinale des ruminants sauvages. Son aire de répartition englobe le Botswana, le Burundi, le Malawi, le Mozambique, le Rwanda, la Tanzanie, la RD Congo et la Zambie.
7. *S. leiperi* Le Roux, 1929 Agent de la schistosomiase intestinale des Bovidés et Equidés sauvages et rarement des Caprins et Bovidés domestiques au Botswana, en Tanzanie et en Zambie.
8. *S. margrebowiei* (Le Roux, 1939) Agent de la schistosomiase hépatique et intestinale des ruminants sauvages au Botswana, au Mali, au Tchad, en RD Congo et en Zambie.
9. *S. spindale* Montgomery, 1906 Agent de la schistosomiase intestinale de ruminants et équidés fréquent en Inde et Indonésie.

- | | |
|--|--|
| 10. <i>S. nasale</i> Rao, 1933 | Agent de la schistosomiase des muqueuses nasales chez les ruminants dans quelques pays de l'Asie du Sud-Est. |
| 11. <i>S. incognitum</i>
Chadler, 1926 | Agent de la schistosomiase intestinale du porc et du chien en Asie du Sud-Est. |
| 12. <i>S. indicum</i>
Montgomery, 1906 | Agent de la schistosomiase intestinale chez les équidés et certains ruminants en Inde et dans quelques pays de l'Asie. |
| 13. <i>S. kisumuensis</i>
Bhanelt, 2009 | Parasite des rongeurs de la famille des Muridés. Il est présent à Kisumu, au Kenya, dans le bassin du lac victoria. |

I.3.1.2 Schistosomes à « œufs à éperon latéral »

Les espèces de ce groupe sont au nombre de quatre, dont une infecte l'homme et les trois autres parasitent les animaux (Sorgho, 2006). Il s'agit de :

- | | |
|---|---|
| 1. <i>Schistosoma mansoni</i>
Sambon, 1907 | Responsable de la schistosomiase intestinale et hépatique de l'homme, très largement répandue en Afrique intertropicale, en Arabie Saoudite, en Israël, à Madagascar, au Yémen, également en Amérique du sud et aux Antilles. |
| 2. <i>S. rodhaini</i>
Brumpt, 1931 | Agent de la schistosomiase intestinale sévissant principalement chez les rongeurs et plus rarement chez les chiens au Kenya, au Rwanda et en RD Congo. |
| 3. <i>S. edwardiense</i>
Thurton, 1964 | Responsable de la schistosomiase intestinale chez l'hippopotame exclusivement en Afrique du sud et en Ouganda (Sorgho, 2006). |
| 4. <i>S. hippopotami</i>
Thurton, 1964 | Parasite exclusif de l'hippopotame en Ouganda. |

I.3.1.3 Schistosomes à « œufs à éperon rudimentaire »

Ce groupe est constitué de cinq espèces identifiées, dont l'une est anthropozoophile et les quatre autres zoophiles (Zongo, 2010). Il s'agit de :

- | | |
|--|---|
| 1. <i>Schistosoma japonicum</i>
Katsurada, 1904 | Agent de la schistosomiase artério-veineuse de l'homme et des animaux (Rongeurs, Ongulés, Carnivores) en Chine, en Indonésie, en Malaisie, aux Philippines et en Thaïlande. C'est l'une des espèces les plus pathogènes pour l'homme sur l'île de Formose (Taiwan), présente aussi sous la forme d'une population exclusivement zoophile. |
| 2. <i>S. mekongi</i>
Voge, Bruckner et Bruc, 1959 | Agent d'une schistosomiase hépato-mésentérique chez l'homme, le chien et les muridés. Il est rencontré au Cambodge, au Laos, en Malaisie et en Thaïlande (Bassin du Mékong). |
| 3. <i>S. sinensium</i> Pao, 1959 | Agent de la schistosomiase intestinale des rongeurs dans le Sud de la Chine et le Nord de la Thaïlande. |
| 4. <i>S. malayensis</i>
Greer <i>et al.</i> , 1988 | Parasite des rongeurs et pouvant infester accidentellement l'homme. Il est localisé en Malaisie. |
| 5. <i>S. ovuncatum</i>
Attwood <i>et al.</i> , 2002 | Récemment décrit comme espèce au Nord-Ouest de la Thaïlande. |

I.3.2 Historique de la découverte des schistosomes humains

Les schistosomes ont une longue histoire de vie commune avec l'organisme humain (Bella *et al*, 2018). L'existence de *Schistosoma haematobium* a été établie par la découverte d'œufs calcifiés dans la vessie d'une momie égyptienne de la vingtième dynastie (plus de 1000 ans avant J.-C.) (Gentilini *et al*, 1993). Au moyen-âge, les médecins arabes parlaient de « pissements de sang », il s'agissait des hématuries des caravaniers venus de Tombouctou, aussi signalées en Egypte par les chirurgiens de l'armée de Bonaparte (Gentilini *et al*, 1993).

En 1852, un médecin parasitologue Allemand, du nom de Théodore Bilharz, identifia, dans la veine porte d'un paysan égyptien, de petits vers blancs au cours d'une autopsie réalisée au Caire. Il nomma cette première espèce de schistosome : *Distomum haematobium* dénommé plus tard *S. haematobium* (Gentilini *et al*, 1993).

En 1857, Cobbold constata une différence anatomique avec le *D. haematobium* et proposa le nom de *Bilharzia*. En 1858, Weiland parla de *Schistosoma* sur la fausse impression que le parasite se présentait fendu en deux. Au 17^e siècle, la traite des noirs vers les colonies espagnoles et portugaises d'Amérique a facilité l'introduction de *S. mansoni* dans le nouveau monde (Gentilini, *et al*, 1993).

En 1902, Manson qui étudiait le foyer américain identifia lors d'un examen de selles, la présence d'œufs à éperon latéral et défendit l'hypothèse d'une 2^{ème} espèce différente de *S. haematobium* car avant, on pensait que les infections vésicales et intestinales étaient dues à la 1^{ère} espèce de schistosome (Gentilini *et al*, 1993).

En 1904, Katsurada identifia au Japon, dans le système porte d'un chat une 3^{ème} espèce, *S. japonicum*. En 1907, Sambon confirma l'hypothèse de Manson et dénomma le parasite responsable de la forme intestinale : *S. mansoni*. De 1915 à 1918, les travaux de Leiper, menés au Japon et en Egypte, ont permis d'aboutir à la description du cycle complet des schistosomes, montrant l'existence des espèces distinctes de gastéropodes appartenant à des sous-familles différentes et que les parasites pénètrent à travers la peau de l'homme sous forme larvaire (Gentilini *et al*, 1993).

En 1934, la 4^{ème} espèce de schistosome de l'homme : *S. intercalatum* fut individualisée au Congo Belge, actuel RD Congo, par Fischer. En 1978, au Laos fut isolée la 5^{ème} espèce de schistosome de l'homme, *S. mekongi*. En 1988 *S. malayensis* a aussi été décrite et découverte en Malaisie, mais son importance sur le plan de la santé publique est, à ce jour, restée incertaine (Riveau et Dupe, 2000). Pages *et al* (2003) ont distingué *S. guineensis* de *S. intercalatum* grâce à la biologie moléculaire. Ils ont mis en évidence le parasite.

I.3.3 Classification zoologique de schistosomes humains

Zongo (2010) classe les schistosomes de la manière suivante :

Règne : Animal Linné, 1735

Sous-embranchement : Métazoaires Haeckel, 1874

Embranchement : Plathelminthes Ehers, 1985

Sous-embranchement : Rhadocoela Ehers, 1985

Infra-embranchement : Doliopharyngophora Ehers, 1985

Super-classe : Cercomeraria Broohs, 1989

Classe : Trématodes Broohs, 1989

Sous-Classe : Cercomeridea Broohs, 1989

Infra-classe : Digenea Broohs, 1989

Super-ordre : Anepitheliocystidia La Rue, 1957

Ordre : Strigeida La RUE, 1957

Sous-ordre : Strigeita La Rue, 1957

Super-famille : Schistosomatoidea Stiles et Hassall, 1898

Famille : Schistomatidea Poche, 1907

Sous-famille : Schistosomatinea Poche, 1907

Genre : Schistosoma Weinland, 1858

Espèces : *Schistosoma haematobium*, *S. mansoni*, *S. intercalatum*,...

I.3.4 Classification phylogénétique

La classification phylogénétique des schistosomes se présente de la manière suivante :

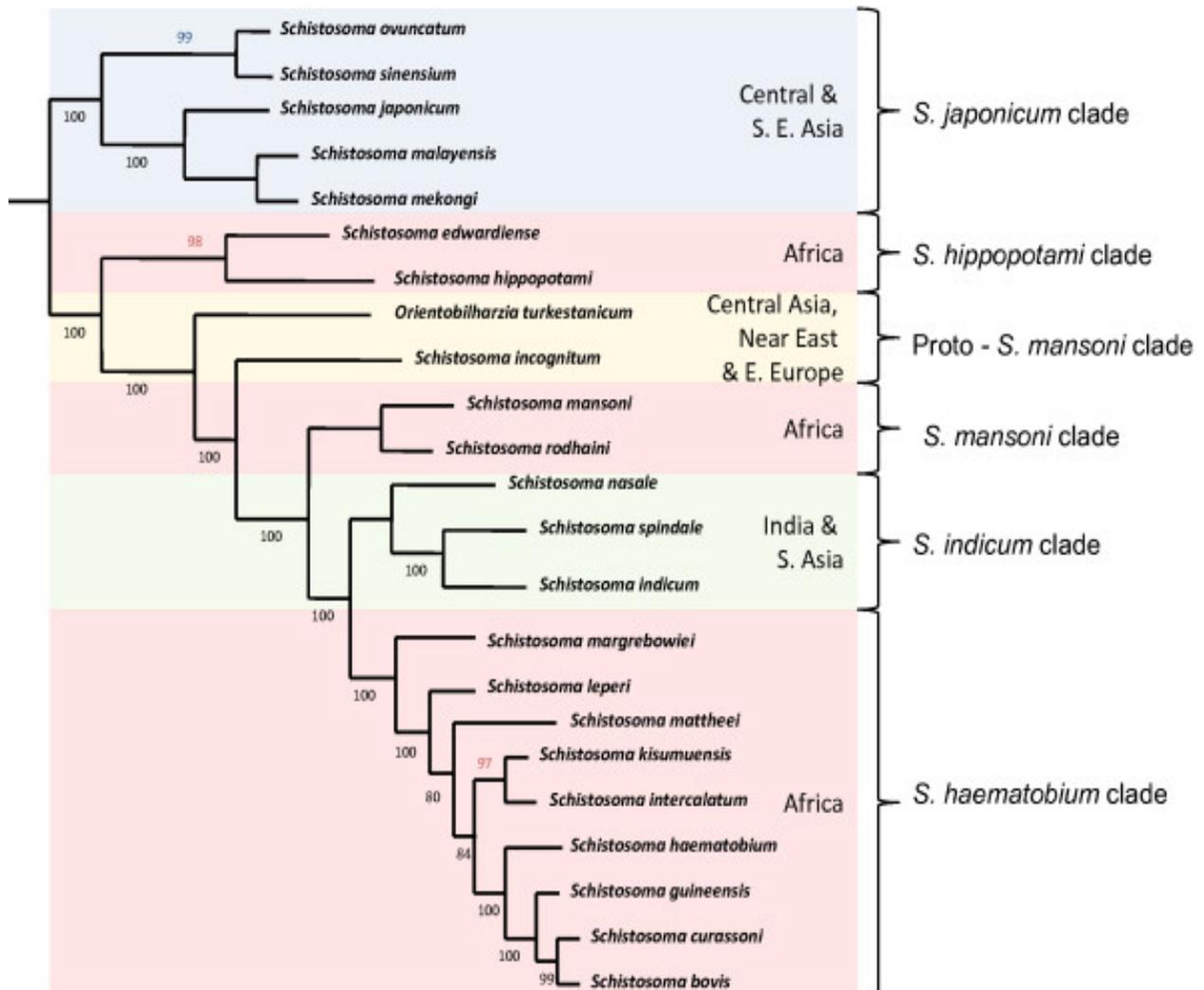


Figure I.24 : Classification phylogénétique des schistosomes.

Source : <http://Summaryschematicphylogenyoftheresearchagate.net>

La figure ci-haut renseigne sur la présence de 6 clades :

- 1° Clade de *Schistosoma hamatobium* avec les neuf espèces.
- 2° Clade de *S. indicum* représenté par les trois espèces.
- 3° Clade de *S. mansoni* comprend deux espèces.
- 4° Clade de Proto *Schistosoma mansoni* possède deux espèces.
- 5° Clade de *S. hippopotami* avec les deux espèces et
- 6° Clade de *S. japonicum* c'est le deuxième clade en termes d'espèces, il en possède cinq.

I.3.5 Morphologie des schistosomes humains

Les schistosomes possèdent deux ventouses : une buccale et une autre ventrale. Le mâle est cylindrique au niveau de son tiers antérieur qui porte les deux ventouses. Le reste du corps est aplati et les bords latéraux se replient ventralement pour délimiter une gouttière appelée canal gynécophore dans lequel se loge la femelle. Celle-ci est plus longue que le mâle. Elle est cylindrique et filiforme (Gentilini *et al.*, 1993).

La longévité du parasite est en moyenne de 3 à 6 ans mais des cas de longévité exceptionnelle (30 ans) ont déjà été rapportés par Harris *et al.* (1984). Au cours de leur développement, les schistosomes passent par différents stades : œuf, larve (miracidium, sporocyste, cercaire) et adulte.

I.3.5.1 Œufs

La femelle fécondée peut pondre jusqu'à 300 œufs par jour pour la femelle *Schistosoma mansoni* et entre 3000 et 4000 pour *S. haematobium*. Les œufs sont de forme ovoïde à coque mince, transparente. Ils mesurent entre 90 et 200 μm selon les espèces et contiennent un embryon cilié qui est le miracidium à la ponte (McLaren *et al.*, 1978).

Trois types d'œufs ont été décrits : **œuf à éperon terminal**, de forme ovoïde et losangique avec un pôle bien arrondi, œufs de forme ovoïde à **éperon latéral** et œuf à **éperon rudimentaire**, plus petit et plus arrondi que les précédents (Figures I.25 à I.30). Les différents œufs pondus doivent traverser la paroi de la vessie ou de l'intestin (selon l'espèce) avant d'atteindre la lumière vésicale ou intestinale (Gentilini *et al.*, 1993).

1. Eperon terminal, Œuf de forme ovoïde et losangique avec un pôle bien arrondi



Figure I.25 : Œuf de *Schistosoma haematobium*.

Source : Roueché, 1988



Figure I.26 : Œuf de *S. intercalatum*.

Source : Anonyme, 2014.



Figure I.27 : Œuf de *S. guineensis*

Source : <https://searchschistosomaguiensis>

2. Œuf de forme ovoïde à éperon latéral (Figure I.28)



Figure I.28 : Œuf de *S. mansoni*.

Source : Roueché, 1988

3. Œuf à éperon rudimentaire, plus petit et arrondi (Figure I.29 et 30)



Figure I.29 : Œuf de *S. japonicum*.

Source : Roueché, 1988

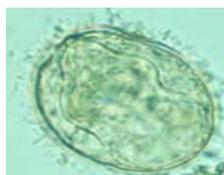


Figure I.30 : Œuf de *S. mekongi*

Source : Roueché, 1988

- Taille : 140-200 x 70 μm .
- Morphologie :
 - Œuf : forme ovale.
 - Coque : lisse, mince et transparente
- Localisation : urines.

- Taille : 140-200 x 65 μm .
- Morphologie :
 - Œuf : forme losangique.
 - Coque : lisse, mince et transparente
- Localisation : selles.

- Taille : 200 x 65 μm .
- Morphologie :
 - Œuf : forme losangique
 - Coque : lisse, mince et transparente
- Localisation : selles.

- Taille : 140-180 x 60 μm .
- Morphologie : Coque : lisse et transparente
- Localisation : selles.

- Taille : 30-70 x 50 μm .
- Morphologie : Coque lisse et transparente
- Localisation : selles.

- Taille : 30-60 x 60 μm .
- Morphologie :
 - Œuf : forme subsphérique à éperon terminal rudimentaire.
 - Coque : lisse et transparente
- Localisation : selles.

I.3.5.2 Larves

Trois formes larvaires sont connues chez les schistosomes : le miracidium, le sporocyste et la cercaire. Le miracidium et la cercaire sont deux formes larvaires semi- libres tandis que le sporocyste se développe à l'intérieur de l'hôte intermédiaire.

1. Miracidium

Lorsque toutes les conditions sont réunies, (eau dont le pH avoisine la neutralité et une température comprise entre 25 et 30°C) les œufs rejetés dans l'eau éclosent au bout de 8 heures maximum pour *S. haematobium* et 30 heures maximum pour *S. mansoni* et *S. intercalatum* (Zongo, 2010).

La larve issue de l'éclosion est appelée miracidium (Figure I.31), de forme ovale et mesurant entre 150 et 170 µm de long contre 20 à 70 µm de large selon l'espèce, corps recouvert de cils vibratiles leur permettant de nager activement à la recherche du mollusque hôte intermédiaire (Zongo, 2010).

Cette recherche de l'hôte est très spécifique pour chaque espèce et est gouvernée par des facteurs génétiques (Kalbe *et al*, 2004) avec l'appui de stimuli chimiques tels des macromolécules émises par le mollusque (Haberl *et al*, 1995). Le miracidium infeste le mollusque par effraction cutanée au niveau des parties molles (pied ou antennes). Sa durée de vie varie de 12 à 24 heures en fonction des conditions du milieu. Le nombre des cercaires produites peuvent dépasser 3000.

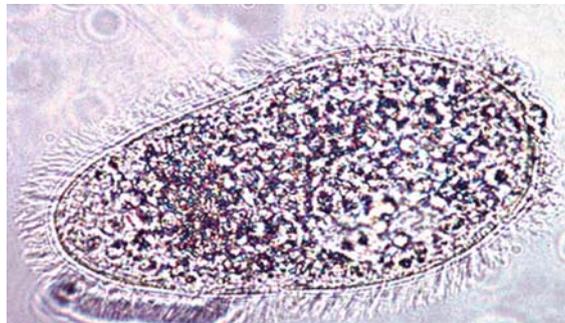


Figure I.31 : Miracidium de schistosome.

Source : Anonyme 2014.

2. Sporocyste

Dès la traversée du tégument du mollusque grâce aux sécrétions apicales du miracidium, la larve rejoint l'hépatopancréas où les cellules germinales s'individualisent en sporocystes (Figure I.32).

Les sporocystes correspondent aux stades du parasite où se fait la multiplication asexuée. Le sporocyste primaire issu de la métamorphose du miracidium produit des sporocystes fils (sporocystes II, III, IV, etc.).

Les sporocystes fils produisent en grand nombre un nouveau stade larvaire appelé stade métacyclique infestant (cercaire) (Zongo, 2010).

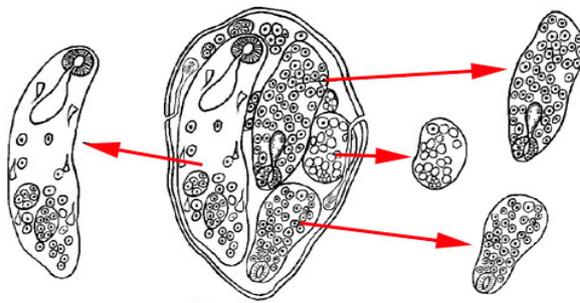


Figure I.32 : Sporocyste de schistosome

Source : Zongo (*op. cit.*).

3 Cercaire

La cercaire est la forme infectante. Elle mesure environ 450 μm de long. Elle est émise par le mollusque hôte intermédiaire et son corps présente deux parties : le corps proprement dit ovalaire avec deux ventouses (orale et une ventrale) et une queue bifide d'où le nom de furcocercaire (Figure I.33) donné à ce stade. Cette queue lui permet de nager dans le milieu aquatique à la recherche d'un hôte définitif qu'elle doit obligatoirement rencontrer au bout de 48 heures au maximum sinon, elle meurt (Theron, 1982 ; Traoré, 1990).

La méthode de recherche de l'hôte par les cercaires diffère selon l'espèce de schistosomes. Haas *et al.* (1994 et 2002) affirment que l'émission de substances chimiques par l'hôte dans sa reconnaissance par la cercaire, la plus importante est la

L-arginine. Leur émission par le mollusque obéit à un rythme circadien qui est propre à chaque espèce de schistosome (N'goran *et al.* 1997 ; Wolmarans *et al.*, 2002). Cette émission serait réglée selon l'éthologie de l'hôte définitif pour une transmission optimale (Theron, 1984).

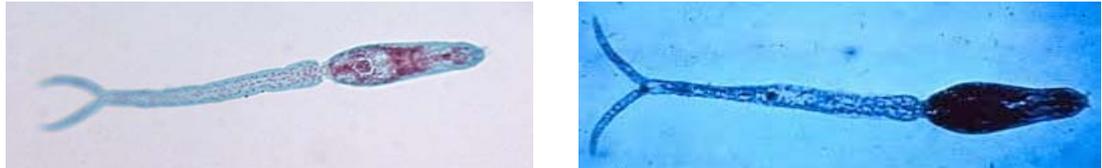


Figure I.33 : Furcocercaires.

Source : Anonyme, 2014.

I.3.5.3 Schistosome adulte

La rencontre cercaire-hôte définitif permet à la larve de s'attacher à la peau de l'hôte grâce à sa ventouse buccale pour déclencher le mécanisme de l'invasion qui se fait en deux temps : mécanique (mouvements de sa queue) et chimique (libération des protéases) (Linder, 1990 ; Salter *et al.*, 2000). Ce mécanisme se termine par une pénétration du corps et la perte de la queue qui peut être précoce ou tardive (Whitfield *et al.*, 2003).

Après la pénétration de la cercaire, elle se transforme en schistosomule, qui migre suivant un mode et une vitesse spécifiques à chaque espèce jusqu'à une veinule où elle gagne le cœur et les poumons (Wang *et al.*, 2005). A ce stade, elle regagne le cœur après des transformations puis la circulation générale. Seules les schistosomules qui atteignent le plexus veineux hépatique pourront mûrir et devenir des schistosomes adultes (Figure I.34).

Après cela, des couples se forment à ce niveau et il s'en suivra une maturation des femelles puis une migration des couples vers le lieu de ponte. Ce lieu varie selon l'espèce et détermine le mode d'excrétion des œufs par l'hôte définitif. Donc, le schistosome est un plathelminthe gonochorique. Son corps aplati, allongé est couvert des petites épines. Il porte des ventouses qui jouent le rôle d'organe de

fixation. Les vers adultes sont hémato-phages (2 mm^3 soit $0,002 \text{ ml}$ du sang/jour) et vivent dans les vaisseaux sanguins. Le mâle mesure 9 à 20 mm de long sur 1 à 2 mm de large. Leur corps est recouvert de petits tubercules tégumentaires, probablement à fonction sensorielle. Ils sont cylindriques au niveau de leurs tiers antérieurs. Le reste du corps est aplati et les bords latéraux repliés ventralement en gouttière pour délimiter le canal gynécophore où loge la femelle.

La femelle mesure environ 20 mm de long et sa largeur augmente régulièrement d'avant en arrière (de 0,1 mm en avant à 0,2 mm en arrière). Elle possède une forme cylindrique et filiforme et présente aussi de petits tubercules à l'extrémité postérieure de leurs corps. La femelle reste toujours placée dans le canal gynécophore du mâle et ne le quitte qu'au moment de la ponte.

Il existe dans les deux sexes une ventouse orale située à l'extrémité antérieure du corps et une ventouse ventrale épineuse qui leur permettent de s'adhérer aux parois des vaisseaux. La ventouse orale s'ouvre dans l'œsophage et permet au schistosome de sucer du sang. Les organes génitaux mâles et femelles sont situés face à face et permettent ainsi une copulation quasi permanente (Gentilini *et al.* 1993).

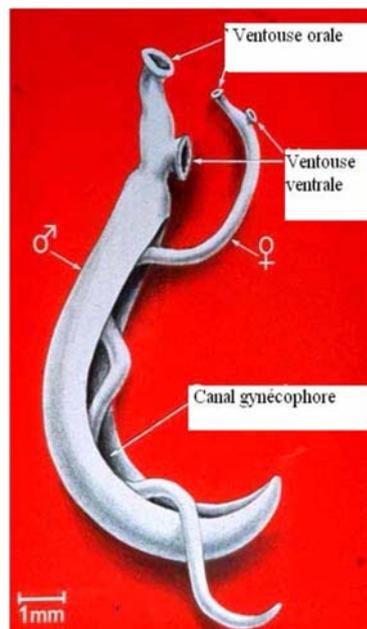


Figure I.34 : Adultes (♂ et ♀) des schistosomes.

Source : Senghor, 2010.

I.3.6 Cycle évolutif du parasite

Le cycle évolutif d'un parasite est la suite des transformations se déroulant dans un ordre précis qu'un parasite subit pour passer d'une génération à l'autre avec ou sans passage par le milieu extérieur (Luamba et Kayumba, 1997).

Le cycle biologique est le même pour tous les schistosomes. Seuls, les hôtes intermédiaires et définitifs changent. Le cycle évolutif de schistosome nécessite la présence d'un mollusque gastéropode dulçaquicole spécifique comme hôte intermédiaire chez lequel se réalise la multiplication asexuée, avant d'atteindre l'homme ou divers mammifères hôtes définitifs qui abritent les vers adultes à reproduction sexuée (Figure I.35) (Zongo, 2010).

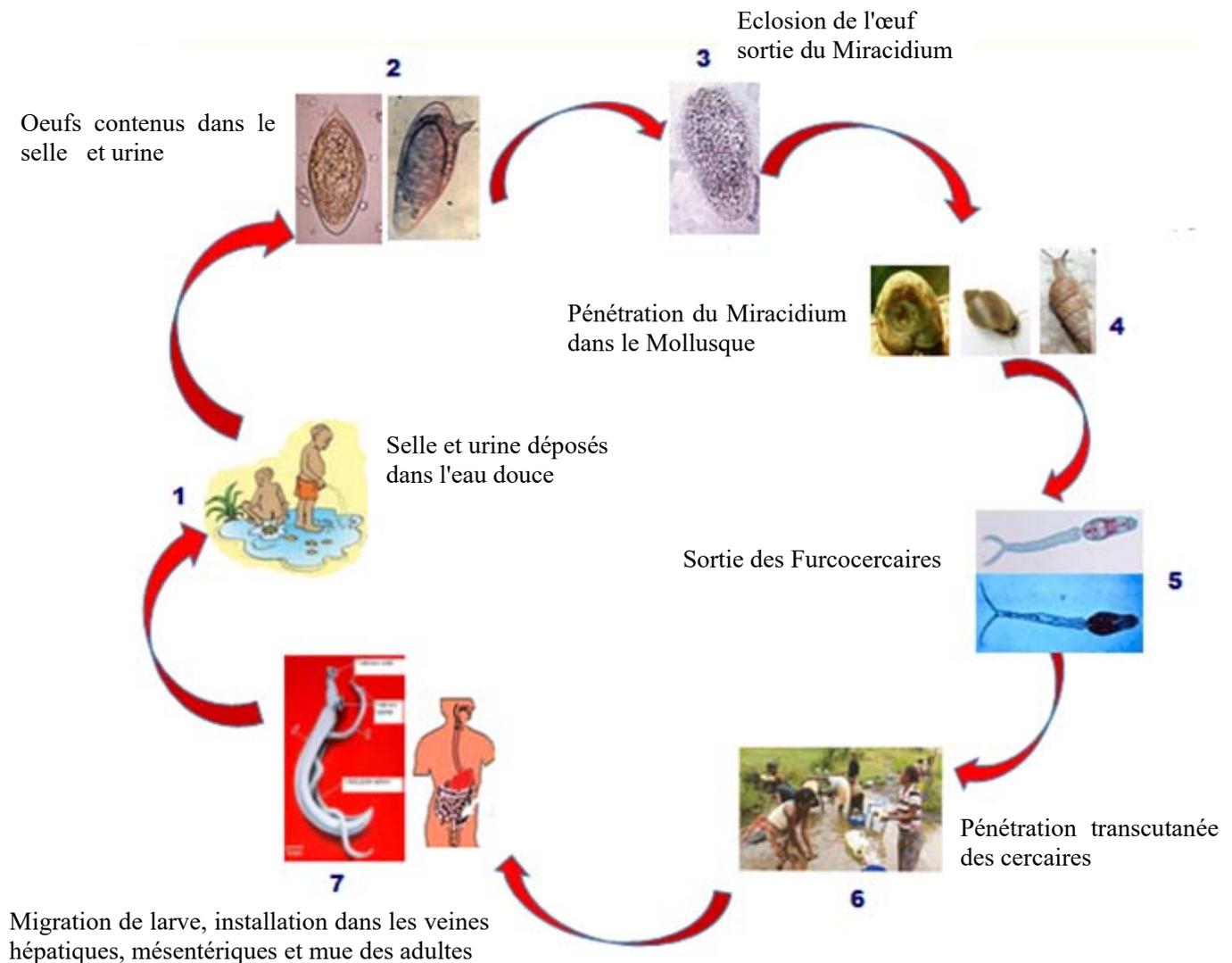


Figure I.35 : Cycle évolutif des Schistosomes chez l'Homme et le Mollusque.

Source : Fisher, 1934 (adaptation par Luamba, 2016).

Ce cycle est caractérisé par deux formes de dispersion du parasite, l'une assurant le passage de l'hôte définitif à l'hôte intermédiaire, l'autre responsable du passage de l'hôte intermédiaire à l'hôte définitif. La durée du cycle chez *Schistosoma haematobium* et *S. japonicum* est de trois mois environ et celui de *S. mansoni* est d'environ 45 jours (Zongo, 2010).

I.3.6.1 Chez le mollusque : hôte intermédiaire

Les œufs embryonnés rejetés avec les selles ou urines dans l'eau, milieu de prédilection, rencontrent les conditions favorables pour leurs éclosions. Chaque œuf libère une larve ciliée, le miracidium, qui exige une chaleur suffisante, une lumière et une température optimale de 28°C pour son éclosion. La rupture de la coque est due surtout à l'absorption d'eau. Toutefois, elle peut éclater sous l'action des enzymes produites par l'action de l'énergie photonique (OMS, 1957).

Le miracidium nage à la recherche du mollusque. Lorsque le miracidium arrive à proximité du mollusque réceptif, ses mouvements deviennent plus rapides et moins réguliers. Il se fixe sur le mollusque et y pénètre grâce à l'action d'une enzyme protéolytique. Le miracidium pénètre rapidement pour éviter sa mort et cela au bout de 16 à 48 heures (OMS, 1957).

Le miracidium à l'intérieur du mollusque perd ses cils, se transforme en sporocyste primaire par bourgeonnement, engendre des sporocystes fils qui gagnent l'hépatopancréas, et forme des cercaires qui sont souvent des furcocercaires (le furcocercaire possède une queue bifide).

L'émergence des furcocercaires hors du mollusque est périodique. Dans la nature, elle s'effectue principalement sous l'influence de la lumière entre 9 et 14 heures. Les furcocercaires peuvent vivre pendant 24 à 72 heures dans le milieu extérieur et meurent si elles ne rencontrent pas l'hôte définitif convenable. Un seul miracidium peut produire jusqu'à 3 000 cercaires. Le nombre de cercaires émises par un mollusque au cours de sa vie peut dépasser 100 000 (Zongo, 2010).

I.3.6.2 Chez l'Homme : hôte définitif

L'Homme s'infecte par contact avec l'eau contenant des cercaires ou des furcocercaires, lesquelles se déplacent grâce aux battements de leur queue bifide. Les furcocercaires traversent le revêtement cutané de leur hôte définitif en 10 minutes à l'aide de leurs ventouses, épines antérieures et leur sécrétion (Fain, 1952). En 8 jours, ils atteignent par la circulation sanguine et lymphatique les veines du foie.

Les cercaires deviennent schistosomules et migrent jusqu'au système porte où ils deviennent adultes avant de gagner les plexus artério veineux abdominaux. Les mâles et les femelles vont s'accoupler de façon permanente. Après la fécondation, la femelle se sépare du mâle et pond plusieurs œufs embryonnés par jour qui seront éliminés par les selles (*Schistosoma mansoni*, *S. japonicum*, *S. mekongi*, *S. intercalatum*, *S. guineensis*) ou par les urines (*S. haematobium*) (Anonyme, 2014).

Si les œufs sont stoppés dans leur progression par les défenses de l'organisme ou s'ils sont pondus dans des organes (foie et poumon), il n'y a pas d'évolution et ils sont calcifiés (l'impasse parasitaire) en coupe histologique. Les blessures des parois vésicales ou intestinales par l'éperon latéral ou terminal provoquent l'hématurie ou la dysenterie (Boue et Chaton, 1968).

I.3.7 Principaux caractères distinctifs des schistosomes humains

Les principaux caractères distinctifs des schistosomes humains sont présentés dans le tableau I.1 ci-dessous.

Tableau I.1 : Caractères distinctifs des schistosomes humains.

Espèces	Localisation des parasites	Voie d'élimination des œufs	Œufs par jour	Forme des œufs	Prélèvements pour diagnostic direct	Répartition	Hôte intermédiaire
<i>S. haematobium</i>	Plexus veineux urogénital et/ou rectal	Vessie	20 à 200	Ovale à éperon terminal 150/60 µm.	Urine, biopsies vésicales et rectales	Afrique	<i>Bulinus</i>
<i>S. mansoni</i>	Veine mésentérique inférieure	Colon	100 à 300	Ovale à éperon latéral 140/60 µm.	Selles, biopsies rectales	Afrique, Amérique, Asie	<i>Biomphalaria</i>
<i>S. japonicum</i>	Veine mésentérique supérieure	Intestin grêle	500 à 3500	Arrondi à éperon latéral peu visible 70/50 µm.	Selles	Asie	<i>Oncomelania</i>
<i>S. mekongi</i>	Veine mésentérique supérieure	Intestin grêle	Inconnu	Arrondi à éperon latéral peu visible 60/40 µm.	Selles	Asie	<i>Tricula</i>
<i>S. intercalatum</i>	Plexus veineux péri rectal	Rectum	Inconnu	Ovale à éperon terminal 200/65 µm.	Selles, biopsies rectales	Afrique	<i>Bulinus</i>
<i>S. guineensis</i>	Plexus veineux périrectal	Rectum	Inconnu	Ovale à éperon terminal 200/65 µm.	Selles, biopsies rectales	Afrique Equatoriale, sauf RDC	<i>Bulinus</i>

Source : Anonyme, 2014.

I.4 GENERALITES SUR LES SCHISTOSOMIASES HUMAINES

I.4.1 Aperçu historique

L'Egypte, plus spécialement le Haut Nil et la région des grands lacs africains, sont considérés comme les foyers originels de la schistosomiase urinaire. L'existence d'un symptôme remarquable, **l'hématurie**, avait conduit les médecins égyptiens de l'époque des pharaons à individualiser et à dessiner sur des papyrus (papyrus d'Ebers et de Berlin datant du Nouvel Empire, 1570 à 1070 avant notre ère), des hiéroglyphes décrivant ce signe clinique ou tout au moins une maladie de la vessie et de la verge (phallus associé à un écoulement) (Ferandel, 2001).

Cette maladie appelée bilharziose urogénitale, regroupe diverses affections génitales telle la gonococcie déjà fréquente à cette époque. Les médecins égyptiens ne décrivaient que les symptômes confondus avec les maladies (Schmitz, 1995). L'hématurie semble avoir été connue déjà en Mésopotamie.

L'hématurie et sa fréquence en Egypte furent plus tard notées par les médecins arabes, en particulier Avicenne (980-1037). Ces mêmes médecins avaient retrouvé cette hématurie chez les conducteurs de caravanes parcourant l'Afrique du Nord ou allant chercher des esclaves en Afrique tropicale, et chez les populations noires de la boucle du Niger, les marchands esclavagistes arabes et plus tard en Europe. On évitait d'acheter des esclaves présentant « des pissements de sang » (Gentilini *et al.*, 1993).

Larrey, lors de la campagne d'Egypte de Bonaparte, nota la fréquence d'hématurie parmi les soldats (Ferandel, 2001). Le médecin pathologiste allemand Théodore Bilharz exerçant à l'hôpital Kasr el aini au Caire, décrit pour la 1^{ère} fois les vers parasites responsables de cette hématurie, vers qu'il avait découvert dans les veines mésentériques en 1852 (Sorgho, 2006).

Weiland, en 1858 nomme le parasite *Schistosoma haematobium* et la même année Cobbold crée l'espèce *Bilharzia* en l'honneur de Bilharz. Firket a observé pour la première fois la présence des schistosomiasés en Afrique Centrale parmi un contingent de soldats congolais venus en Belgique à l'occasion de l'exposition universelle de 1897 (Mayaka, 2001).

En 1903, les deux principales espèces parasites de l'homme sont différenciées par Manson. Sambon (1907) confirme l'hypothèse et dénomme le 2^e trématode *Schistosoma mansoni*.

Leiper en 1915 incrimine le Bulin comme hôte-intermédiaire du parasite. Un an plus tard, le cycle sera connu (Ferandel 2001). A la même époque, Ruffer en 1915 prouve pour la première fois l'existence de la schistosomiase urinaire en Egypte ancienne, en découvrant des œufs de schistosome dans le tissu rénal de 2 momies de la 20^{ème} dynastie.

Avec la présence d'œufs du parasite dans les viscères, de calcifications vésicales à la radiographie, l'examen paléontologique des momies prouve que la schistosomiase urinaire est une très vieille maladie. Le plus ancien cas ainsi identifié a longtemps été celui d'un jeune tisserand, Nakht, qui vécut à Thèbes aux alentours de 1200 av. J-C (Gentilini *et al.*, 1993).

Les techniques biologiques plus fines (détection de l'antigène anodique circulant) ont permis d'identifier, grâce à un prélèvement de la jambe, une bilharziose bien plus ancienne chez une momie datée de 3200 av. J-C ; celui d'un adolescent de l'époque prédynastique tardive, doté du matricule BM32753. Il est devenu le plus ancien cas connu d'infestation humaine par *S. haematobium* (Deelder *et al.*, 1990).

La schistosomiase à *Schistosoma haematobium* est la forme la plus répandue en Afrique. En 1904, Fujiro Katsurada découvre *Schistosoma japonicum* au Japon. En 1923, la schistosomiase à *Schistosoma mansoni* est signalée au Congo Belge par Duren à la mission catholique de Lemfu (Schwetz, 1957). La

schistosomiase à *Schistosoma intercalatum* a été découverte par Fisher au Congo Belge en 1934 à Yakusu, localité située à 25 Km de Kisangani (Bompela, 1979). L'agent pathogène de la schistosomiase à *Schistosoma mekongi* fut isolé au Laos en 1978. La schistosomiase à *S. guineensis* a été signalée en 2003 (Pages *et al.*, 2003).

I.4.2 Facteurs favorisant la transmission

L'un des facteurs important qui régit l'efficacité de la transmission des schistosomiasés est le rapport homme-mollusque, rapport relativement simple : l'homme va à la rencontre du mollusque ; tandis que le mollusque focalise l'affection suite aux activités (la lessive, l'arrosage, la baignade, la vaisselle, etc.) de l'homme dans la rivière infestée. Le danger de transmission du parasite à l'homme reste potentiel et permanent (Chabasse, 2007).

L'eau constitue un facteur principal dans la chaîne épidémiologique des schistosomiasés : éclosion des œufs, développement des larves chez les hôtes intermédiaires, dissémination des cercaires et contamination de l'homme.

Les schistosomiasés humaines se contractent par l'immersion totale, ou partielle, du corps dans une eau contenant des cercaires des schistosomes. Certains facteurs sont susceptibles de favoriser l'infestation selon Anonyme, 2014 :

- l'âge : enfants par les jeux et les baignades dans les ruisseaux et les rivières.
- le sexe : souvent les femmes suite à la « corvée » d'eau et les activités ménagères (lessive, besoin alimentaire,...).
- la profession : les cultivateurs, les pêcheurs en eau douce, les riziculteurs, les ouvriers d'entretien des canaux d'irrigations sont les plus exposés.
- la religion : obligation religieuse des ablutions journalières pour les musulmans et le baptême par immersion pour les chrétiens dans les rivières infestées par les cercaires des schistosomes.
- la mise en valeur des ressources hydrauliques : barrages, canaux d'irrigation permanents ayant pour but d'étendre l'agriculture à de nouvelles terres, favorisent la pullulation des mollusques hôtes intermédiaires.
- sous-développement et son corollaire : absence d'hygiène fécale et urinaire.

I.4.3 Répartition géographique des schistosomiasés humaines dans le monde

L'homme est la seule victime pour la schistosomiasé à *Schistosoma haematobium* et la schistosomiasé à *S. intercalatum* tandis que les quatre autres sont des zoonoses (Aubry et Gauzere, 2018). Bien que plusieurs cas soient signalés chez quelques immigrants en Corse, les schistosomiasés sévissent à l'état endémique dans trois continents (Afrique, Asie et Amérique).

Les six formes des schistosomiasés humaines connues actuellement sont :

1. Schistosomiasé à *Schistosoma mansoni* Plus répandue dans le monde. La maladie touche 55 pays, dont la péninsule d'Arabie, l'Égypte, la Libye, le Soudan, la plupart des pays de l'Afrique subsaharienne. Son extension est très importante en Afrique tropicale. On la retrouve sur la côte est de Madagascar. La seule schistosomiasé américaine touchant les Antilles et l'Amérique du Sud où elle fut importée.
2. Schistosomiasé à *S. haematobium* Placée sur le plan mondial en deuxième position après la schistosomiasé à *S. mansoni* car la maladie est endémique dans 53 pays. C'est la forme de la schistosomiasé la plus répandue en Afrique. Elle touche également le Proche et le Moyen-Orient.
3. Schistosomiasé à *S. japonicum* Maladie endémique en Chine, en Indonésie, à Taïwan, aux Célèbes (Sulawesi), aux Philippines et en Thaïlande. La schistosomiasé à *S. japonicum* est strictement asiatique. Eradiquée au Japon, elle garde de ce pays que son nom (Anonyme 2014).
4. Schistosomiasé à *S. guineensis* Maladie long temps confondu avec la schistosomiasé à *S. intercalatum*. Son agent pathogène a été mis en évidence grâce à la biologie moléculaire par Pages et Kane. Elle sévit en République Centrafricaine, République du Congo, Guinée Equatoriale, Cameroun, Gabon, Nigéria, Angola, Tchad et Sao Tomé et Principe. (Anonyme, 2014)
5. Schistosomiasé à *S. mekongi* Maladie strictement asiatique rencontrée au Cambodge, aux confins du Laos, en Malaisie et en Thaïlande.
6. Schistosomiasé à *S. intercalatum* Maladie endémique dans un seul pays, la RD Congo.

Source : Anonyme, 2016

La figure I.36 ci-dessous montre la répartition géographique des schistosomiasés humaines dans les cinq continents.

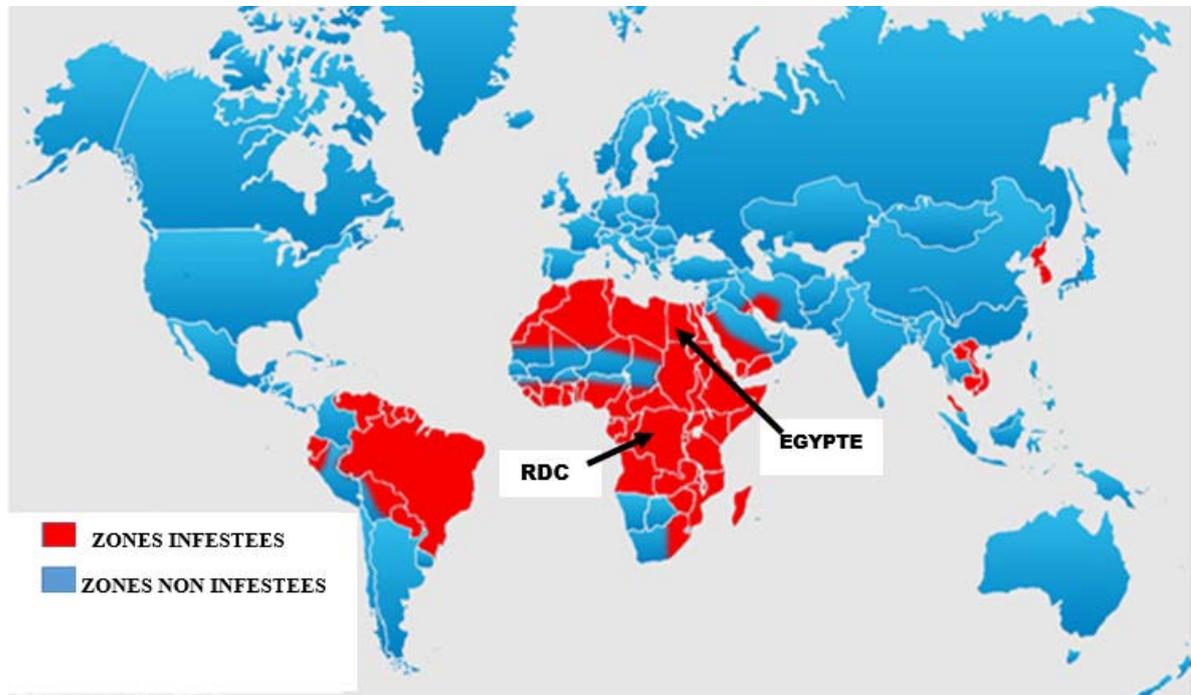


Figure I.36 : Carte de la répartition des schistosomiasés humaines dans le monde.

Source : [https://www.google.com/search?La répartition géographique des Schistosomes](https://www.google.com/search?La+répartition+géographique+des+Schistosomes).

I.4.3.1 Répartition géographique des schistosomiasés humaines en RD Congo

Les schistosomiasés humaines sont endémiques en RD Congo (Figure I.37). Elles comprennent :

- la schistosomiase à *Schistosoma mansoni*
- la schistosomiase à *S. haematobium* et
- la schistosomiase à *S. intercalatum*

La figure I.37 représente la prévalence des schistosomiasés dans les zones de santé de la RDC excepté celles : Kampemba, Kamina base, Kayamba et Mutshatsha.

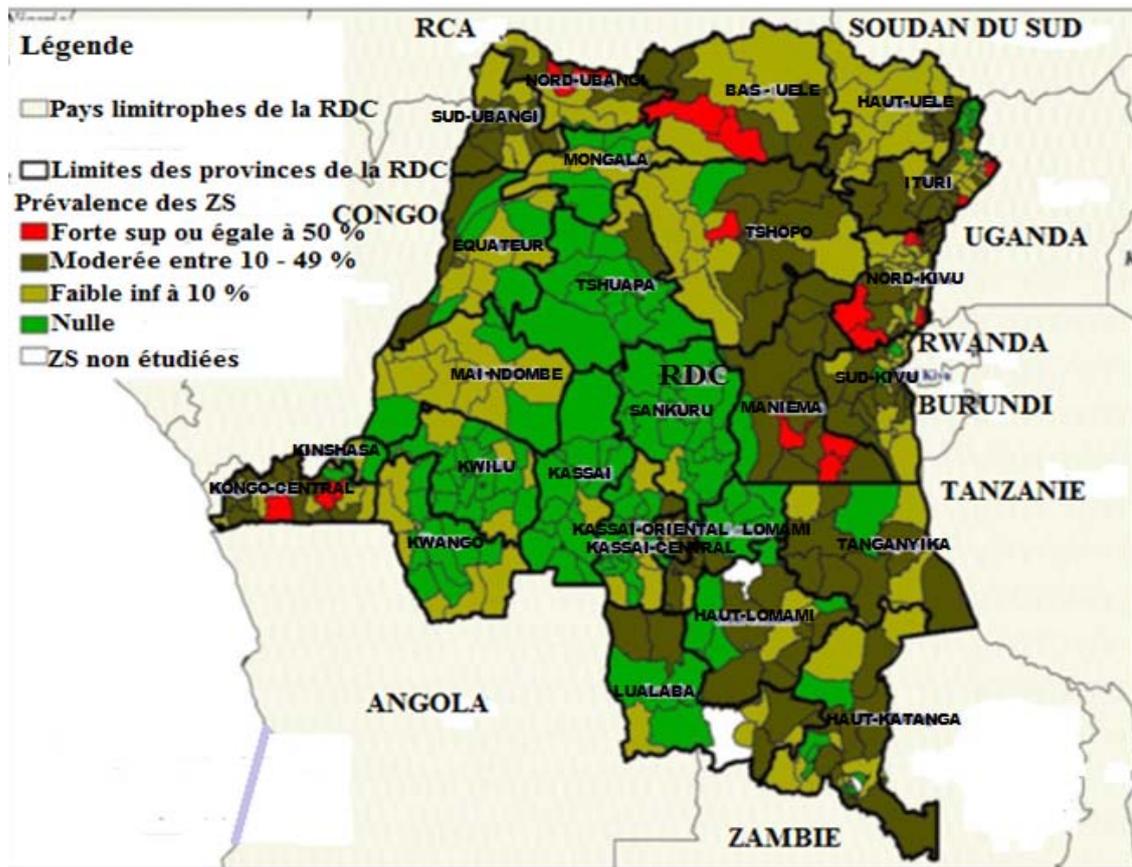


Figure I.37 : Carte de distribution des schistosomiasis humaines en RD Congo.

Source : Anonyme 2016.

I.4.4 Symptômes des schistosomiasis

Les symptômes développés pendant les schistosomiasis comprennent trois phases correspondantes aux différents stades évolutifs du parasite chez l'homme.

I.4.4.1 Phase initiale de contamination ou d'infection cercarienne.

Cette phase correspond à la traversée cutanée des cercaires et à leur migration dans le tégument. Elle se manifeste par une dermatite au niveau de la pénétration transcutanée des furcocercaires et par des plaques érythémateuses et prurigineuses qui disparaissent en quelques jours. Ces réactions dermiques, sont plus modérées chez la plupart des espèces des schistosomes et disparaissent avec la répétition des infections. Sauf pour le *Schistosoma japonicum* et le *S. mekongi*, avec un début brutal de l'apparition d'œdème et de syndrome grippal (OMS, 1985).

I.4.4.2 Phase d'invasion ou toxémique ou aigue

Cette phase débute de 2 à 6 semaines après la pénétration du parasite dans l'organisme. Elle est liée à la migration des schistosomules et leur transformation en vers adultes (Anonyme, 2012). Pendant cette phase, les jeunes parasites ont un métabolisme important et libèrent des substances antigéniques responsables des signes cliniques de cette phase.

Les symptômes peuvent être inapparents souvent avec *Schistosoma intercalatum*. Le symptôme le plus constant est la fièvre accompagnée de frissons, de crises sudorales, faisant évoquer un paludisme ou une virose. Elle s'accompagne souvent de céphalées, myalgies, hépatomégalie et d'œdèmes périphériques. Les manifestations pulmonaires ou intestinales sont plus rares (OMS, 1985).

I.4.4.3 Phase d'état

Elle survient 1 à 2 mois après la contamination. Des signes secondaires apparaissent quand les vers adultes pondent des œufs, dont les symptômes varient selon la localisation des vers. La ponte et l'extériorisation des œufs par traversée tissulaire provoquent une réaction inflammatoire des parois de la vessie. Ce qui entraîne des hémorragies d'où des hématuries et des douleurs à la miction. L'examen microscopique permet de déceler des œufs dans les urines pour *Schistosoma haematobium* (OMS, 1985).

Cette phase s'accompagne également de signes d'irritation vésicale telle que la pollakiurie, des douleurs mictionnelles pénibles irradiant vers les bourses et le périnée. Des crises de cystites et de coliques néphrétiques peuvent aussi faire évoquer un diagnostic de la schistosomiase urinaire (Chabasse, 2007).

Le sujet se plaint d'une fatigabilité anormale, d'un amaigrissement ou d'une anémie qui, souvent, témoigne alors d'une surinfection des lésions vésicales. Ce tableau clinique peut durer des années, et tout au long de cette évolution, le malade demeure sous la menace des complications (Golvan, 1983).

Les Trématodes sanguins rectaux (*Schistosoma mansoni*, *S. japonicum*, *S. intercalatum*, *S. mekongi* et *S. guinensis*) se concentrent respectivement dans les vaisseaux sanguins du gros intestin et du foie et sont transportés jusqu'au foie via les veines portes ou ils provoquent une inflammation et une dilatation de l'organe.

En raison de l'obstruction de la circulation sanguine hépatique, il apparaît une distension des veines, surtout celles de l'œsophage (varices œsophagiens). Il arrive fréquemment que ces veines rompent, provoquant ainsi de graves hémorragies. Ils se manifestent par des douleurs abdominales, une hypertension dans les vaisseaux sanguins de l'abdomen, une dysenterie, des ballonnements, des hémorroïdes et très souvent une hépatomégalie (Gentilini *et al.*, 1993).

I.4.5 Complications

Les complications apparaissent tardivement. Elles sont dues aux œufs migrant dans les tissus et piégés par réaction inflammatoire. Il s'agit notamment de la formation de granulomes. C'est une formation histologique entravant le fonctionnement tissulaire et tout le système urinaire peut être atteint : fistule urétrale, sténose et dilatations urétrales, urétérohydronéphrose, surinfection (cystite, pyélonéphrite, polynéphrose etc.), lithiase vésicale, glomérulonéphrite, épидидymites, ulcération vaginales, avortement et stérilité féminine, ainsi que des complications hépatiques.

La complication majeure de la schistosomiase uro-génitale est le cancer de la vessie, surtout sur la paroi postérieure qui présente un aspect verruqueux ou souvent nodulaire. Les appareils génitaux peuvent être touchés (urétrite, épидидymite, spermatocystite, prostatite, salpingite, endométrite, vaginite, cervicométrite) entraînant une impuissance sexuelle ou une stérilité (Chabasse, 2007).

Schistosoma mansoni provoque hépatomégalie, hypertension portale, cirrhoses (30 %), complications spléniques, cardiaques et le décès du malade par insuffisance hépatique. *S. japonicum* est responsable chez l'homme des

complications cutanées, hépatiques, spléniques, cardiaques et pulmonaires ces complications apparaissent rapidement.

I.4.6 Diagnostic

Pour diagnostiquer les schistosomiasés on doit tenir compte des organes atteints. En effet s'il s'agit de :

- la schistosomiase urinaire : on utilise la technique des sédimentations (*S. haematobium*).
- la schistosomiase intestinale : on met en évidence les œufs dans des échantillons fécaux, par sédimentation ou à l'aide d'une feuille de cellophane enduite de glycérine ou entre deux lames de verre.

Trois processus sont nécessaires pour poser le diagnostic de la schistosomiase, à savoir :

- diagnostic biologique,
- examens endoscopiques,
- examens radiologiques et sonographiques.

I.4.6.1 Diagnostic biologique

Le diagnostic biologique des schistosomiasés repose sur l'identification des œufs dans :

- **les urines** : après concentration par sédimentation simple, centrifugation ou filtration.
- **les selles** : par examen des selles à frais (frottis simple), par la technique de Kato-Katz, ou par la méthode de Ritchie.
- **la biopsie rectale** : après prélèvement sous rectoscopie.
- les biopsies de diverses provenances (biopsie hépatique ou vésicale).
- les autres liquides biologiques (crachats, sécrétions vaginales, sperme, liquide céphalo rachidien).

Le diagnostic immunologique consiste à objectiver la présence d'antigènes schistosomiens, des modifications immunologiques non spécifiques ou encore des réactions spécifiques d'immunité hormonale (anticorps) ou cellulaire.

Les différents tests sérologiques sont utilisés : l'immunofluorescence, l'immunoélectrophorèse, l'hémagglutination passive, le R.I.A. (Radio Immuno Assays) et surtout l'ELISA (Enzyme, Linked Immuno Sorbent Assay) qui atteint un degré élevé de sensibilité et de spécificité à condition d'utiliser l'antigène approprié (Utzinger *et al.*, 2019).

Les titrages d'anticorps ne conviennent pas, selon l'OMS (2019), pour le diagnostic de l'infection évolutive dans les zones d'endémie, ni pour le suivi de la chimiothérapie. Par contre, le diagnostic fondé sur la détection des antigènes, reflète directement la charge parasitaire et fournit donc des données quantitatives.

A ce sujet, les tests les plus étudiés et les plus largement évalués, sont ceux qui reposent sur la détection des deux antigènes circulants : le AAC (l'Antigène, Anodique, Circulant) et le ACC (Antigène, Cathodique, Circulant). De nombreuses études ont maintenant confirmé le fait que la mesure d'AAC sérique constitue actuellement le marqueur le plus direct et le plus fiable de la charge en vers (Vandam *et al.*, 2004).

L'utilisation des tests sérologiques est jugée assez décevante en régions endémiques, pour certains auteurs, si on les compare aux données parasitologiques. Des chercheurs français ont montré la possibilité d'utiliser une méthode basée sur la mesure du taux d'histamine libérée par l'homme en réponse à l'infection, et selon les différents degrés d'exposition (Anonyme, 2014).

D'autres diagnostics biologiques permettent de révéler :

- une hyper éosinophilie ;
- des tests hépatiques peu troublés des transaminases normaux ;
- des taux bas d'albumines et augmentés de gammaglobulines (électrophorèse) ;
- des phosphatases alcalines et l'alpha-foeto-protéine modérément augmentés(en cas de l'atteinte hépatique franche) ;
- une possible hématurie, albuminurie ou pyurie.

I.4.6.2 Examens endoscopiques

L'examen endoscopie fait recours à la rectosigmoïdoscopie ou à la cystoscopie. Le matériel à prélever sert pour des examens parasitologiques et histopathologiques.

I.4.6.3 Examens radiologiques et sonographiques

Les manifestations ou complications de la schistosomiase peuvent être objectivées par des examens radiologiques (radiographie de l'abdomen à blanc, urographie intraveineuse, urographie rétrograde voire radiographie du thorax) ainsi que l'échographie (Mayaka, 2001).

I.4.7 Traitement de la schistosomiase

Les schistosomiasis humaines peuvent être traitées de deux façons : la **prophylaxie** et la **thérapie curative**.

I.4.7.1 Prophylaxie

La lutte contre la maladie impose une stratégie globale comprenant la lutte contre les mollusques gastéropodes dulcicoles, l'élimination appropriée ou adéquate des excréta humains et l'éducation sanitaire. La vaccination est l'un des moyens efficaces de la lutte préventive contre les maladies, et dans le cadre d'éviter la recontamination à la schistosomiase urinaire. Ainsi, le Bilhvax est un vaccin, en essai clinique de phase III, que les chercheurs de l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale et de l'Espoir pour la Santé ont mis au point, contre la schistosomiase à *Schistosoma haematobium*. Une étape décisive est en passe d'être franchie (www.ndarinfo.com › Saint-Louis-Bilharziose-le-Bilhvax-teste....).

Le Bilhvax (en phase III) vient d'être testé à grande échelle sur des enfants de la région de Saint-Louis au Sénégal. Les premiers résultats sont encourageants (bonne tolérance) mais demandent à être améliorés. Le coup de génie réside à mettre au point un vaccin contraceptif pour les vers parasitaires « réduire la production des œufs de 90 % » (www.ndarinfo.com › Saint-Louis-Bilharziose-le-Bilhvax-teste....).

Le principe de ce vaccin est quelque peu atypique. C'est un vaccin thérapeutique. Il est administré aux sujets ayant déjà contracté la maladie, et vise à limiter ou juguler la pathologie liée à l'infection. Vaccin pédiatrique, il est destiné aux enfants de six à neuf ans.

La prophylaxie de masse repose sur :

- L'éducation sanitaire et les préventions de la contamination des plans d'eau par les matières fécales et les urines. La protection des individus contre les eaux parasitées en zone d'endémie se heurte à des habitudes ancestrales et à des impératifs de la vie quotidienne. Elle demeure fonction de l'amélioration du niveau de vie. De plus, les énormes déplacements de populations humaines, qui s'observent plus particulièrement dans le monde défavorisé, rendent illusoire la prophylaxie de masse (Anonyme, 2014).
- La chimiothérapie des populations affectées : si le traitement médical est relativement efficace sur le plan individuel, il peut être généralisé. D'une part, les sujets traités vivant en zone d'endémie sont soumis à des réinfestations plus ou moins constantes, d'autre part l'existence d'un réservoir animal en limite l'intérêt dans la schistosomiase intestinale (Anonyme, 2014).
- L'utilisation de mollusques compétiteurs des hôtes intermédiaires (lutte biologique) a fait ses preuves dans certaines régions (au Brésil) mais reste aléatoire. Les programmes de lutte consistant à utiliser des prédateurs comme les canards (*Anatidae*) et les mollusques carnivores sont actuellement testée (Anonyme, 2014).

I.4.7.2 Lutte curative

Elle repose sur la prise des médicaments. En effet, une schistosomiase non traitée entraîne souvent le décès du malade. Jusqu'en 1982 aucun des médicaments utilisés n'était totalement efficace car tous présentaient des effets secondaires difficilement tolérés. Un nouveau médicament, le praziquantel, administré par voie

orale en prise unique ou en plusieurs prises le même jour, est efficace. Sa posologie est de 40 mg/kg en 1 à 2 prises en un jour, soit 4 comprimés de 600 mg chez l'adulte (Fallon *et al.*, 1995).

Pour la schistosomiase urinaire à *Schistosoma haematobium* et la schistosomiase intestinale à *S. mansoni*, la dose est de 60 mg/kg. Le praziquantel est très actif contre les formes des schistosomes ; il augmente la perméabilité des membranes cellulaires du parasite aux ions calcium provoquant ainsi sa lyse.

Ce médicament est bien toléré, les seuls incidents notés sont des vertiges, des céphalées et des douleurs abdominales. Il faut se méfier de quelques phénomènes d'ordre immunopathologique attribués à une lyse parasitaire. Cela est parfois observé dans les formes aiguës en phase de primo-infection et qui s'aggravent du fait du traitement (encéphalite, asthme, péricardite,...) justifiant une posologie progressive et une corticothérapie associée (Fallon *et al.*, 1995).

CHAPITRE II : MILIEU D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES

Dans ce chapitre, nous présentons le milieu d'étude, les matériels biologiques utilisés lors des investigations, ainsi que les méthodes et techniques utilisées.

II.1 MILIEU D'ETUDE

L'agglomération de Kimpese, milieu d'étude de notre dissertation doctorale est située :

- au Sud-Ouest de la RD Congo dans la province du Kongo Central, district de cataractes, territoire de Songololo à 5° 33' 46'' de latitude Sud et 14° 26' 46'' de longitude Est.
- C'est la plus grande agglomération du Territoire de Songololo traversée par la route nationale numéro 1, la ligne de chemin de fer Kinshasa-Matadi et le pipeline du SEP Congo.
- Elle est située à 11 km de Lukala, 55 km de Mbanza-Ngungu, 122 km de Matadi, chef-lieu de la province et 220 km de la capitale Kinshasa.

II.1.1 Situation administrative de Kimpese

II.1.1.1 Création

Le nom « Kimpese » aurait comme origine le nom de la première personne qui avait construit dans ce milieu. Il s'appelait Ne Kimpese et sa résidence était construite dans l'actuel quartier I (Révolution). Dans le temps, Kimpese était un centre d'élevage.

La cité de Kimpese a été créée par l'ordonnance-loi n°87-232 du 29 Juillet 1987. Elle est, depuis plus de deux décennies, élevée au rang de secteur pour faire partie du territoire de Songololo qui compte 5 secteurs à savoir : Kimpese, Wombo, Luima, Bamboma et Mpalabala.

Selon le décret du 13 Juin 2013, Kimpese sera devenue une ville appelée, la ville de Bangu divisée en trois communes à savoir : la commune de Bangu, la commune de Vampa, la commune de Lukala.

Cette ville serait dirigée par une maire de la ville et les communes seront dirigées par les bourgmestres des communes. Ce statut n'est pas maintenu lors de la réforme administrative mise en place en 2015. L'agglomération de Kimpese est représentée par l'administrateur adjoint du territoire de Songololo.

Elle est subdivisée en 4 quartiers : Révolution, Onatra, Kimbala et IME. Qui serait plus tard appelés respectivement Quartier I, Quartier II, Quartier III et Quartier IV (Anonyme, 2020).

II.1.2 Situation Démographique

La population de Kimpese s'élève actuellement à 133 649 habitants. Elle est majoritairement dominée par les tribus Nianga et Ndibu. On retrouve également des Angolais et d'autres expatriés. Il connaît une expansion démographique à cause de sa position géographique.

Kimpese est située presqu'au milieu des grandes bretelles routières qui aboutissent respectivement à Kinshasa (capitale nationale), Matadi (la ville portuaire et chef-lieu de la province du Kongo Central), le Territoire de Luozi, la Province de Uíge et le Territoire de Makela en Angola.

Tableau II.1 : Population de Kimpese selon le quartier, l'origine, l'âge et le sexe.

La répartition de la population de Kimpese selon le quartier, l'origine, l'âge et le sexe est contenue dans le tableau II.1.

Quartier	Nationalité	Adulte (18 ans ou plus)		Enfant (0-17 ans)		Total général
		Homme	Femme	Garçon	Fille	
Révolution	Congolaise	9 331	1 004	11 579	15 611	37 525
	Etrangère	7	3	2	2	14
Onatra	Congolaise	4 104	5 460	8 717	8 283	26 564
	Etrangère	155	139	153	200	647
Kimbala	Congolaise	9 139	10 829	6 382	7 161	33 511
	Etrangère	31	38	15	18	102
IME	Congolaise	8 043	8 594	9 358	9 074	35 069
	Etrangère	114	55	22	26	217
TOTAL						133649

Source : Anonyme, 2020.

II.1.3 Climat

L'agglomération de Kimpese se trouve dans une zone tropicale humide d'après la classification de Köppen ; elle appartient au type climatique AW4 (Goffaux, 1990). Selon Compere (1970), ce climat est influencé par sa proximité avec l'océan Atlantique et particulièrement par les vents alizés du Sud-Ouest et le courant marin froid de Benguela.

Pour caractériser le climat de Kimpese, les températures et les précipitations ont été recueillies à la station météorologique de Mvuazi antenne de Kimpese durant une période de 30 ans, soit de 1991 à 2021.

La saison sèche comprend deux phases :

- la grande saison sèche qui va de mi- mai à fin septembre et
- la petite saison sèche qui intervient entre mi- janvier et mi- février.

Dans une année il y a presque 132 jours de saison sèche marquée par les brouillards et le froid.

La saison pluvieuse comprend deux phases :

- la première phase débute presque à la fin de septembre jusqu'au 14 Janvier,
- la deuxième va de mi-février au mi- mai.

Les températures moyennes mensuelles (Figure II.1) oscillent entre 21,37°C en juillet et 27,04°C en mars. La température moyenne sur les 30 années a été de 26°C (voir Annexe I).

Les précipitations (Figure II.1) pour la période allant de 1991 à 2021, sont reprises à l'annexe I.

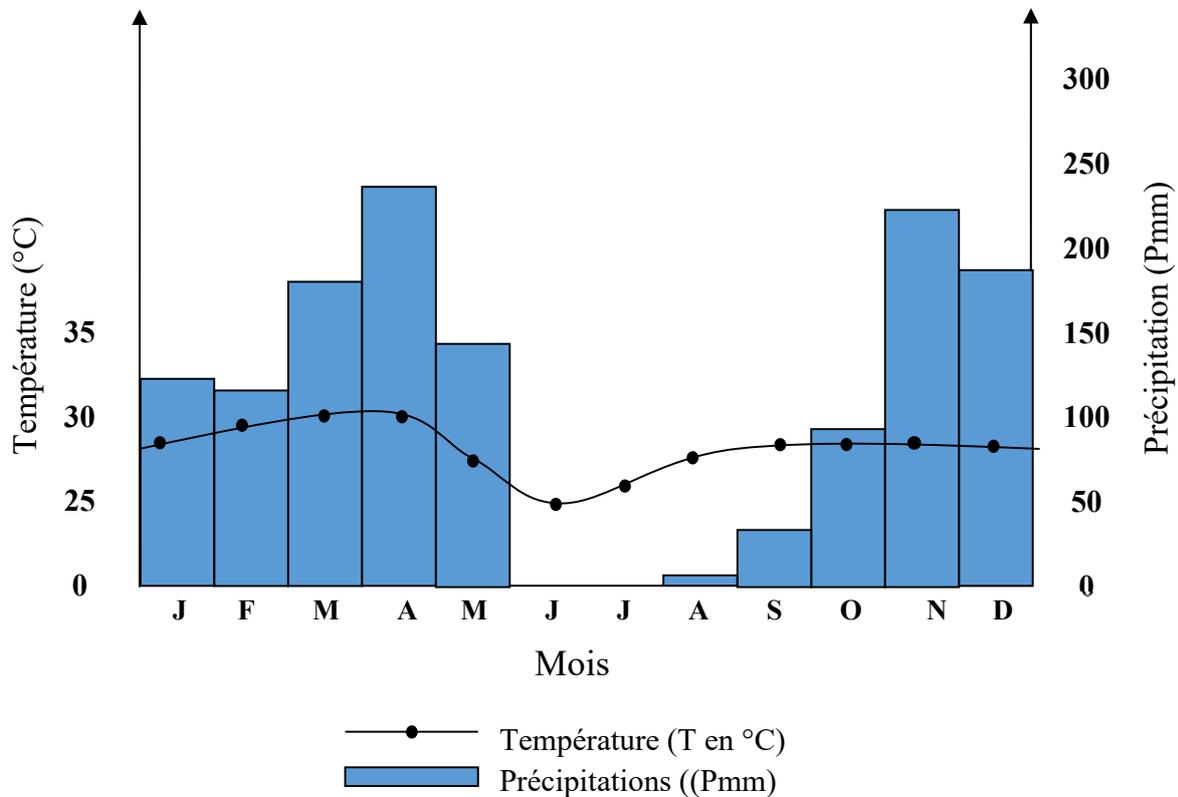


Figure II.1 : Diagramme ombrothermique de Kimpese (1991-2021).
Source : Archives de la station météorologique de Mvuazi antenne de Kimpese (2021)

II.1.4 Végétation

La végétation dominante dans la cité de Kimpese est la savane herbeuse composée de la famille de poaceae dont l'espèce phare est *Imperata cylindrica*. On y rencontre une petite forêt de galerie artificielle constituée d'*Acacia auriculiformis*. Sur les terrains schisto-calcaire et schisto-gréseux, le climat tropical soudanien confère à la végétation un faciès de savane herbeuse plus ou moins arbustive parsemée de lambeaux forestiers. Des galeries forestières, généralement peu étendues en largeur se développent le long des cours d'eau (Vankerschaver, 1983).

II.1.5 Sol

Le sol de la cité de Kimpese est généralement argileux. Les sols des collines sont recouverts d'une fraction considérable des galets (cailloux et quartzites) qui n'est pas favorable à l'agriculture. L'agriculture vivrière est pratiquée dans les vallées où coulent les rivières, car il y a des sols à texture Alluvionnaire et Sablo-argileux provoquée par des crues des rivières après des fortes pluies.

Concernant la pédologie, les terrains sont recouverts de sols ferra ortho types. Dans les vallées, il y a des sols à texture Alluvionnaire et Sablo-argileux provoquée par des crues des rivières après des fortes pluies.

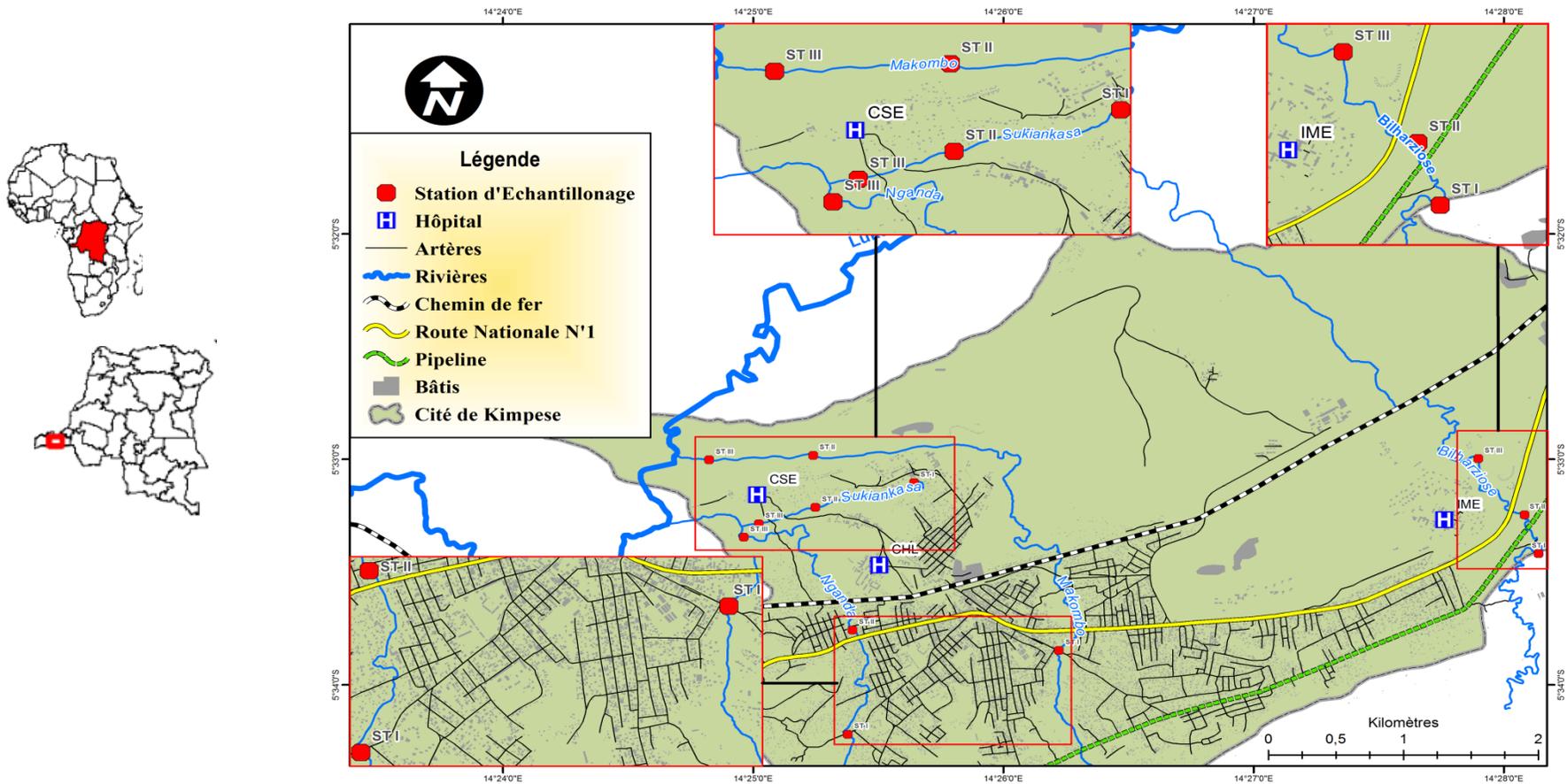
II.1.6 Hydrographie

L'agglomération de Kimpese est traversée par cinq rivières, Bilharziouse, Luvawu autrement appelé Madiadia, Makombo, Nganda, et Sukiankasa. Dans les vallées du plateau de Bangu coulent quatre rivières : Senzele, Sekelolo, Vampa et Lukunga. Toutes ces rivières constituent les affluents de la Lukunga. Parmi les neuf rivières, huit sont allogènes et une seule est locale (Sukiankasa).

II.1.7 Faciès lotiques étudiés

Dans le cadre de cette thèse, quatre rivières les plus fréquentées par la population de Kimpese ont fait l'objet des investigations : **Bilharziouse**, **Makombo**, **Nganda** et **Sukiankasa**. L'appartenance de Kimpese au type climatique AW4 de la classification de Köppen, accorde une certaine stabilité à ce réseau hydrographique, elle est due à l'alternance de deux saisons. La saison pluvieuse est intercalée par une petite saison sèche.

La figure II.2 montre les quatre rivières étudiées avec leurs douze stations d'échantillonnage, ainsi que les trois hôpitaux où les investigations parasitologiques ont été menées.



II.2 MATERIEL

Le matériel biologique est constitué de :

- 11995 mollusques gastéropodes récoltés dans les 4 rivières pendant les années 2019,2020 et 2021 ;
- 1216 échantillons de produits biologiques dont :
 - 608 échantillons d'urines et
 - 608 échantillons de selles des enquêtés.

II.3 METHODES

Pour réaliser cette thèse, la principale méthode utilisée était la méthode expérimentale. Elle s'est déroulée en plusieurs étapes :

- la prospection des rivières Bilharziose, Makombo, Nganda et Sukiankasa et leur sectionnement en stations,
- le prélèvement des paramètres hydrologiques et physico-chimiques de ces quatre rivières pendant les deux saisons des années 2020 à 2021,
- la caractérisation des substrats du fond des différentes stations,
- l'étude floristique des bassins versants des stations de 4 hydrosystèmes,
- l'étude de leurs faunes malacologiques et
- les analyses parasitologiques.

II.3.1 Prospection des quatre hydrosystèmes et leur sectionnement en stations

Les quatre rivières ont été retenues car elles traversent Kimpese et elles sont fréquentées par la population pour plusieurs activités : Bilharziose, Makombo, Nganda et Sukiankasa. Ces systèmes lotiques ont été sectionnés en stations : 3 stations par rivière soit au total 12 stations de 100 mètres de longueur.

Les coordonnées géographiques étaient prélevées avec le GPS (Global Positioning System) de marque Garmin map 62s (voir Annexe II). Les photos des stations d'échantillonnage sont signalées dans l'annexe III.

II.3.2 Paramètres hydrologiques

Les paramètres hydrologiques suivants ont été mesurés dans les stations : la largeur moyenne, la profondeur moyenne et la vitesse moyenne d'écoulement des eaux. Les mesures de la largeur moyenne du lit et de la profondeur moyenne de la colonne d'eau, ont été effectuées à chaque station à l'aide d'un mètre canne de 5 m (précision 0,1 cm) et d'une règle plate de 1m (précisions 0,1 cm).

La largeur moyenne a été obtenue à partir de la largeur prélevée à trois endroits différents de la station. Les prélèvements de la profondeur ont été faits à trois endroits : berge gauche, lit et berge droite, puis la moyenne des mesures de chaque station a été prise en considération. Une sonde de vitesse courantomètre sonde de 0,9 à 2 m de longueur de marque FP111 GLOBAL WATER (Annexe IV), a été utilisé pour déterminer la vitesse de l'eau de chaque station.

II.3.3 Mesures des paramètres physico-chimiques

Les paramètres physiques et chimiques prélevés dans les 12 stations de 4 hydrosystèmes sont :

II.3.3.1 Paramètres physiques

Trois paramètres physiques ont été mesurés :

- la température (en °C et la précision de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$),
- la turbidité (en UNT : Unité Néphélométrique de Turbidité) et
- la conductivité (en $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec la précision $\pm 2\%$)

Ces trois paramètres ont été mesurés in situ à l'aide des sondes multiparamètres de marques HANNA HI 991300, HANNA HI 9146 et OAKTON PC650. Les photos de ces appareils sont consignées dans l'annexe V.

II.3.3.2 Paramètres chimiques

Les 9 paramètres chimiques mesurés sont :

- le pH (précision $\pm 0,01$).
- l'oxygène dissous (O_2),
- le dioxyde de carbone (CO_2),
- le calcium (Ca^{2+}),
- le magnésium (Mg^{++}),
- les phosphates (PO_4^{3-}),
- le nitrate (NO_3^-),
- la Demande Chimique en Oxygène (DCO) et
- la Demande Biologique en Oxygène pendant 5 jours (DBO5) tous en mg/L.

L'oxygène dissous a été mesuré in situ à l'aide de la sonde Oxymètre ProOdo YSI. Les autres paramètres ont été dosés au laboratoire du Commissariat Général à l'Energie Atomique/Centre Régional d'Etudes Nucléaires de Kinshasa (C.G.E.A./CRENK) dans la Division de radioagronomie au Département de physique des sols et d'hydrologie. Le matériel et les modes opératoires utilisés sont à l'annexe VI.

Le dioxyde de carbone déterminé par titrimétrie grâce à un titrateur digital de marque HACH/16900 équipé des cartouches contenant de solutions titrantes correspondantes à l'élément ou à l'ion à doser.

Le calcium dosé avec le spectromètre de fluorescence X version énergie dispersive (ED-XRF), XEPOS III avec la méthode « FP-Water » du spectro Ametek. La teneur en magnésium, phosphates, nitrate et la Demande Chimique en Oxygène (DCO) déterminée à l'aide d'un spectrophotomètre (UV) de marque HACH DR/2400. La Demande Biologique en Oxygène (DBO5) déterminée après incubation pendant 5 jours dans une enceinte thermostatée à 20°C, à l'abri de la lumière et de l'air à l'aide d'un Oxymètre de marque ProODO YSI.

II.3.4 Nature des fonds des stations ou composition du substrat

La nature des fonds de chaque station d'étude de 4 rivières a été déterminée en se servant des échantillons des sédiments du fond du lit. L'échantillonnage de ces substrats était effectués à une profondeur de 10 cm à l'aide d'une tarière manuelle de marque Ribimex (Annexe VII). L'évaluation de la taille des particules colloïdales a été effectuée au laboratoire du Commissariat Général à l'Energie Atomique/Centre Régional d'Etudes Nucléaires de Kinshasa (C.G.E.A./CRENK).

Leur analyse a permis de définir ces sédiments de manière qualitative et quantitative. Le substrat pris en compte, dans cette étude, est composé des éléments minéraux et organiques. Les définitions granulométriques sont nombreuses, variables et dépendent des auteurs, de l'échelle spatiale des secteurs géographiques étudiés et de la nature des sédiments rencontrés (Fournier *et al.*, 2012).

Tableau II.2 : Définitions granulométriques.

Taille		Dénomination
> 20 mm	5 à 20 mm	Galets <
2 mm	2 à 5 mm	Graviers Granules
	1 à 2 mm	Sable grossier
	0,5 à 1 mm	Sable moyen
200 µm	200 à 50 µm	Sable fin
	100 à 200 µm	Sablon grossier
63 µm	63 à 100 µm	Sablon fin
	40 à 63 µm	Silt
	2 à 40 µm	Vase
<2 µm		Argile

Source : Fournier *et al.*, 2012 .

II.3.5 Détermination de la composition floristique des bassins versants

L'identification des plantes récoltées a été effectuée au Laboratoire du Département de Biologie de l'UPN en tenant compte de la classification botanique des angiospermes établie par l'Angiosperms Phylogeny Group APG III (2009).

Les travaux de Kalanda (1981) ; Lubini (1982) ; (1997), Mandango (1982) ; Mandango et Ndjele (1986) ; Lejoly *et al.* (1988) ; Masens (1997) ; Pauwels (2003) ; Nyakabwa (2004) ; Belesi (2009) et Habari (2009) ont été utilisés pour la vérification des noms scientifiques et leur précision a été réalisée à l'herbarium de l'Université de Kinshasa.

II.3.6 Etude de la faune malacologique

L'étude de la faune malacologique a comporté quatre étapes : la récolte, l'identification, le test de l'infestation naturelle et la dissection des mollusques.

II.3.6.1 Récolte des Mollusques

Au niveau de chaque station, les mollusques ont été récoltés sur une distance d'un mètre sauf au niveau des berges où elle a été faite tous le 10cm. (Annexe VIII). Une pince métallique, un surber constitué d'un cadre métallique avec filet à maille de 1 mm et des mains munies de gants ont servi à cet effet.

Les mollusques ont été conservés dans un bocal d'un litre et demi contenant l'eau de la rivière dont le couvercle était percé de trous. Chaque bocal a porté les mentions suivantes : le nom de la rivière, la date et l'heure de l'échantillonnage, le numéro de la station où la récolte a été réalisée.

II.3.6.2 Identification des mollusques

L'identification de mollusques a été réalisée au laboratoire du Département de Biologie de l'Université Pédagogique Nationale. A l'aide des clés d'identification proposées par Mandhal-Barth *et al.*, (1974) et OMS (1982) ont été utilisées.

II.3.6.3 Emission cercarienne des mollusques (test de l'infestation naturelle)

L'étude de l'infestation naturelle de cinq espèces des Mollusques récoltées dans les stations de quatre hydrosystèmes a été réalisée suivant les méthodes de Berry et Dobrovolny (1960) et de Niemann et Lewis (1990). Les mollusques ont été placés individuellement dans des tubes à essai contenant l'eau distillée et ensuite pendant 90

minutes à l'étuve (FDM058/350FVC) et réglée dans une plage des températures qui de 25 et 30°C (Annexe IX).

Cette température stimule l'émission des cercaires par les mollusques, lesquelles ont été observées à la loupe binoculaire (Surgitel) au grossissement x100 et identifiées à l'aide de la clé de Fain (1952). Les mollusques qui n'ont pas émis des cercaires ont été disséqués.

II.3.6.4 Dissection des mollusques

La dissection des mollusques intervenait le même jour. Avec l'abondance des Basommatophores, la dissection se poursuivait pendant sept jours. Pour cette dissection, la trousse à dissection de Marque Rogo Sampaic™ 55501112 (Annexe X) et les bacs à dissection ont été utilisés.

Le tube digestif, plus précisément l'hépatopancréas a été placé sur une lame porte objet pour une observation directe aux microscopes monoculaires et binoculaires électriques de marque Motic Elite B1-220 E –SP 1000 X, d'abord au faible puis au fort grossissement (Annexe XI).

II.3.7 Analyses parasitologiques

Tous les échantillons d'urines et de selles recueillis ont été examinés pour la mise en évidence d'une infestation par *Schistosoma haematobium* ou *S. mansoni*. A cet effet, deux pots de prélèvement ont été fournis à chaque sujet pour recueillir séparément les urines et les selles.

Les analyses ont été effectuées aux laboratoires de l'Hôpital de l'Institut Médicale Evangélique (IME), du Centre Hospitalier Lamba (CHL) et au Centre de Santé d'Etat (CSE).

II.3.7.1 Critères d'inclusion et d'exclusion pour les analyses parasitologiques

1. Critère d'inclusion

Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- être une personne fréquentant l'une des quatre rivières étudiées pour les diverses activités (baignade, lessive, vaisselle, puisage d'eau pour l'usage domestique et l'arrosage etc.) ;
- être résidant de Kimpese ;
- être habitant de notre milieu d'étude dont l'émigration ancienne est supérieure à un an, condition suffisante pour avoir vécu les situations épidémiologiques du milieu.

2. Critères d'exclusion

Par contre, les critères d'exclusion étaient :

- être une personne ne fréquentant pas l'une des quatre rivières étudiées pour les diverses activités ;
- être non résidant de Kimpese ;
- être habitant de Kimpese dont l'émigration est récente (inférieur à un an).

II.3.7.2 Examens coprologiques

Les examens coprologiques visaient principalement la recherche des œufs et la détermination de l'espèce de Schistosome. Dans le cadre de ce travail, trois méthodes ont été utilisées, à savoir :

- la méthode directe,
- la méthode d'enrichissement de Ritchie et
- la méthode de Kato-Katz.

1. Méthode directe

Au milieu d'une lame porte-objet, une quantité de matière fécale a été délayée dans une goutte d'eau physiologique et transparente. L'observation microscopique a été faite en allant du faible au fort grossissement.

2. Méthode d'enrichissement de Ritchie

Dans un tube à essai, les selles ont été délayées à 10 centimètre cube d'eau distillée. L'émulsion obtenue après mélange a été versée dans un tube à centrifugeur à travers un morceau de gaze 10×10 cm pour être centrifugé à 2500 tours/minute avec la Centrifugeuse (OHNEFCKW/EBA 12 R).

Après décantation, du formol à 10 % a été ajouté au sédiment jusqu'à la moitié du tube, puis 3 ml d'éther jusqu'aux 3/4 du tube après mélange. Le touillage s'est effectué pendant environ 30 secondes et centrifugé à nouveau à 1500 tours/minute.

3. Méthode de Kato-Katz

Une portion de selles a été déposée sur du papier journal en y appliquant un filtre métallique (ou de nylon) pour éliminer les gros débris (Katz *et al*, 1972). Rempli de selles tamisées, un calibre a été déposé sur une lame porte-objet à l'aide d'une spatule. Le calibre qui permet de mesurer 41,7 mg de matières fécales a été retiré et le cube de selles a été recouvert avec une membrane de cellophane (4 x 5 cm) préalablement trempée dans une solution de glycérol (100 mL glycérol ; 100 mL H₂O ; 1 mL vert malachite à 3 %) pendant 24 heures.

Les selles étaient ensuite étalées en couche mince par pression avec une lame. Les lames étaient enfin exposées à la lumière solaire pendant quelques minutes pour éclaircissement. Les lames de Kato ainsi préparées étaient lues au microscope au grossissement x40. Tous les œufs rencontrés étaient comptés.

La lecture ayant été faite sur 41,7 mg de matières fécales le résultat est exprimé en nombre d'œufs par gramme de fèces en multipliant le nombre total d'œufs comptés par lame par 24. Au cas où les lames ne peuvent pas être lues immédiatement après préparation, elles sont rangées dans un coffret hors d'atteinte de l'humidité et de l'obscurité car elles dénaturent la présence d'éventuels des parasites.

II.3.7.3 Examen d'urine

Les examens d'urines ont consisté à la recherche d'œufs de *Schistosoma haematobium* dans les urines des enquêtés. Cette recherche a été faite par la technique de filtration des urines grâce à un filtre de nytrel. Le contenu du pot a été mixé manuellement, puis le 10 ml d'urine était prélevé avec une seringue que l'on faisait passer à travers un filtre de nytrel (maille, 40 µm).

Le filtre était retiré du porte-filtre à l'aide de pince et déposé sur une lame, puis on y ajoutait une goutte de solution de Lugol (coloration des œufs) et la préparation ainsi obtenue était recouverte d'une lamelle. La lecture était faite aussitôt après filtration au grossissement x10 au moyen d'un microscope optique. Les œufs rencontrés étaient comptés et enregistrés.

II.3.8 Prévalence des schistosomiasis humaines à Kimpese

Les données des fiches et registres des 3 formations sanitaires consultés (IME, CHL et CSE) de cinq ans et les résultats des examens parasitologiques ont permis de calculer la prévalence des schistosomiasis humaines, en utilisant la formule suivante :

$$P = \frac{\text{Nombre de cas}}{\text{Population totale}} \times 100$$

II.3.9 Analyse statistique des données

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) a permis d'obtenir une expression simplifiée de l'information contenue dans un tableau à plusieurs variables à partir d'un nombre réduit de variables (Frontier *et al.*, 2007). Dans ce travail, l'Analyse en Composantes Principales a été réalisée dans le but d'établir une relation des stations de prélèvement en fonction des paramètres abiotiques et biotiques.

Les données sont d'abord normalisées ($\log(x+1)$) puis centrées réduites ; pour transformer la distribution des données brutes en distribution normale. La corrélation entre variables abiotiques et biotiques est appréciée avec le logiciel Past (Paleontological Statistics version 2.16) (Hammer *et al.*, 2001).

L'interprétation des axes, les variables dont la contribution est exclusivement supérieure à la contribution moyenne ($> 1/\sqrt{p}$, p désignant le nombre de variables) ont été retenues (Morineau et Aluja-Banet, 1998). Pour la réalisation des histogrammes, le logiciel Excel version 2013 a été utilisé.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.1 Résultats

Les résultats des investigations ont concerné les paramètres abiotiques et biotiques (la flore et les basommatophores). Les paramètres abiotiques ont été répartis en quatre groupes dans les hydrosystèmes étudiés. Ce sont les paramètres hydrologiques (largeur, profondeur et vitesse d'écoulement des eaux) physique (t° , turbidité et conductivité) chimique (pH, O_2 , CO_2 , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NO_3^- , PO_4^{3-} , DCO et DBO5) et substrat du fond du lit.

III.1.1 Paramètres abiotiques

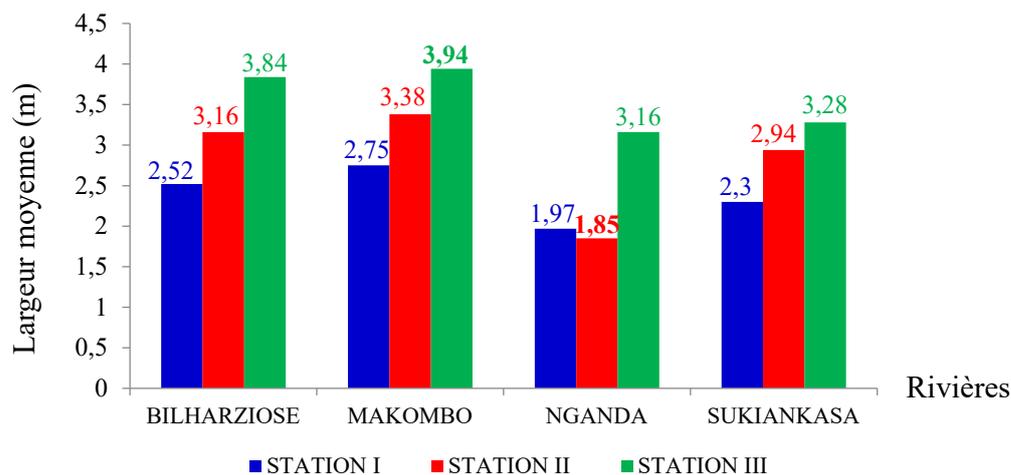
III.1.1.1 Paramètres hydrologiques

Les valeurs moyennes des paramètres hydrologiques prélevées dans les douze stations des quatre systèmes lotiques de Kimpese pendant les deux saisons de 2020 et 2021 sont reprises dans les graphiques III.1 à III.6.

1° Largeur moyenne

Les largeurs moyennes des rivières Bilharziouse, Makombo, Nganda et Sukiankasa pendant les saisons pluvieuses et sèches de 2020 et 2021 sont reprises dans les graphiques III.1 et III.2.

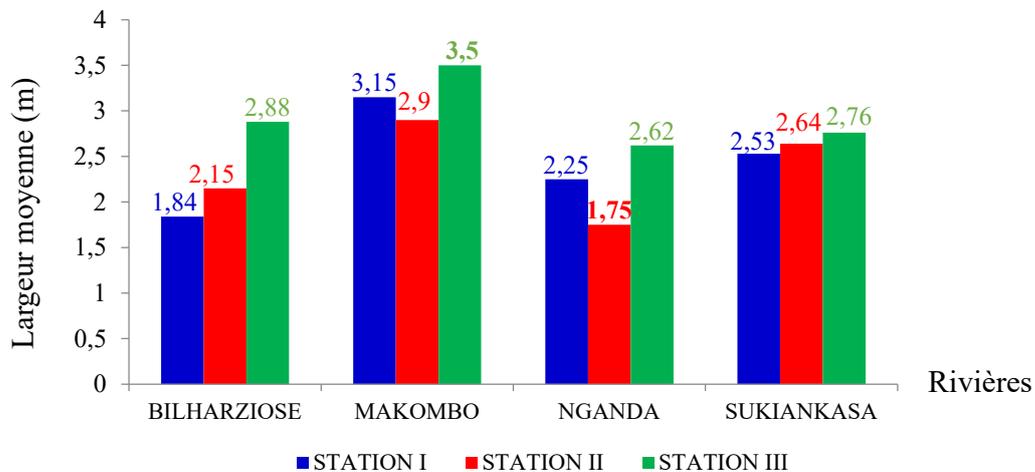
▪ Largeur moyenne en saisons pluvieuses



Graphique III.1 : Largeur moyenne (m) des quatre hydrosystèmes pendant les saisons pluvieuses.

La largeur moyenne la plus élevée pendant la saison pluvieuse (Graphiques III.1) a été mesurée à la station III de la rivière Makombo (3,94 m) et la plus basse à la station II de rivière Nganda (1,85 m).

▪ **Largeur moyenne en saisons sèches**



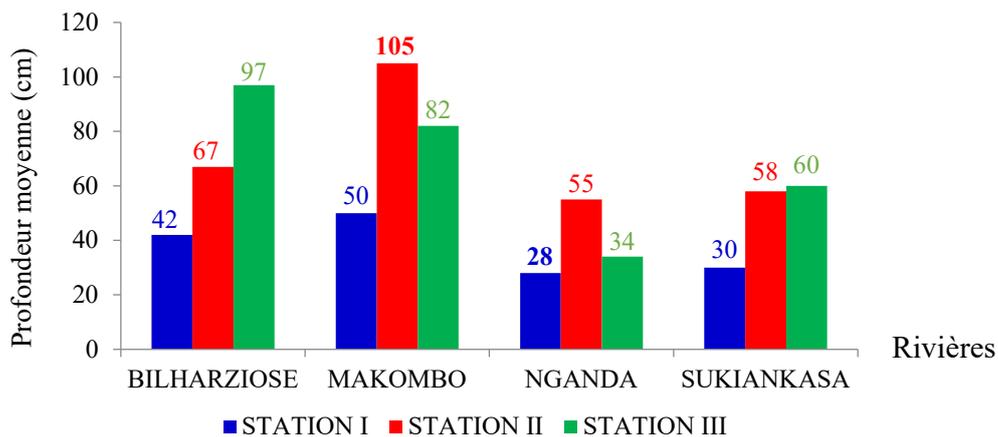
Graphique III.2 : Largeur moyenne (m) des quatre hydrosystèmes de Kimpese pendant les saisons sèches.

En saisons sèches, la largeur moyenne la plus élevée (Graphique III.2) a été enregistrée à la station III de Makombo (3,5 m) et la moins élevée mesurée (1,75 m) à la station II de Nganda.

2° Profondeur moyenne

Les profondeurs moyennes des quatre rivières étudiées en saisons pluvieuses et en saisons sèches sont contenues dans les graphiques III.3 et III.4.

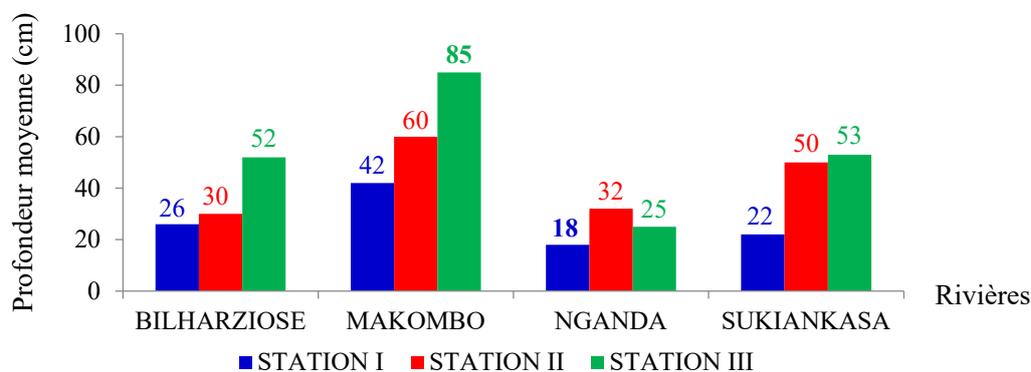
▪ **Profondeur moyenne en saisons pluvieuses**



Graphique III.3 : Profondeur moyenne (cm) de quatre hydrosystèmes de Kimpese pendant les saisons pluvieuses.

En saisons pluvieuses, la profondeur moyenne la plus élevée (Graphiques III.3) a été enregistrée à la station II de Makombo (105 cm) et la plus faible à la Station I de Nganda (28 cm).

▪ Profondeur moyenne en saisons sèches



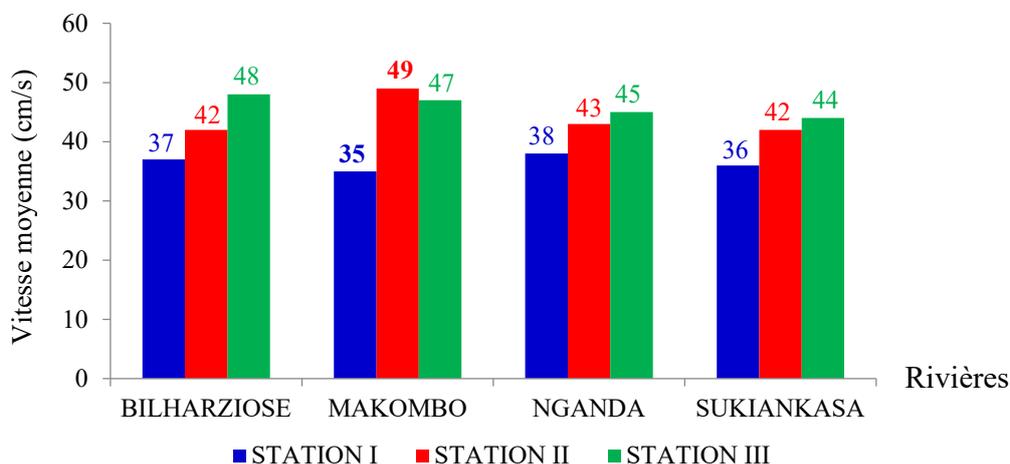
Graphique III.4 : Profondeur moyenne (cm) des quatre cours d’eaux de Kimpese mesurés pendant les saisons sèches.

Pendant les saisons sèches, la Station III de Makombo (Graphique III.4) a enregistré la plus grande profondeur moyenne (85 cm) et la plus faible à la station I de Nganda (18 cm).

3° Vitesse moyenne de l’écoulement des eaux

Les vitesses moyennes des quatre rivières étudiées en saisons pluvieuses et en saisons sèches sont présentées dans les graphiques III.5 et III.6.

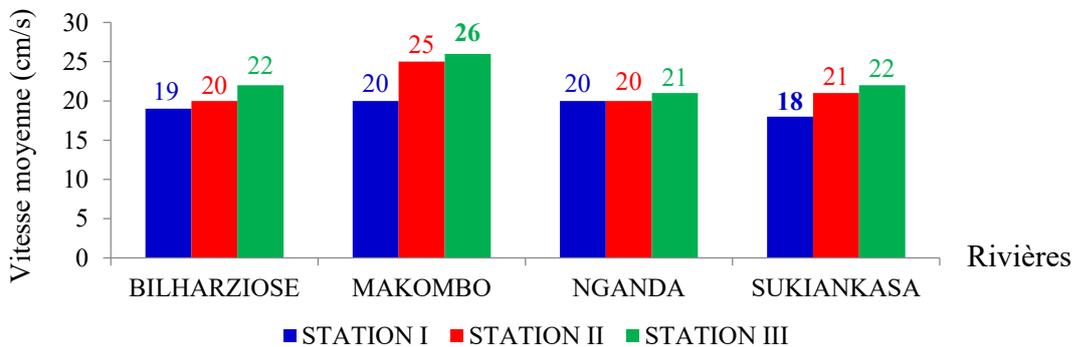
▪ Vitesse moyenne de l’écoulement des eaux en saisons pluvieuses



Graphique III.5 : Vitesse moyenne de l’écoulement des eaux des quatre systèmes lotiques de Kimpese pendant les saisons pluvieuses.

La vitesse augmentait légèrement de l’amont en aval excepté à Makombo (Graphique III.5). La vitesse moyenne d’écoulement des eaux des quatre rivières a varié entre 35 et 49 cm/s en saisons pluvieuses, avec un pic à la station II de Makombo (49 cm/s) et la plus faible à la station I de la même rivière (35 cm/s).

▪ **Vitesse moyenne de l'écoulement des eaux en saisons sèches**



Graphique III.6 : Vitesse (cm/s) de l'écoulement des eaux des quatre systèmes lotiques de Kimpese pendant les saisons sèches.

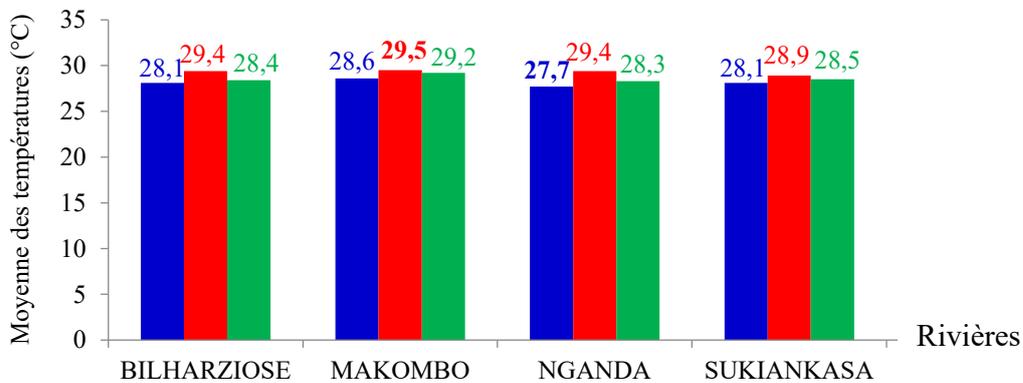
En saisons sèches, la vélocité moyenne la plus élevée (Graphique III.6) a été enregistrée à la station III de la rivière Makombo (26 cm/s) et la moins élevée (18 cm/s) à la station I de la rivière Sukiankasa.

III.1.1.2 Paramètres physiques

Les résultats des paramètres physiques enregistrés dans les quatre systèmes lotiques de Kimpese sont signalés dans les graphiques III.7 à III.12.

1° Température

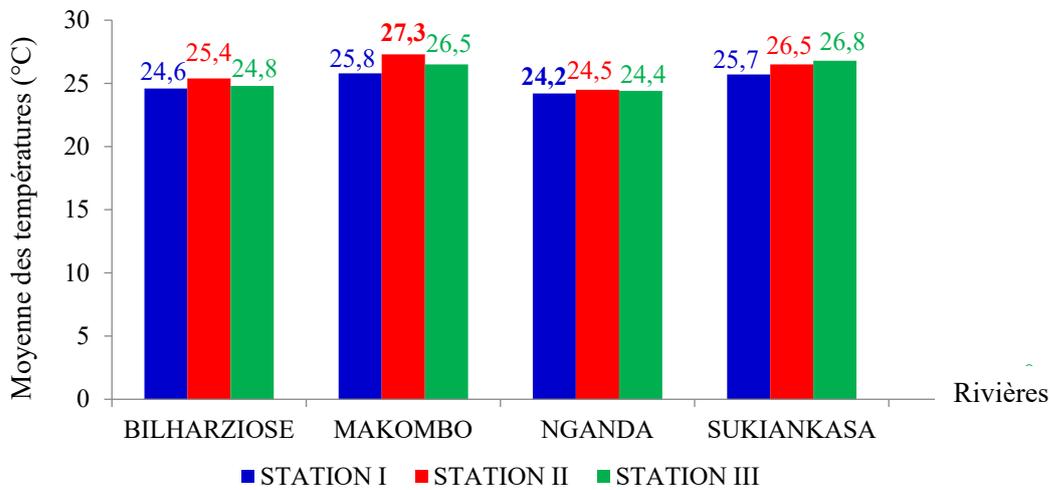
▪ **Evolution stationnelle de la température moyenne en saisons pluvieuses**



Graphique III.7 : Evolution stationnelle de la température (°C) moyenne des eaux des quatre rivières de Kimpese en saisons pluvieuses.

En saisons pluvieuses, la température moyenne la plus élevée (Graphique III.7) a été enregistrée à la station II de Makombo (29,5°C) et la plus basse à la station I de la rivière Nganda (27,7°C).

▪ **Evolution stationnelle de la température en saisons sèches**

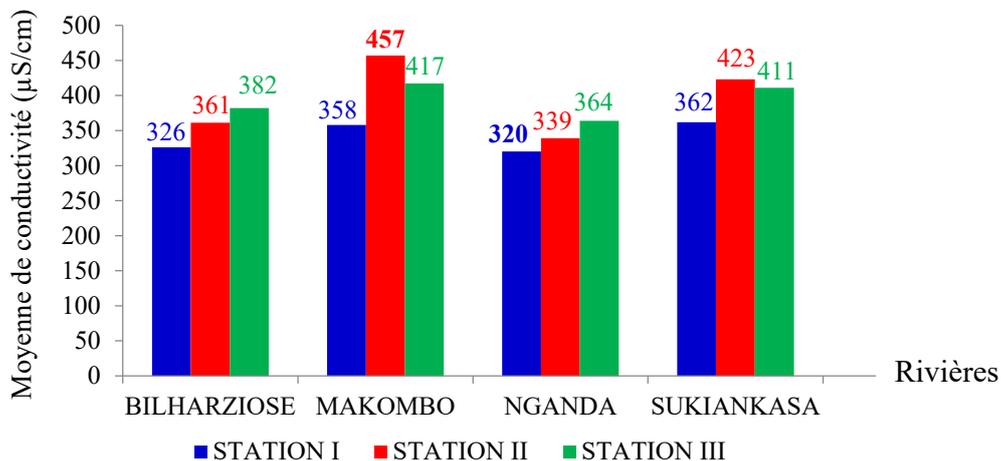


Graphique III.8 : Evolution stationnelle de la température (°C) moyenne des eaux des quatre rivières de Kimpese en saisons sèches.

Les températures moyennes des eaux dans les douze stations des quatre rivières (Graphique III.8) oscillaient entre 24,2 à 27,3°C ; la plus élevée à la station II de Makombo (27,3°C) et la plus basse à la station I de Nganda (24,2°C).

2° Conductivité

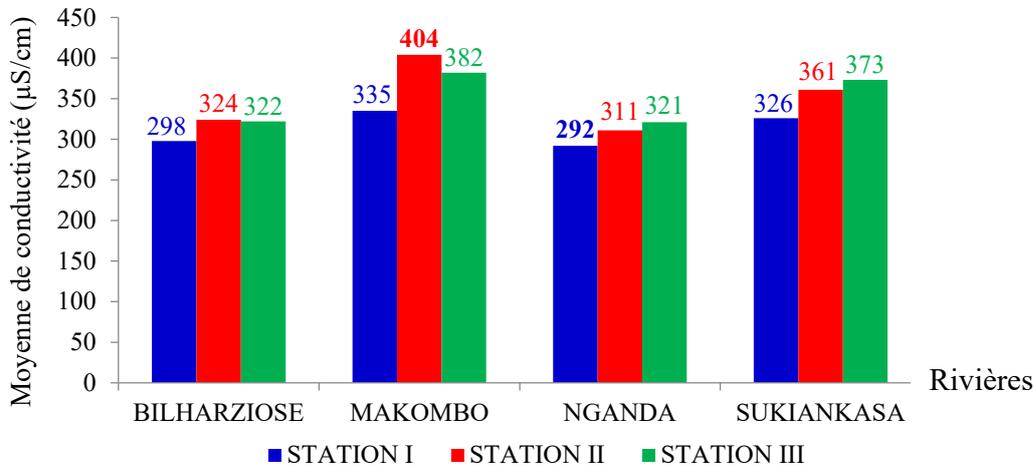
▪ **Variation de la conductivité en saisons pluvieuses**



Graphique III.9 : Variation moyenne de la conductivité en µS/cm dans les douze stations des quatre rivières de Kimpese pendant les saisons pluvieuses.

Pendant les saisons pluvieuses, la conductivité moyenne la plus élevée (Graphique III.9) a été enregistrée à la station II de Makombo (457 µS/cm) et la valeur la plus basse (320 µS/cm) à la station I de Nganda.

▪ **Variation moyenne de la conductivité en saisons sèches**

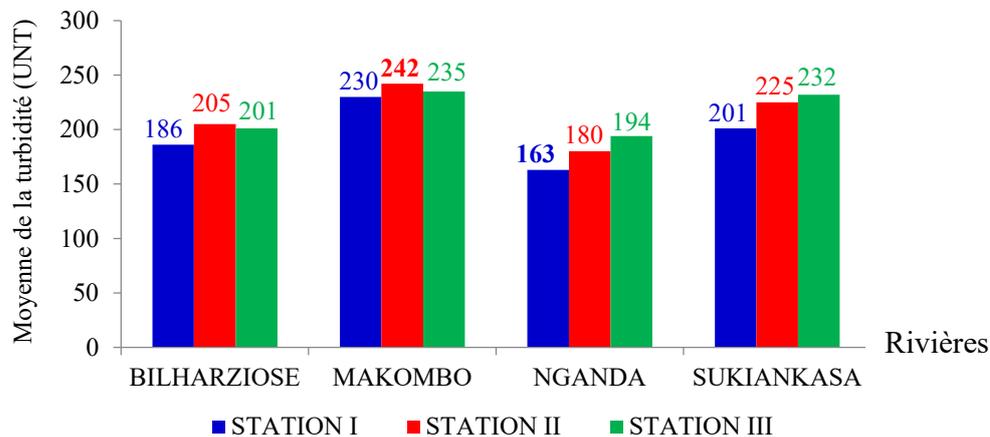


Graphique III.10 : Variation moyenne de la conductivité dans les douze stations des quatre rivières de Kimpese pendant les **saisons sèches**.

Pendant les saisons sèches, la conductivité moyenne la plus élevée (Graphique III.10) a été enregistrée à la station II de la rivière Makombo (404 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et la plus faible (292 $\mu\text{S}/\text{cm}$) à la station I de la rivière Nganda.

3° Turbidité

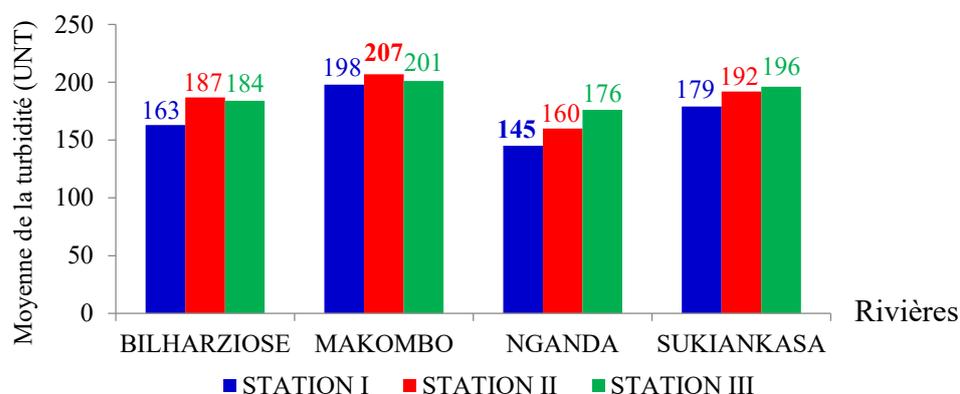
▪ **Evolution moyenne de la turbidité en saisons pluvieuses**



Graphique III.11 : Evolution moyenne de la turbidité (UNT) stationnelle des eaux de quatre systèmes lotiques pendant les saisons pluvieuses.

Pendant les saisons pluvieuses, la turbidité moyenne la plus élevée (242 UNT) a été enregistrée à la station II de Makombo (Graphique III.11) et la plus basse (163 UNT) à la station I de Nganda.

▪ **Evolution moyenne de la turbidité en saisons sèches**



Graphique III.12 : Evolution moyenne de la turbidité (UNT) stationnelle des eaux des quatre systèmes lotiques pendant les saisons sèches.

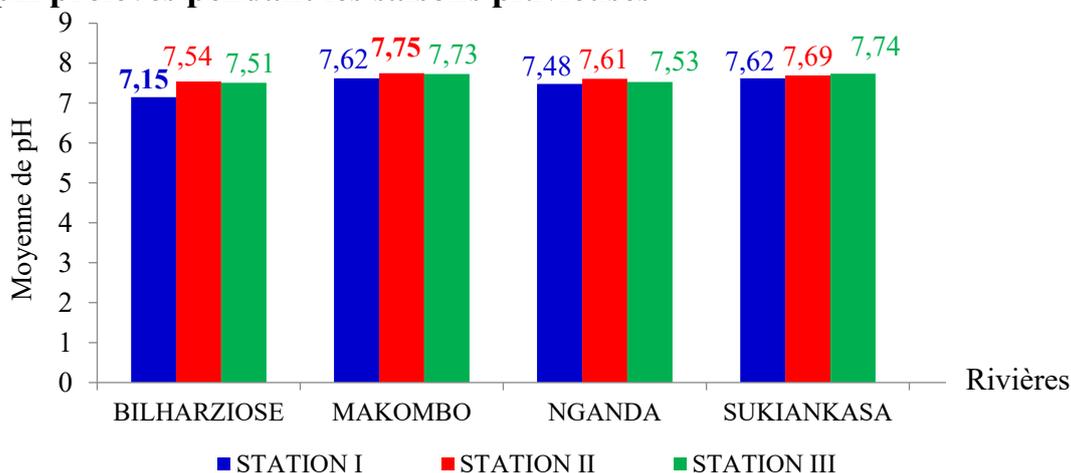
Pendant les saisons pluvieuses, la valeur moyenne la plus élevée de la turbidité des eaux des quatre rivières (Graphique III.12) a été obtenue à la station II de Makombo (207 UNT) et la plus faible (145 UNT) à la station I de Nganda.

III.1.1.3 Paramètres chimiques

Les valeurs moyennes des paramètres chimiques prélevées dans les douze stations des quatre hydrosystèmes sont reprises dans les graphiques III.13 à III.30.

1° pH

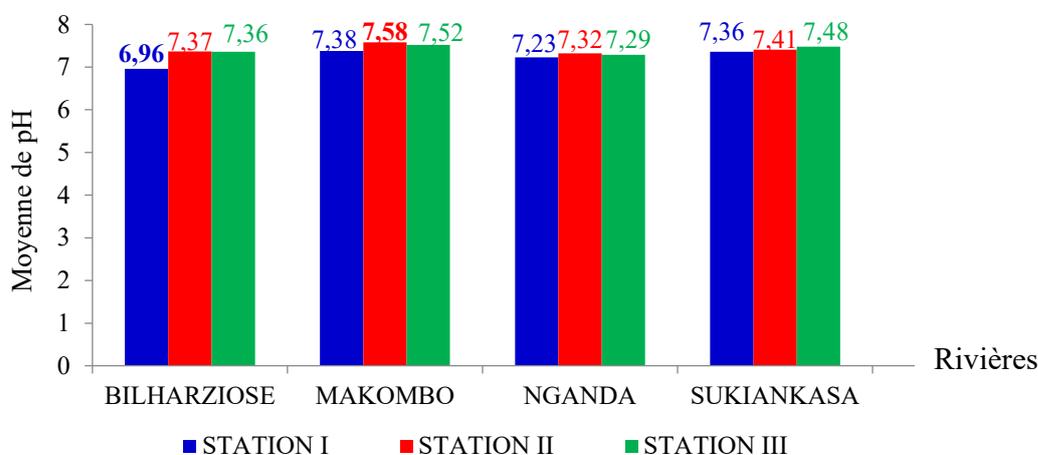
▪ **pH prélevés pendant les saisons pluvieuses**



Graphique III.13 : Variation moyenne du pH des eaux des systèmes lotiques de Kimpese pendant les saisons pluvieuses.

Pendant les saisons pluvieuses, les eaux des quatre hydrosystèmes étaient légèrement basiques (Graphique III.13). La valeur la plus élevée (7,75) a été enregistrée à la station II de Makombo et la plus basse (7,15) à la station I de Bilharziouse.

▪ **pH prélevés pendant les saisons sèches**

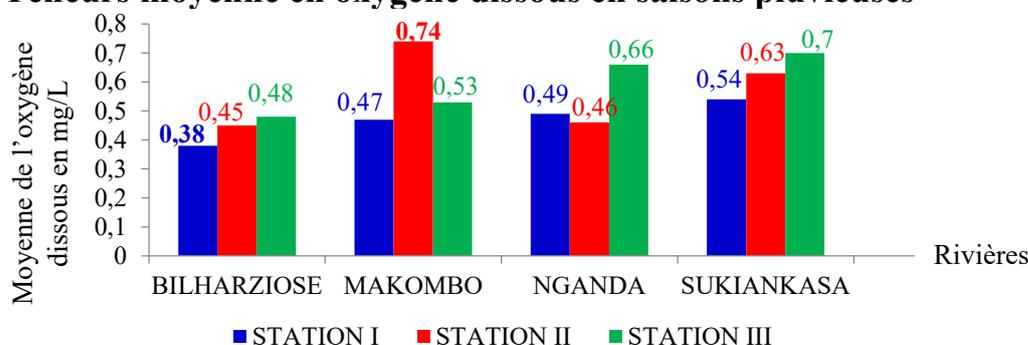


Graphique III.14 : Variation moyenne du pH des eaux des quatre systèmes lotiques de Kimpese pendant les saisons sèches.

Pendant les saisons sèches, les valeurs moyennes du pH enregistrées (Graphique III.14) variaient de 6,96 à 7,58. Les eaux de la station I de Bilharziöse tendaient vers le pH neutre. Les eaux des onze stations étaient légèrement basiques.

2° Oxygène dissous

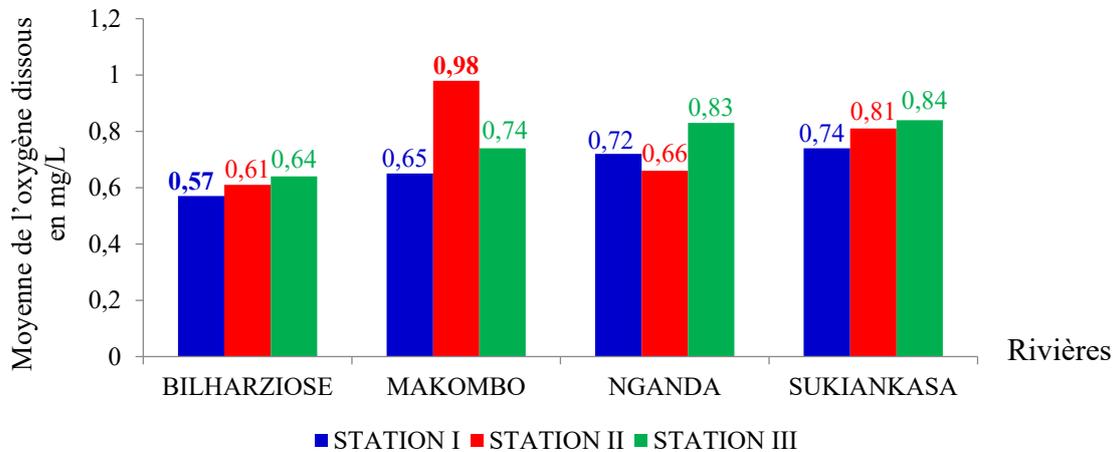
▪ **Teneurs moyenne en oxygène dissous en saisons pluvieuses**



Graphique III.15 : Evolution moyenne de la concentration en oxygène dissous (mg/L) en saisons pluvieuses.

Pendant les saisons pluvieuses, la valeur moyenne de la concentration en oxygène dissous (Graphique III.15) la plus élevée a été dosée à la station II de Makombo (0,74 mg/L) et la moins élevée à la station I de Bilharziöse (0,38 mg/L).

▪ **Teneurs en oxygène dissous en saisons sèches**

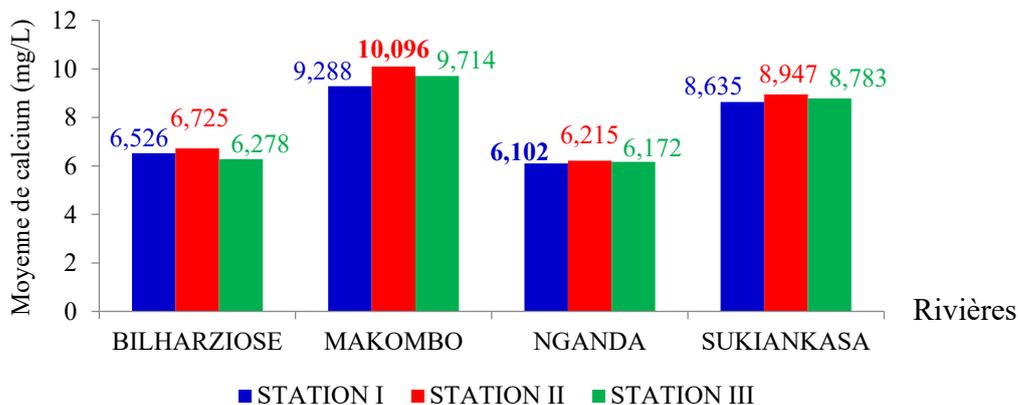


Graphique III.16 : Evolution stationnelle de la concentration moyenne en oxygène dissous (mg/L) dans les quatre rivières pendant les saisons sèches.

Pendant les saisons sèches, les valeurs moyennes de l'oxygène dissous (Graphique III.16) variaient d'amont en aval ; la plus élevée a été enregistrée à la station II de Makombo (0,98 mg/L) et la plus basse (0,57 mg/L) à la station I de Bilharziouse.

3° Calcium

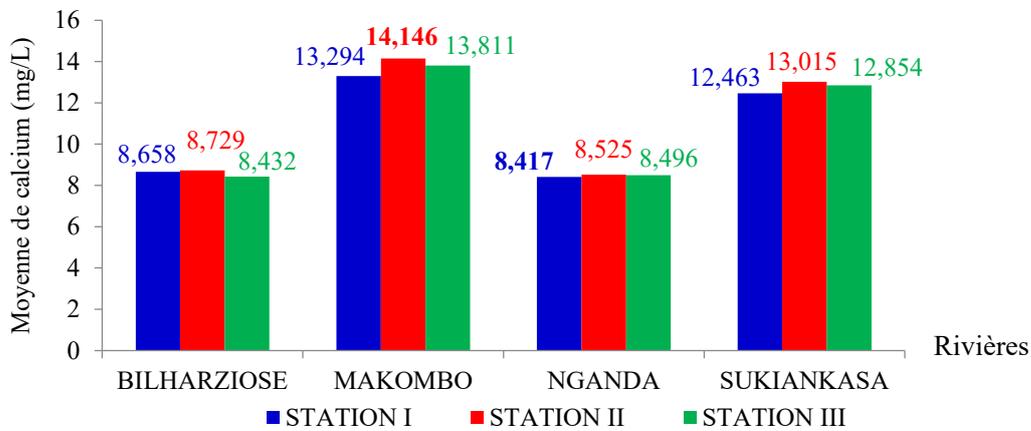
▪ **Teneur moyenne en calcium pendant les saisons pluvieuses**



Graphique III.17 : Teneur moyenne en calcium (mg/L) dans les eaux des quatre hydrosystèmes en saisons pluvieuses.

Pendant les saisons pluvieuses, la concentration moyenne élevée en calcium (Graphique III.17) a été enregistrée à la station II de Makombo et la faible concentration à la station I de Nganda.

▪ **Teneur moyenne en calcium pendant les saisons sèches**

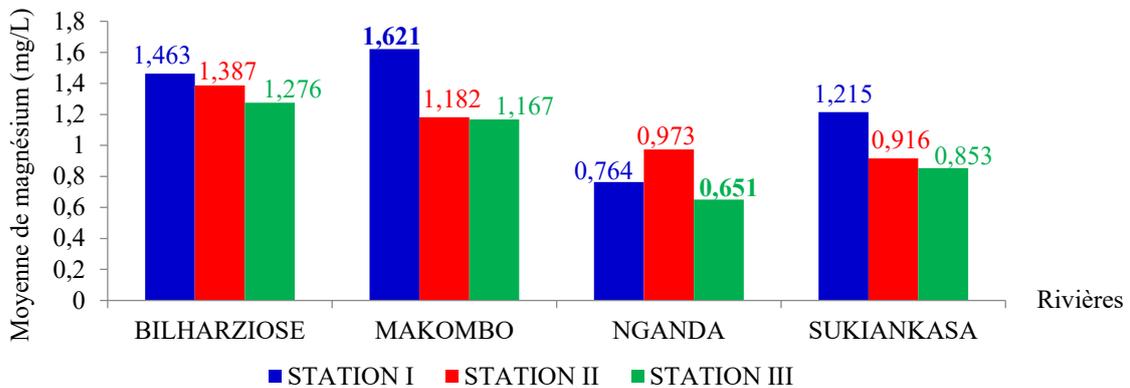


Graphique III.18 : Teneur moyenne en calcium dissous (mg/L) dans les eaux des quatre systèmes lotiques pendant les saisons sèches.

Pendant les saisons sèches, la teneur moyenne la plus élevée en calcium (Graphique III.18) a été enregistrée à la station II de Makombo (14,146 mg/L) et la moins élevée à la station I de Nganda (8,417 mg/L).

4° Magnésium

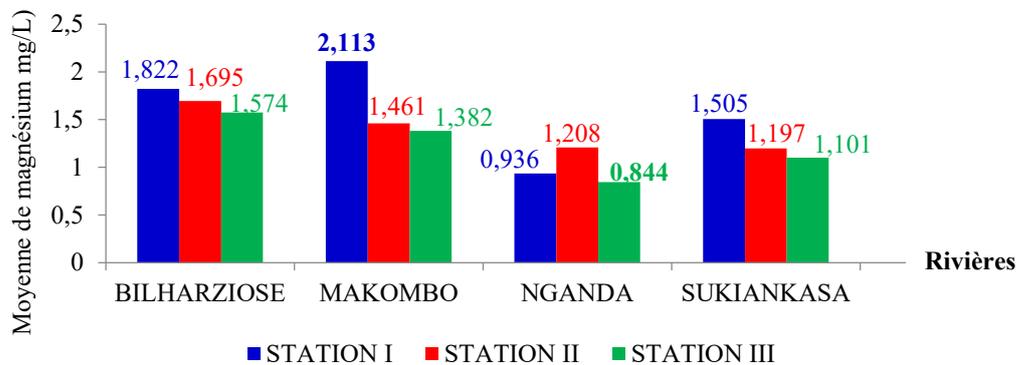
▪ **Evolution stationnelle moyenne de magnésium en saisons pluvieuses**



Graphique III.19 : Evolution stationnelle moyenne de magnésium dans les eaux des rivières Bilharziouse, Makombo, Nganda, et Sukiankasa en saisons pluvieuses.

En saisons pluvieuses, la teneur moyenne élevée en magnésium a été enregistrée à la station I de Makombo (1,621 mg/L) et la faible teneur à la station III de Nganda (0,651 mg/L).

2. Evolution stationnelle moyenne de magnésium en saisons sèches

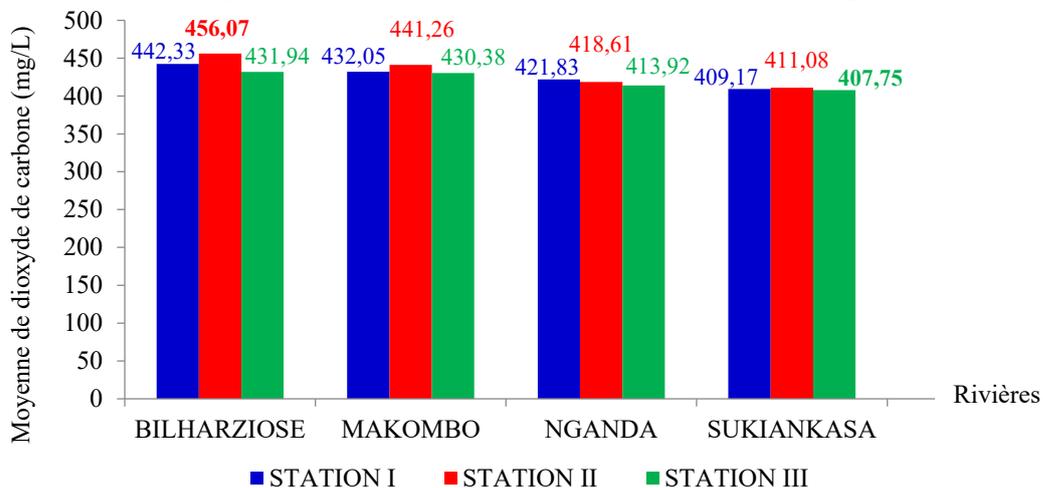


Graphique III.20 : Evolution stationnelle moyenne de magnésium dans les eaux des rivières Bilharziouse, Makombo, Nganda, et Sukiankasa en saisons sèches.

En saisons sèches, la teneur moyenne la plus élevée en magnésium (Graphique III.20) a été enregistrée à la station I de Makombo (2,113 mg/L) et la faible teneur à la station III de Nganda (0,844 mg/L).

5° Dioxyde de carbone

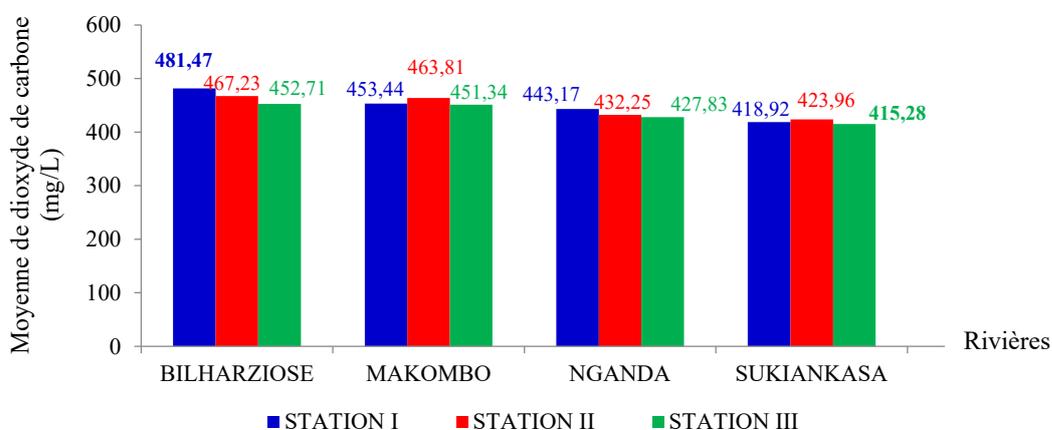
▪ Evolution moyenne de dioxyde de carbone en saisons pluvieuses



Graphique III.21 : Evolution moyenne de dioxyde de carbone dans les eaux des quatre rivières pendant les saisons pluvieuses.

En saisons pluvieuses, les teneurs moyennes en dioxyde de carbone (Graphique III.21) étaient très élevées dans les rivières avec un pic à la station II de Bilharziouse (456,07 mg/L) et la plus faible à la station III de Sukiankasa (407,75 mg/L).

▪ **Evolution moyenne de dioxyde de carbone en saisons sèches**

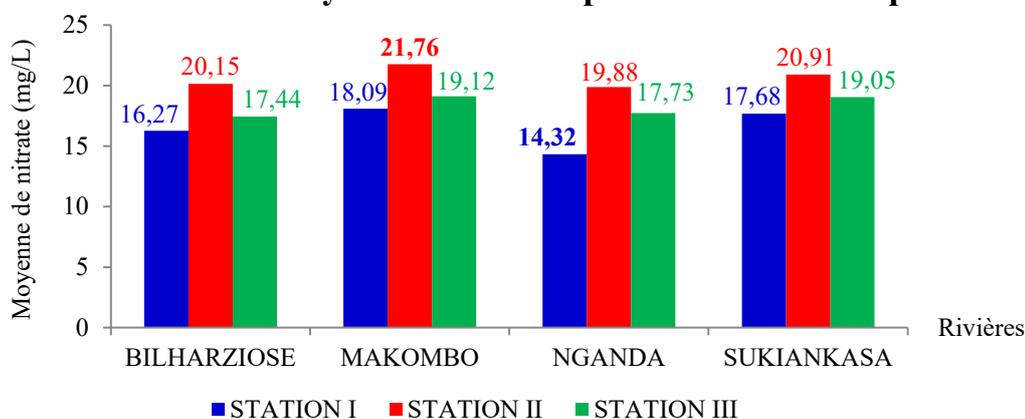


Graphique III.22 : Evolution moyenne de dioxyde de carbone dans les eaux des quatre rivières pendant les saisons sèches.

En saisons sèches, la teneur moyenne élevée en dioxyde de carbone (Graphique III.22) a été enregistrée à la station I de Bilharziouse (481,47) et la plus faible à la station III de Sukiankasa (415,28).

6° Nitrate

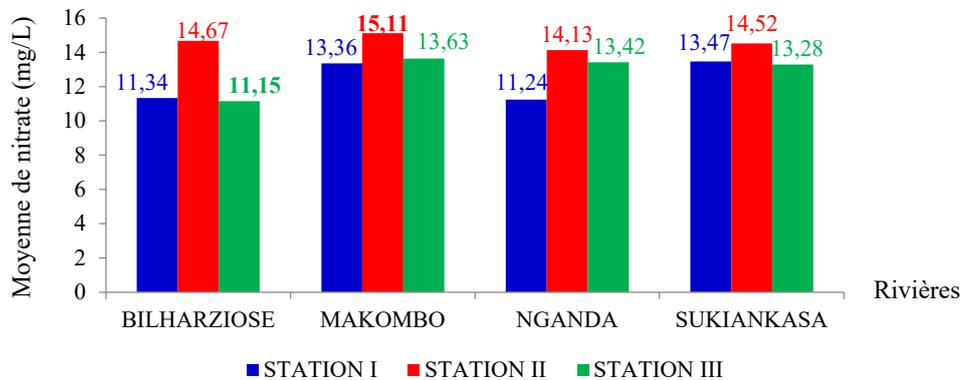
▪ **Evolution stationnelle moyenne en nitrate pendant les saisons pluvieuses**



Graphique III.23 : Evolution stationnelle moyenne de la concentration en nitrate (mg/L) dans les quatre hydrosystèmes en saisons pluvieuses.

Pendant les saisons pluvieuses, la concentration moyenne la plus importante en nitrate a été enregistrée à la station II de Makombo (21,76 mg/L) et la plus faible à la station I de Nganda (14,32 mg/L).

▪ **Evolution stationnelle moyenne en nitrate pendant les saisons sèches**

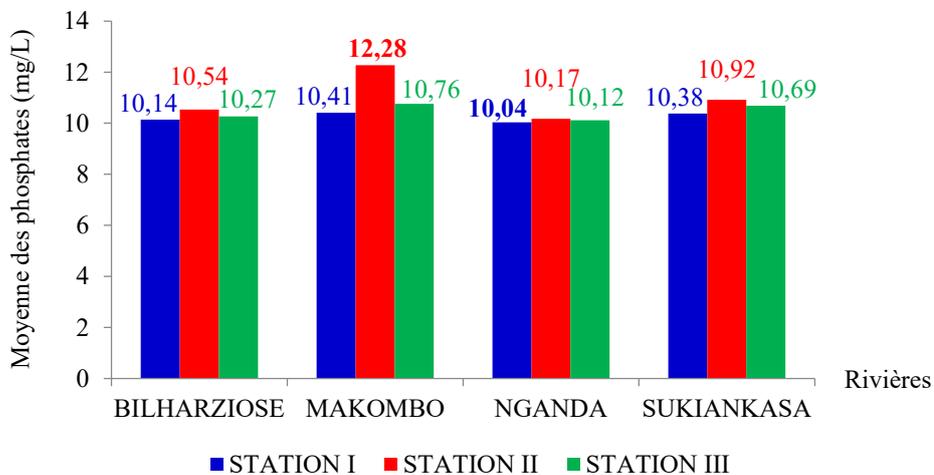


Graphique III.24 : Evolution stationnelle moyenne de la concentration en nitrate (mg/L) dans les quatre hydrosystèmes en saisons sèches.

En saisons sèches, la valeur moyenne la plus élevée en nitrate a été enregistrée à la station II de Makombo (15,1 mg/L) et la valeur la plus basse (11,15 mg/L) à la station III de Bilharziouse (11,15 mg/L).

7° Phosphates

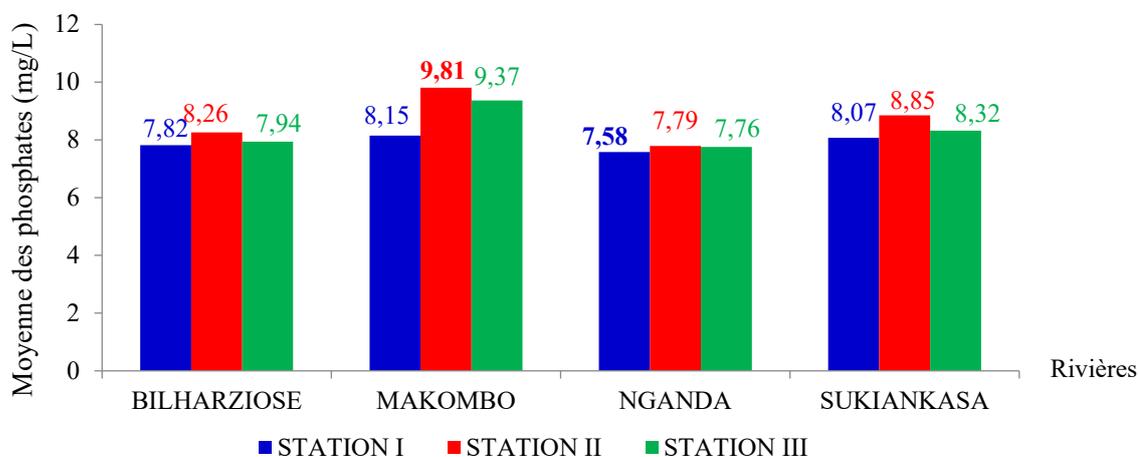
▪ **Concentration moyenne en phosphates pendant les saisons pluvieuses**



Graphique III.25 : Concentration en phosphates (mg/L) des eaux des quatre rivières de Kimpese en saisons pluvieuses.

Pendant les saisons pluvieuses, la concentration moyenne en phosphates la plus élevée a été enregistrée à la station II de Makombo (12,28 mg/L) et la valeur la moins élevée à la station I de Nganda (10,04 mg/L).

▪ **Concentration moyenne en phosphates pendant les saisons sèches**

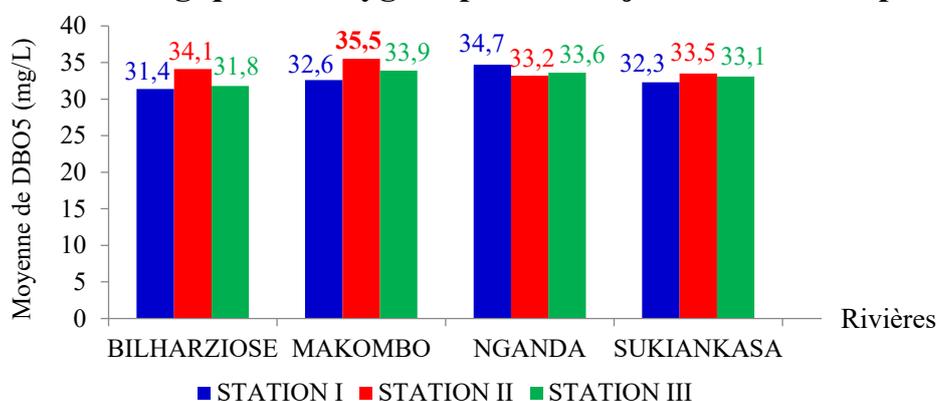


Graphique III.26 : Concentration moyenne en phosphates (mg/L) des eaux des quatre rivières de Kimpese en saisons sèches.

Pendant les saisons sèches, la valeur moyenne la plus élevée en phosphates a été enregistrée à la station II de Makombo (9,81mg/L) et la valeur la plus faible à la station I de Nganda (7,58mg/L).

8° Demande Biologique en Oxygène pendant 5 jours (DBO₅)

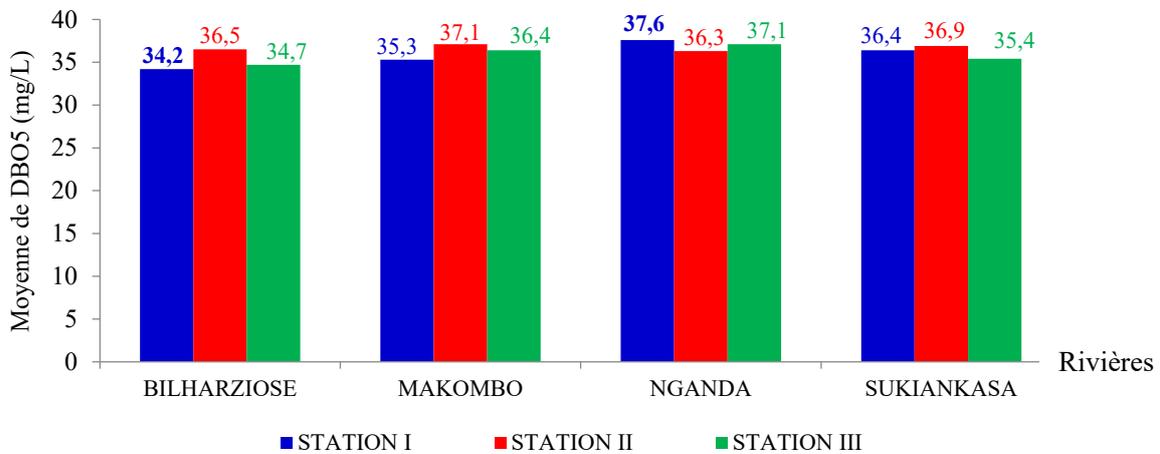
▪ **Demande Biologique en Oxygène pendant 5 jours en saisons pluvieuses**



Graphique III.27 : Evolution moyenne de la DBO₅ dans les rivières Bilharziöse, Makombo, Nganda et Sukiankasa en saisons pluvieuses.

Pendant les saisons pluvieuses, les concentrations moyennes en DBO₅ ont oscillées entre 31,4 mg et 35,5 mg/L dans toutes les stations de quatre rivières (Graphique III.27). La valeur la plus élevée (35,5 mg/L) a été enregistrée à la station II de Makombo et la plus faible (31,4 mg/L) à la station I de Bilharziöse.

▪ **Demande Biologique en Oxygène pendant 5 jours en saisons sèches**

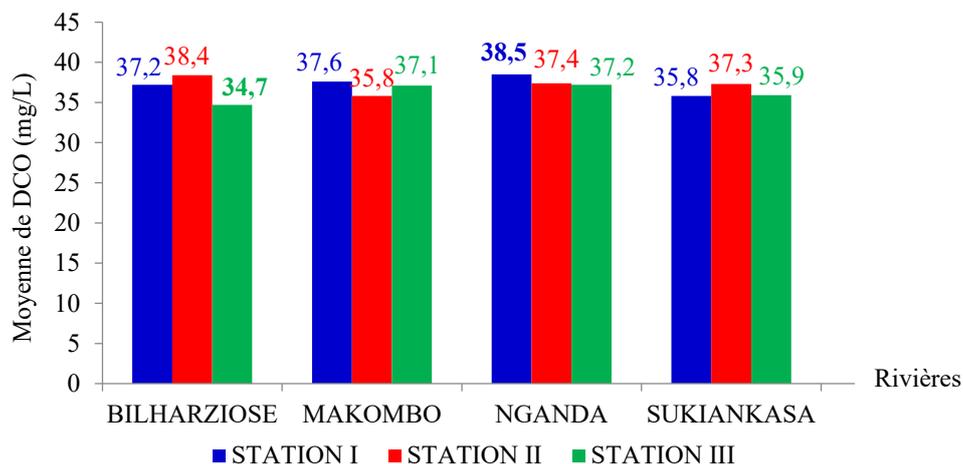


Graphique III.28 : Evolution moyenne de la DBO₅ dans les rivières Bilharziouse, Makombo, Nganda et Sukiankasa en saisons sèches.

En saisons sèches, la teneur moyenne importante en DBO₅ (Graphique III.28) a été enregistrée à la station I de la rivière Nganda (37,6 mg/L) et la faible teneur a été enregistrée à la station I de la rivière Bilharziouse (34,2 mg/L).

9° **Demande Chimique en Oxygène**

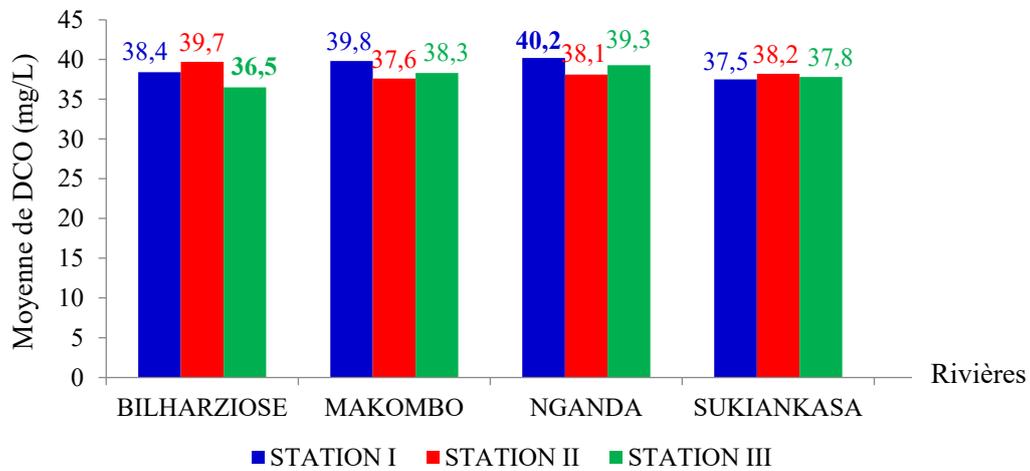
▪ **Demande Chimique en Oxygène pendant les saisons pluvieuses**



Graphique III.29 : Evolution moyenne de la DCO dans les quatre rivières en saisons pluvieuses.

Pendant les saisons pluvieuses, les concentrations moyennes en DCO (Graphique III.29) ont variées entre 34,7 et 38,5 mg/L dans les systèmes lotiques. La valeur maximale a été enregistrée à la station I de Nganda (38,5 mg/L) et la minimale à la station III de Bilharziouse (34,7 mg/L).

▪ **Demande Chimique en Oxygène pendant les saisons sèches**



Graphique III.30 : Evolution moyenne de la DCO dans les quatre rivières en saisons sèches.

En saisons sèches, la teneur moyenne élevée en DCO était de 40,2 mg/L enregistrée à la station I de Nganda (Graphique III.30) et la concentration la plus faible à la station III de Bilharziouse (36,5 mg/L).

III.1.1.4 Evaluation du recouvrement des substrats des quatre rivières en saisons pluvieuses et en saisons sèches de 2020 et 2021

1° Rivière Bilharziose

▪ Taux de recouvrement des substrats en saisons pluvieuses

Le taux de recouvrement des substrats de la rivière Bilharziose en saisons pluvieuses est repris au tableau III.1.

Tableau III.1 : Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de Bilharziose en saisons pluvieuses.

Substrats	Stations		
	I	II	III
Vase + MO	15	10	15
Vase + MO + Vé	30	25	65
Vase + MO + Sable+Vé	50	55	10
Vase + MO + Sable + Galet	0	5	5
Vase + MO + Galet+ Gravier	5	5	0
Vase +Vé	0	0	5

Les résultats consignés dans le tableau III.1 renseignent que la vase, la matière organique, le sable et la végétation sont des substrats dominants dans les stations de Bilharziose en saisons pluvieuses.

▪ Taux de recouvrement des substrats en saison sèche

L'évaluation du recouvrement des substrats de la rivière Bilharziose en saisons sèches est reprise dans le tableau III.2.

Tableau III.2 : Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de prélèvement de Bilharziose en saisons sèches.

Substrats	Stations		
	I	II	III
Vase + MO	10	0	15
Vase + MO + Vé	15	15	65
Vase + MO + Sable+Vé	70	60	0
Vase + MO + Sable + Galet	0	10	10
Vase + MO + Galet+ Gravier	5	15	10

Les données dans le tableau III.2 confirment que les substrats ont été dominés par la vase, la matière organique, le sable et la végétation émergente dans les stations d'échantillonnage de Bilharziose en saisons sèches.

2° Rivière Makombo

Le tableau III.3 montre le taux de recouvrement des substrats de la rivière Makombo en saisons pluvieuses.

▪ Taux de recouvrement des substrats en saisons pluvieuses

Tableau III.3 : Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de prélèvement de Makombo en saisons pluvieuses.

Substrats	Stations		
	I	II	III
Vase + MO	10	10	10
Vase + MO + Vé	40	60	50
Sable + MO + Galet	25	20	0
Vase + MO + Sable + Galet	25	10	15
Vase + MO + Galet+ Gravier	0	0	25

La vase, la matière organique, la végétation, le sable et le galet ont été des substrats qui colonisent les fonds des stations de Makombo en saisons pluvieuses.

▪ Taux de recouvrement des substrats en saison saisons sèches

Le taux de recouvrement des substrats de la rivière Makombo en saisons sèches est repris dans le tableau III.4.

Tableau III.4 : Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de prélèvement de Makombo en saisons sèches.

Substrats	Stations		
	I	II	III
Vase + MO+sable	40	10	5
Vase + MO + Vé	30	60	65
Sable + MO + Galet	10	5	0
Vase + MO + Sable + Galet	10	20	5
Vase + MO + Galet+ Gravier	10	5	25

La vase, la matière organique, la végétation et le sable ont caractérisé presque les substrats du fond de trois stations de Makombo en saisons sèches.

3° Rivière Nganda

▪ Taux de recouvrement des substrats en saisons pluvieuses

Le taux de recouvrement des substrats de la rivière Nganda en saisons pluvieuses est repris dans le tableau ci-dessous.

Tableau III.5 : Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de prélèvement de Nganda en saisons pluvieuses.

Substrats	Stations		
	I	II	III
Sable + MO + Gravier	40	35	45
Vase + MO + Vé + sable	10	20	30
Sable + MO + Vé + Galet	20	0	5
Vase + MO + Sable + Galet	10	40	0
Vase + MO + Galet+ Gravier	20	5	20

Le sable, la matière organique, le gravier, le galet et la végétation étaient des substrats des fonds les plus représentés dans les stations de Nganda en saisons pluvieuses.

▪ Taux de recouvrement des substrats en saisons sèches

Le tableau III.6 montre le taux de recouvrement des substrats de la rivière Nganda en saisons sèches.

Tableau III.6 : Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de prélèvement de Nganda en saisons sèches.

Substrats	Stations		
	I	II	III
Sable + MO + Gravier	20	20	15
Vase + MO + Vé + sable	35	50	45
Sable + MO + Vé + Galet	20	0	15
Vase + MO + Sable + Galet	10	20	0
Vase + MO + Galet+ Gravier	15	10	25

Le taux de recouvrement des substrats des fonds des stations de Nganda pendant les saisons sèches a été dominé par la vase, la matière organique, la végétation, le sable, le gravier et le galet.

4° Rivière Sukiankasa

Le tableau III.7 renseigne sur le taux de recouvrement des substrats de la rivière Sukiankasa en saisons pluvieuses.

- **Taux de recouvrement des substrats en saisons pluvieuses**

Tableau III.7 : Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de prélèvement de Sukiankasa en saisons pluvieuses.

Substrats	Stations		
	I	II	III
Sable + MO	20	10	10
Vase + MO + Vé + Gravier	40	50	40
Vase + MO + Sable	30	5	20
Vase + MO + Sable + Gravier	10	30	25
Vase +Vé	0	5	5

En saisons pluvieuses, les substrats des fonds de Sukiankasa étaient constitués de la vase, du sable, la matière organique, de la végétation émergente et du gravier.

- **Taux de recouvrement des substrats en saisons sèches**

Tableau III.8 : Taux de recouvrement (%) des substrats de trois stations de prélèvement de Sukiankasa en saisons sèches.

Substrats	Stations		
	I	II	III
Sable + MO	25	10	10
Vase + MO + Vé + Gravier	55	70	65
Vase + MO + Sable	5	0	10
Vase + MO + Sable + Gravier	15	20	0
Vase +Vé	0	0	15

Les substrats des fonds de Sukiankasa en saisons sèches étaient formés de la vase, de la matière organique, de la végétation émergente, du gravier et du sable.

III.1.2 Paramètres biotiques

III.1.2.1 Etude floristique du bassin versant des quatre hydrosystèmes de Kimpese en 2020 et 2021

La composition floristique envisagée dans cette étude a concerné les végétaux des bassins versants des 12 stations des rivières étudiées. Elles sont constituées de la végétation rudérale, des espèces messicoles, des plantes maraichères et des macrophytes.

1. Rivière Bilharziöse

La végétation du bassin versant de la rivière Bilharziöse est contenue dans le tableau III.9.

Tableau III.9 : Espèces végétales présentes dans le bassin versant de Bilharziöse pendant les deux saisons.

N°	Familles	Espèces Végétales	Habitat	Stations		
				I	II	III
1	Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus L Subsp cruentus</i>	ET	+	+	+
		<i>A. viridis (L)</i>	ET	+	+	+
		<i>A. spinosus (L)</i>	ET	+	+	+
		<i>Alternanthera sessilis (L) Dc</i>	EA	+	+	+
		<i>Spinacia oleracea</i>	ET	+	+	+
2	Amaryllidaceae	<i>Allium schoenoprasum (L)</i>	ET	+	+	+
		<i>A. fistulosum (L)</i>	ET	+	+	+
		<i>A. cepa (L)</i>	ET	+	+	+
		<i>A. sativum (L)</i>	ET	+	+	+
3	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica (L)</i>	ET	+	+	+
4	Aracaceae	<i>Elaeis guinnensis (Jacq.)</i>	ET	+	+	+
5	Araceae	<i>Xanthosoma sagittifolium (L) Schott</i>	ESA	+	+	+
		<i>Colocasia esculenta (L) Schott</i>	ET	-	+	+
6	Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides L</i>	ET	-	+	+
		<i>Chromoleana odorata (L) R.King & H. Robinson</i>	ET	+	+	+
		<i>Crassocephalum montuosum (S. Moore) Milne-Redhead</i>	ET	+	-	+
		<i>Tithonia diversifolia (Heusl)</i>	ET	+	+	+
		<i>Synedrella nodiflora (Benth)</i>	ET	+	+	-
		<i>Wedelia trilobata (L) Hitche</i>	ESA	+	+	+
7	Blechnaceae	<i>Blechnum specant (Kurnif)</i>	EA	-	+	+
8	Bursaceae	<i>Dacryodes edulis (G.Don)</i>	ET	+	+	+
9	Brassicaceae	<i>Brassica oleracea (L)</i>	ET	+	+	+

10	Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i> (L) Mill	ET	+	+	+
11	Caricaceae	<i>Carica papaya</i> (L)	ET	+	+	+
12	Commelinaceae	<i>Commelina difusa</i> (Burm.f)	EA	+	+	+
13	Combretaceae	<i>Terminalia catapa</i> (L)	ET	-	+	+
14	Convolvulaceae	<i>Ipomoea aquatica</i> (Forssk)	EA	-	+	+
		<i>I. batatas</i> Lam.	ET	+	+	+
15	Costaceae	<i>Costus afer</i> (Ker Gawl)	EAT		+	+
16	Cucurbitaceae	<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standley	ET	+	+	+
17	Cyperaceae	<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L) Britton	EA	-	+	+
		<i>Cyperus papyrus</i> (L)	EA	+	-	-
18	Euphorbiaceae	<i>Alchornea cordifolia</i> (schumach &Thonn) Miill Arg.	ET	-	+	+
		<i>Manihot utilissima</i> (Pohl)	ET	+	+	+
		<i>Sapium cornutum</i> Pax	ET	-	+	+
19	Fabaceae	<i>Acacia auriculiformis</i> (A.Cunn) ex Benth	ET	-	+	+
		<i>Arachis hypogaea</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Calopogonium mucunoides</i> (Desc)	ET	+	+	+
		<i>Centrosema pubescens</i> Benth	ET	+	+	+
		<i>Mimosa pudica</i> (L)	ET	-	+	+
		<i>Mucuna puriens</i> (L)	ET	+	+	-
		<i>Pisum sativum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Psophocarpus scandens</i> (Endl) Verdc	ET	-	+	+
20	Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris linearis</i> (Undern)	EA	+	+	+
21	Lycopodiaceae	<i>Lycodiella cernua</i> (L) Pic Serm	ESA	-	+	+
22	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	ET	+	+	+
23	Malvaceae	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L) Moench	ET	+	+	+
		<i>Hibiscus cannabinus</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>H. sabdariffa</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Triufetta cordifolia</i> A. Rich	ET	-	-	+
		<i>Urena lobata</i> L	ET	+	+	+
		<i>Sida acuta</i> (Burm.f.)	ET	-	+	+
24	Marantaceae	<i>Haumania liebrechtsina</i> (De wild &T.Durand) J. Léonard	EA	+	+	+
		<i>Marantochloa purpurea</i> (Ridl)	ET	-	+	+
		<i>Lasimorpha senegalesis</i> schoh	ET	+	-	-
25	Melastomataceae	<i>Tristemma leiocalyx</i> (Cogn)	ET	+	-	-
26	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>M. sapientum</i> (L)	ET	+	+	+
27	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea lotus</i> (L)	EA	+	+	+
28	Onagraceae	<i>Ludwigia abyssinica</i> A. Rich	EA	-	+	-
		<i>L. senegalensis</i> (DC) Trochain	EA	+	+	+

29	Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> (L)	ET	-	-	+
30	Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> Sims	ET	+	-	+
31	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L	ET	-	+	-
32	Poaceae	<i>Imperata cylindrica</i>	ET	+	+	+
		<i>Pennisetum polystachion</i> (L)	EA	+	+	+
		<i>P. purpureum</i> (Schumach)	EA	+	+	+
		<i>P. unisetum</i> (Nees) Benth	EA	+	+	+
		<i>Panicum maximum</i> (Jacq)	ET	+	+	+
		<i>Bambusa vulgaris</i> (schrud exwend)	ET	-	+	+
		<i>Paspalum oribiculare</i> (Forst)	ET	-	+	+
		<i>Phragmites australis</i> (CAV) TRIN. EX STEUD, 1841	EAT	-	+	+
		<i>Saccharum officinarum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Zea mays</i> (L)	ET	+	+	+
33	Selaginellaceae	<i>Megastachya mucronata</i> (Poir) P. Beauv	ESA	+	+	+
		<i>Selaginella myosurus</i> (Sw) Alston	ESA	+	+	-
34	Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>S. melongena</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Nicotiana tabacum</i> (L)	ET	-	+	+
		<i>Capsicum annuum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>C. baccatum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>C. chinense</i> Jacq.	ET	+	+	+
35	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	ET	-	+	+
36	Ulmaceae	<i>Trema orientalis</i> (L) Blume	ET	-	+	+
37	Woodsiaceae	<i>Athyrium filix</i> (L) Roth	EA	+	-	+

Les données dans le tableau III.9 indiquent que le bassin versant de la rivière Bilharziose était constitué de 85 espèces des plantes appartenant à 37 familles dont plusieurs espèces sont présentes dans les trois stations pendant les deux saisons.

2. Rivière Makombo

La végétation du bassin versant de la rivière Makombo est contenue dans le tableau III.10.

Tableaux III.10 : Espèces végétales présentes dans le bassin versant de Makombo pendant les deux saisons.

N°	Familles	Espèces Végétales	Habitat	Stations		
				I	II	III
1	Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L Subsp <i>cruentus</i>	ET	+	+	+
		<i>A. viridis</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>A. spinosus</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Alternanthera sessilis</i> (L) Dc	EA	+	+	+
		<i>Spinacia oleracea</i>	ET	+	+	+
2	Amaryllidaceae	<i>Allium schoenoprasum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>A. fistulosum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>A. cepa</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>A. sativum</i> (L)	ET	+	+	+
3	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> (L)	ET	+	+	+
4	Aracaceae	<i>Elaeis guinnensis</i> (Jacq.)	ET	+	+	+
5	Araceae	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L) Schott	ESA	+	+	+
		<i>Colocasia esculenta</i> (L) Schott	ET	-	+	+
6	Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> L	ET	-	+	+
		<i>Chromolaena odorata</i> (L) R.King & H. Robinson	ET	+	+	+
		<i>Crassocephalum montuosum</i> (S. Moore) Milne-Redhead	ET	+	-	+
		<i>Tithonia diversifolia</i> (Heusl)	ET	+	+	+
		<i>Synedrella nodiflora</i> (Benth)	ET	+	+	-
		<i>Wedelia trilobata</i> (L) Hitchc	ESA	+	+	+
7	Blechnaceae	<i>Blechnum specant</i> (Kurnif)	EA	-	+	+
8	Burseraceae	<i>Dacryodes edulis</i> (G.Don)	ET	+	+	+
9	Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> (L)	ET	+	+	+
10	Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i> (L) Mill	ET	+	+	+
11	Caricaceae	<i>Carica papaya</i> (L)	ET	+	+	+
12	Commelinaceae	<i>Commelina difusa</i> (Burm.f)	EA	+	+	+
13	Combretaceae	<i>Terminalia catapa</i> (L)	ET	-	+	-
14	Convolvulaceae	<i>Ipomoea aquatica</i> (Forssk)	EA	+	+	-
		<i>I. batatas</i> Lam.	ET	+	+	+
15	Costaceae	<i>Costus afer</i> (Ker Gawl)	EAT	+	+	+
16	Cucurbitaceae	<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standley	ET	+	+	+
17	Cyperaceae	<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L) Britton	EA	-	+	+
		<i>Cyperus papyrus</i> (L)	EA	-	-	+

18	Euphorbiaceae	<i>Alchornea cordifolia</i> (schumach &Thonn) Miill Arg.	ET	-	+	+
		<i>Manihot utilissima</i> (Pohl)	ET	+	+	+
		<i>Sapium cornutum</i> Pax	ET	-	+	+
19	Fabaceae	<i>Acacia auriculiformis</i> (A.Cunn) ex Benth	ET	+	+	+
		<i>Arachis hypogaea</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Calopogonium mucunoides</i> (Desc)	ET	+	+	-
		<i>Centrosema pubescens</i> Benth	ET	+	+	+
		<i>Mimosa pudica</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Mucuna puriens</i> (L)	ET	-	+	+
		<i>Pisum sativum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Psophocarpus scandens</i> (Endl) Verdc	ET	-	+	+
20	Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris linearis</i> (Undern)	EA	+	+	+
21	Lycopodiaceae	<i>Lycodiella cernua</i> (L) Pic Serm	ESA	-	+	+
22	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	ET	+	+	+
23	Malvaceae	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L) Moench	ET	+	+	+
		<i>Hibiscus cannabinus</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>H. sabdariffa</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Triufetta cordifolia</i> A. Rich	ET	-	+	+
		<i>Urena lobata</i> L	ET	+	+	+
		<i>Sida acuta</i> (Burm.f.)	ET	-	+	+
24	Marantaceae	<i>Haumania liebrechtsina</i> (De wild &T.Durand) J. Léonard	EA	+	+	+
		<i>Marantochloa purpurea</i> (Ridl)	ET	-	-	+
		<i>Lasimorpha senegalesis</i> schoh	ET	+	-	-
25	Melastomataceae	<i>Tristemma leiocalyx</i> (Cogn)	ET	+	-	-
26	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>M. sapientum</i> (L)	ET	+	+	+
27	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea lotus</i> (L)	EA	+	+	+
28	Onagraceae	<i>Ludwigia abyssinica</i> A. Rich	EA	-	+	-
		<i>L. senegalensis</i> (DC) Trochain	EA	+	+	+
29	Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> (L)	ET	+	+	-
30	Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> Sims	ET	+	-	+
31	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L	ET	+	+	-
32	Poaceae	<i>Imperata cylindrica</i>	ET	+	+	+
		<i>Pennisetum polystachion</i> (L)	EA	+	+	+
		<i>P. purpureum</i> (Schumach)	EA	+	+	+
		<i>P. unisetum</i> (Nees) Benth	EA	+	+	+
		<i>Panicum maximum</i> (Jacq)	ET	+	+	+
		<i>Bambusa vulgaris</i> (schrاد exwend)	ET	-	+	+
		<i>Paspalum oribiculare</i> (Forst)	ET	+	+	-

		<i>Phragmites australis</i> (CAV) TRIN. EX STEUD., 1841	EAT	-	+	+
		<i>Saccharum officinarum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Zea mays</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Megastachya mucronata</i> (Poir) P. Beauv	ESA	+	+	+
33	Selaginellaceae	<i>Selaginella myosurus</i> (Sw) Alston	ESA	+	+	-
34	Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>S. melongena</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Nicotiana tabacum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Capsicum annuum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>C. baccatum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>C. chinense</i> Jacq.	ET	+	+	+
35	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	ET	+	+	-
36	Ulmaceae	<i>Trema orientalis</i> (L) Blume	ET	-	+	+
37	Woodsiaceae	<i>Athyrium filix</i> (L) Roth	EA	+	-	+

Légende : + : Espèce présente ; EA : Espèce Aquatique ; ESA : Espèce Semi-Aquatique ;
- : Espèce absente ; ET : Espèce Terrestre ; EAT : Espèce Aquatique et Terrestre.

La composition floristique de trois stations de la rivière Makombo, révèle la présence de 37 familles regorgeant 85 espèces dont plusieurs représentants ont été identifiés pendant les deux saisons.

3. Rivière Nganda

La végétation du bassin versant de la rivière Nganda est contenue dans le tableau III.11.

Tableaux III.11 : Espèces végétales présentes dans le bassin versant de Makombo pendant les deux saisons.

N°	Familles	Espèces Végétales	Habitat	Stations		
				I	II	III
1	Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L Subsp <i>cruentus</i>	ET	+	+	+
		<i>A. viridis</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>A. spinosus</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Alternanthera sessilis</i> (L) Dc	EA	+	+	+
		<i>Spinacia oleracea</i>	ET	+	+	+
2	Amaryllidaceae	<i>Allium schoenoprasum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>A. fistulosum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>A. cepa</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>A. sativum</i> (L)	ET	+	+	+
3	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> (L)	ET	+	+	+
4	Aracaceae	<i>Elaeis guinnensis</i> (Jacq.)	ET	+	+	+
5	Araceae	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L) Schott	ESA	+	+	+
		<i>Colocasia esculenta</i> (L) Schott	ET	+	+	+
6	Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> L	ET	-	+	+
		<i>Chromoleana odorata</i> (L) R.King & H. Robinson	ET	+	+	+
		<i>Crassocephalum montuosum</i> (S. Moore) Milne-Redhead	ET	+	+	+
		<i>Tithonia diversifolia</i> (Heusl)	ET	+	+	+
		<i>Synedrella nodiflora</i> (Benth)	ET	+	+	+
		<i>Wedelia trilobata</i> (L) Hitchc	ESA	+	+	+
7	Blechnaceae	<i>Blechnum specant</i> (Kurnif)	EA	-	+	+
8	Burseraceae	<i>Dacryodes edulis</i> (G.Don)	ET	+	+	+
9	Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> (L)	ET	+	+	+
10	Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i> (L) Mill	ET	+	+	+
11	Caricaceae	<i>Carica papaya</i> (L)	ET	+	+	+
12	Commelinaceae	<i>Commelina difusa</i> (Burm.f)	EA	+	+	+
13	Combretaceae	<i>Terminalia catapa</i> (L)	ET	+	-	-
14	Convolvulaceae	<i>Ipomoea aquatica</i> (Forssk)	EA	+	+	+
		<i>I. batatas</i> Lam.	ET	+	+	+
15	Costaceae	<i>Costus afer</i> (Ker Gawl)	EAT	+	+	+
16	Cucurbitaceae	<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standley	ET	+	+	+
17	Cyperaceae	<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L) Britton	EA	-	+	+
		<i>Cyperus papyrus</i> (L)	EA	+	+	-

18	Euphorbiaceae	<i>Alchornea cordifolia</i> (schumach &Thonn) Miill Arg.	ET	+	+	-
		<i>Manihot utilissima</i> (Pohl)	ET	+	+	+
		<i>Sapium cornutum</i> Pax	ET	-	+	+
19	Fabaceae	<i>Acacia auriculiformis</i> (A.Cunn) ex Benth	ET	-	+	+
		<i>Arachis hypogaea</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Calopogonium mucunoides</i> (Desc)	ET	+	+	+
		<i>Centrosema pubescens</i> Benth	ET	+	+	+
		<i>Mimosa pudica</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Mucuna puriens</i> (L)	ET	-	+	+
		<i>Pisum sativum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Psophocarpus scandens</i> (Endl) Verdc	ET	-	+	+
20	Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris linearis</i> (Undern)	EA	+	+	+
21	Lycopodiaceae	<i>Lycodiella cernua</i> (L) Pic Serm	ESA	-	+	+
22	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	ET	+	+	+
23	Malvaceae	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L) Moench	ET	+	+	+
		<i>Hibiscus cannabinus</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>H. sabdariffa</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Triufetta cordifolia</i> A. Rich	ET	+	+	+
		<i>Urena lobata</i> L	ET	+	+	+
		<i>Sida acuta</i> (Burm.f.)	ET	+	+	+
24	Marantaceae	<i>Haumania liebrechtsina</i> (De wild &T.Durand) J. Léonard	EA	+	+	+
		<i>Marantochloa purpurea</i> (Ridl)	ET	-	+	+
		<i>Lasimorpha senegalesis</i> schoh	ET	+	+	-
25	Melastomataceae	<i>Tristemma leiocalyx</i> (Cogn)	ET	+	-	-
26	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> (L)	ET	-	+	-
		<i>M. sapientum</i> (L)	ET	-	+	+
27	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea lotus</i> (L)	EA	+	+	+
28	Onagraceae	<i>Ludwigia abyssinica</i> A. Rich	EA	-	+	-
		<i>Ludwigia senegalensis</i> (DC) Trochain	EA	+	+	+
29	Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> (L)	ET	-	+	-
30	Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> Sims	ET	+	+	+
31	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L	ET	+	+	-
32	Poaceae	<i>Imperata cylindrica</i>	ET	+	+	+
		<i>Pennisetum polystachion</i> (L)	EA	+	+	+
		<i>P. purpureum</i> (Schumach)	EA	+	+	+
		<i>P. unisetum</i> (Nees) Benth	EA	+	+	+
		<i>Panicum maximum</i> (Jacq)	ET	+	+	+
		<i>Bambusa vulgaris</i> (schr ad exwend)	ET	-	-	+
		<i>Paspalum oribiculare</i> (Forst)	ET	-	+	+
		<i>Phragmites australis</i> (CAV) Trin. EX Steud., 1841	EAT	+	+	-
33	Portulacaceae	<i>Talinum triangulare</i>	ET	+	+	-

34	Selaginellaceae	<i>Selaginella myosurus</i> (Sw) Alston	ESA	+	+	+
35	Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>S. melongena</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Nicotiana tabacum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Capsicum annuum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>C. baccatum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>C. chinense</i> Jacq.	ET	+	+	+
36	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	ET	+	+	+
37	Ulmaceae	<i>Trema orientalis</i> (L) Blume	ET	-	+	+
38	Woodsiaceae	<i>Athyrium filix</i> (L) Roth	EA	-	-	+

Il ressort des données dans le tableau III.11 que la flore de trois stations du bassin versant de la rivière Nganda pendant les deux saisons est composée de 35 familles avec 83 espèces.

4. Rivière Sukiankasa

La végétation du bassin versant de la rivière Makombo est contenue dans le tableau III.12.

Tableaux III.12 : Espèces végétales présentes dans le bassin versant de Makombo pendant les deux saisons.

Tableaux III.12 : Espèces végétales présentes dans le bassin versant de Sukiankasa pendant les deux saisons.

N°	Familles	Espèces Végétales	Habitat	Stations		
				I	II	III
1	Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L Subsp <i>cruentus</i>	ET	+	+	+
		<i>A. viridis</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>A. spinosus</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Althernanthera sessilis</i> (L) Dc	EA	+	+	+
		<i>Spinacia oleracea</i>	ET	+	+	+
2	Amaryllidaceae	<i>Allium schoenoprasum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>A. fistulosum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>A. cepa</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>A. sativum</i> (L)	ET	+	+	+
3	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> (L)	ET	+	+	+
4	Aracaceae	<i>Elaeis guinnensis</i> (Jacq.)	ET	+	+	+
5	Araceae	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L) Schott	ESA	+	+	+
		<i>Colocasia esculenta</i> (L) Schott	ET	+	+	+
	Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> L	ET	-	+	+

6		<i>Chromoleana odorata</i> (L) R.King & H. Robinson	ET	+	+	+
		<i>Crassocephalum montuosum</i> (S. Moore) Milne-Redhead	ET	+	+	+
		<i>Tithonia diversifolia</i> (Heusl)	ET	+	+	+
		<i>Synedrella nodiflora</i> (Benth)	ET	+	+	+
		<i>Wedelia trilobata</i> (L) Hitche	ESA	+	+	+
7	Blechnaceae	<i>Blechnum specant</i> (Kurnif)	EA	-	+	+
8	Burseraceae	<i>Dacryodes edulis</i> (G.Don)	ET	+	+	+
9	Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> (L)	ET	+	+	+
10	Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i> (L) Mill	ET	+	+	+
11	Caricaceae	<i>Carica papaya</i> (L)	ET	+	+	+
12	Commelinaceae	<i>Commelina difusa</i> (Burm.f)	EA	+	+	+
13	Combretaceae	<i>Terminalia catapa</i> (L)	ET	+	-	-
14	Convolvulaceae	<i>Ipomoea aquatica</i> (Forssk)	EA	+	+	+
		<i>I. batatas</i> Lam.	ET	+	+	+
15	Costaceae	<i>Costus afer</i> (Ker Gawl)	EAT	+	+	+
16	Cucurbitaceae	<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standley	ET	+	+	+
17	Cyperaceae	<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L) Britton	EA	-	+	+
		<i>Cyperus papyrus</i> (L)	EA	+	+	-
18	Euphorbiaceae	<i>Alchornea cordifolia</i> (schumach &Thonn) Miill Arg.	ET	+	+	-
		<i>Manihot utilissima</i> (Pohl)	ET	+	+	+
		<i>Sapium cornutum</i> Pax	ET	-	+	+
19	Fabaceae	<i>Acacia auriculiformis</i> (A.Cunn) ex Benth	ET	-	+	+
		<i>Arachis hypogaea</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Calopogonium mucunoides</i> (Desc)	ET	+	+	+
		<i>Centrosema pubescens</i> Benth	ET	+	+	+
		<i>Mimosa pudica</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Mucuna puriens</i> (L)	ET	-	+	+
		<i>Pisum sativum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Psophocarpus scandens</i> (Endl) Verde	ET	-	+	+
20	Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris linearis</i> (Undern)	EA	+	+	+
21	Lycopodiaceae	<i>Lycodiella cernua</i> (L) Pic Serm	ESA	-	+	+
22	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	ET	+	+	+
23	Malvaceae	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L) Moench	ET	+	+	+
		<i>Hibiscus cannabinus</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>H. sabdariffa</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Triufetta cordifolia</i> A. Rich	ET	+	+	+
		<i>Urena lobata</i> L	ET	+	+	+
		<i>Sida acuta</i> (Burm.f.)	ET	+	+	+
	Marantaceae	<i>Haumania liebrechtsina</i> (De wild &T.Durand) J. Léonard	EA	+	+	+

24		<i>Marantochloa purpurea</i> (Ridl)	ET	-	+	+
		<i>Lasimorpha senegalesis</i> schoh	ET	+	+	-
25	Melastomataceae	<i>Tristemma leiocalyx</i> (Cogn)	ET	+	-	-
26	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> (L)	ET	-	+	-
		<i>M. sapientum</i> (L)	ET	-	+	+
27	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea lotus</i> (L)	EA	+	+	+
28	Onagraceae	<i>Ludwigia abyssinica</i> A. Rich	EA	-	+	-
		<i>Ludwigia senegalensis</i> (DC) Trochain	EA	+	+	+
29	Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> (L)	ET	-	+	-
30	Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> Sims	ET	+	+	+
31	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L	ET	+	+	-
32	Poaceae	<i>Imperata cylindrica</i>	ET	+	+	+
		<i>Pennisetum polystachion</i> (L)	EA	+	+	+
		<i>P. purpureum</i> (Schumach)	EA	+	+	+
		<i>P. unisetum</i> (Nees) Benth	EA	+	+	+
		<i>Panicum maximum</i> (Jacq)	ET	+	+	+
		<i>Bambusa vulgaris</i> (schr ad exwend)	ET	-	-	+
		<i>Paspalum oribiculare</i> (Forst)	ET	-	+	+
		<i>Phragmites australis</i> (CAV) TRIN. EX STEUD., 1841	EAT	+	+	-
		<i>Saccharum officinarum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Zea mays</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Megastachya mucronata</i> (Poir) P. Beauv	ESA	+	+	+
33	Portulacaceae	<i>Talinum triangulare</i>	ET	+	+	-
34	Selaginellaceae	<i>Selaginella myosurus</i> (Sw) Alston	ESA	+	+	+
35	Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>S. melongena</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Nicotiana tabacum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>Capsicum annuum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>C. baccatum</i> (L)	ET	+	+	+
		<i>C. chinense</i> Jacq.	ET	+	+	+
36	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	ET	+	+	+
37	Ulmaceae	<i>Trema orientalis</i> (L) Blume	ET	-	+	+
38	Woodsiaceae	<i>Athyrium filix</i> (L) Roth	EA	-	-	+

Légende : + : Espèce présente ; EA : Espèce Aquatique ; ESA : Espèce Semi-Aquatique ;
- : Espèce absente ; ET : Espèce Terrestre ; EAT : Espèce Aquatique et Terrestre.

Pendant les deux saisons, les données dans le tableau III.12 révèlent que la flore des bassins versants des stations des prélèvements de Sukiankasa renfermait 38 familles des plantes et 86 espèces.

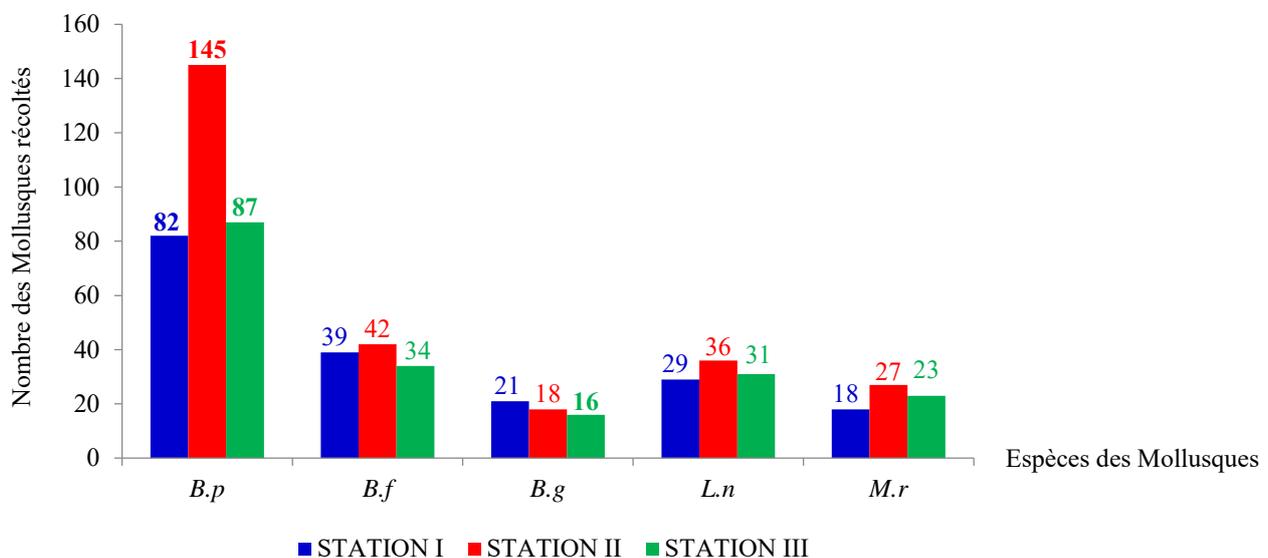
III.1.2.2 Faune malacologique de quatre rivières de Kimpese en 2020 et 2021

Les résultats de la faune malacologique ont été axés sur la récolte, l'identification, le test de l'infestation naturelle et la dissection des mollusques. Ces résultats sont consignés dans les figures III.31 à III.38

1° Récolte des mollusques gastéropodes dulcicoles de 2020 à 2021

- **Rivière Bilharziose**

- **Saisons pluvieuses**

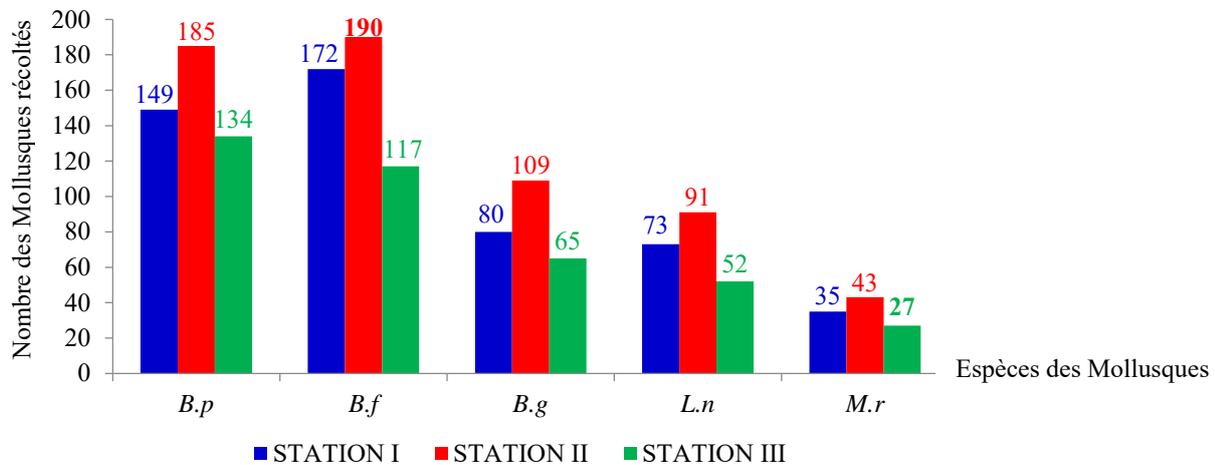


Graphique III.31 : Nombre des mollusques récoltés par espèces dans trois stations de Bilharziose en saisons pluvieuses.

Il ressort des données dans le graphique III.31 que, les espèces de mollusques récoltées en saisons pluvieuses sont par ordre d'abondance :

- *Biomphalaria pfeifferi* : 314 mollusques récoltés dans trois stations dont 145 mollusques à la station II ;
- *Bulinus forskalii* : 115 mollusques dont 42 à la station II.
- *Lymnaea natalensis* : 96 basommatophores récoltés dont 36 à la station II.
- *Melanoides recticosta* : 68 mollusques récoltés dans les trois stations dont 27 mollusques à la station II.
- *Bulinus globosus* est moins abondant en saison pluvieuse dans les trois stations de la rivière Bilharziose avec 55 mollusques dont 21 à la station I.

○ Saisons sèches



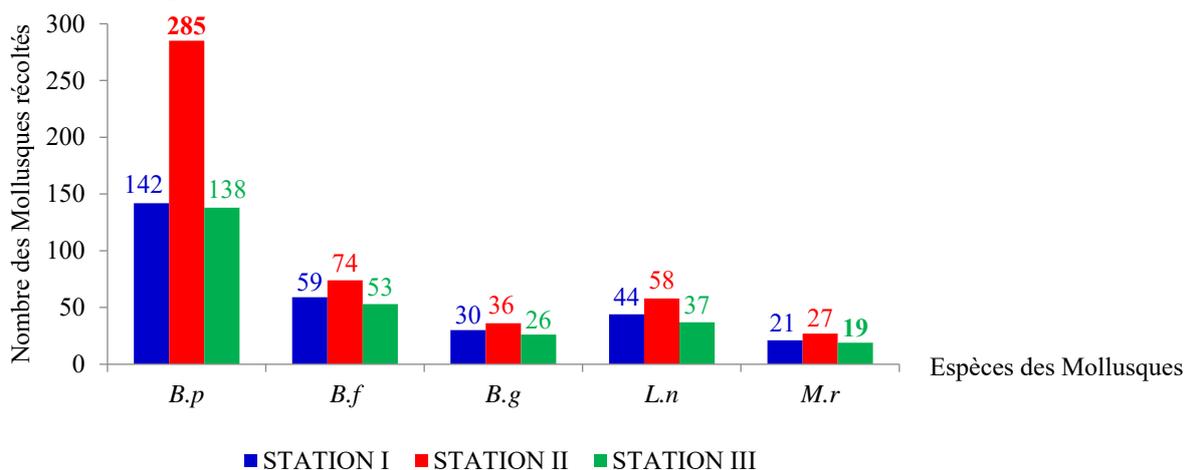
Graphique III.32 : Espèces et nombre des mollusques récoltés dans trois stations de Bilharziose en saisons sèches.

L'analyse des données dans le graphique III.32 ci-dessus montre qu'en saisons sèches, la station II était prolifique en mollusques suivants :

Bulinus forskalii : 190 mollusques, *Biomphalaria pfeifferi* : 185 mollusques, *B. globosus* : 109 mollusques, *Lymnaea natalensis* : 91 mollusques et *Melanoides relictosa* : 43 mollusques.

▪ Rivière Makombo

○ Saisons pluvieuses

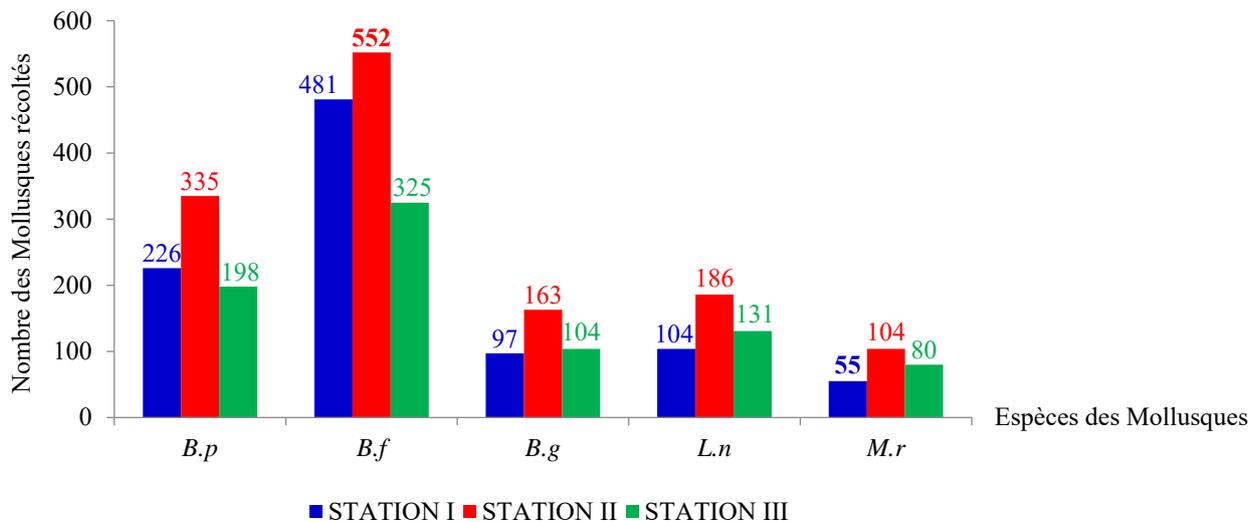


Graphique III.33 : Nombre des mollusques récoltés par espèce dans trois stations de Makombo en saisons pluvieuses.

Les données du graphique III.33 renseignent qu'un bon nombre de mollusques était récolté en saisons pluvieuses à la station II :

Biomphalaria pfeifferi : 285 mollusques, *Bulinus forskalii* : 74 mollusques, *Lymnaea natalensis* : 58 mollusques, *Bulinus globosus* : 36 mollusques et *Melanoides relictus* : 27 mollusques.

○ **Saisons sèches**



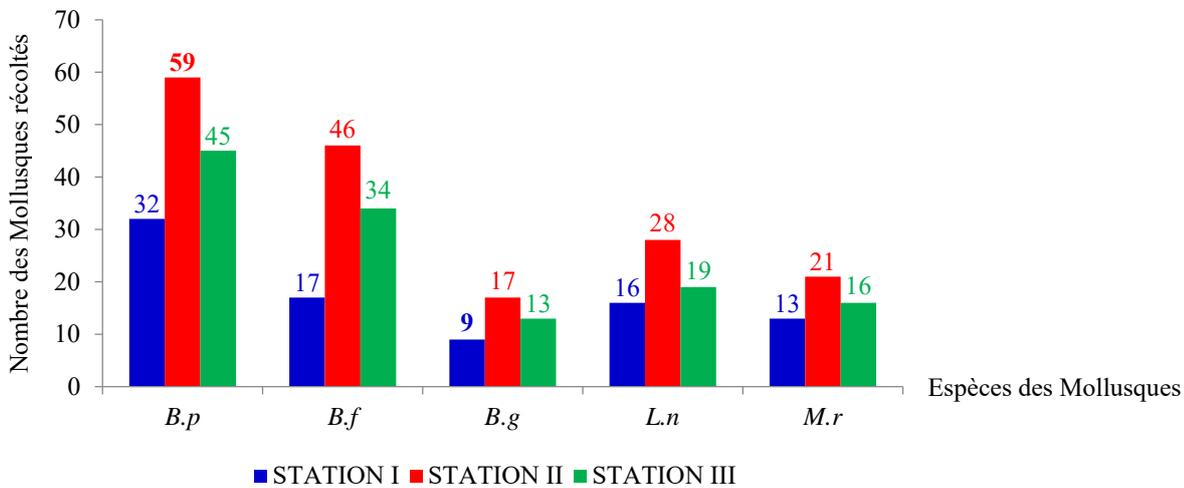
Graphique III.34 : Nombre des mollusques récoltés par espèce dans trois stations de Makombo en saisons sèches.

Les données dans le graphique III.34 ci-dessus montrent la présence des basommatophores en nombre élevé dans trois stations des récoltes en saisons sèches. La malacofaune de la station II était plus abondante à celles des autres stations. Les espèces de mollusques gastéropodes dulcicoles récoltés sont :

Bulinus forskalii : 1358 mollusques dans trois stations dont 552 à la station II, *Biomphalaria pfeifferi* : 335 mollusques (station II), *Lymnaea natalensis* : 186 mollusques (station II), *Bulinus globosus* : 163 mollusques à la station II et *Melanoides relictus* : 104 mollusques aussi à la station II.

▪ **Rivière Nganda**

○ **Saisons pluvieuses**

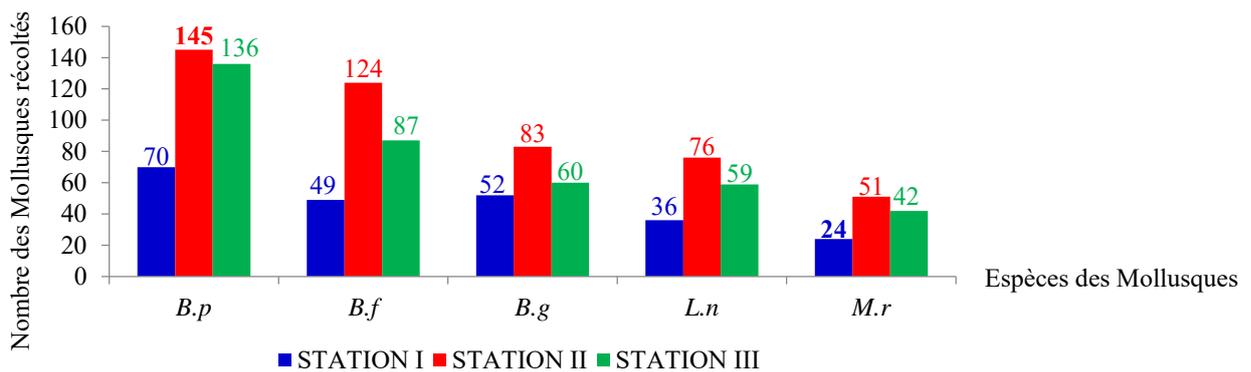


Graphique III.35 : Espèces et nombre des mollusques récoltés dans trois stations de Nganda en saisons pluvieuses.

Les données dans le graphique III.35 indiquent que la station II était prolifique en mollusques gastéropodes que les autres :

Biomphalaria pfeifferi, 171 Mollusques dont 59 à la station II, *Bulinus forskalii* : 46 Mollusques, *Lymnaea natalensis* : 28 Mollusques, *Melanoides recticosta* : 21 Mollusques et *Bulinus globosus* : 17 Mollusques.

○ **Saisons sèches**



Graphique III.36 : Espèces et nombre des mollusques récoltés dans trois stations de Nganda en saisons sèches.

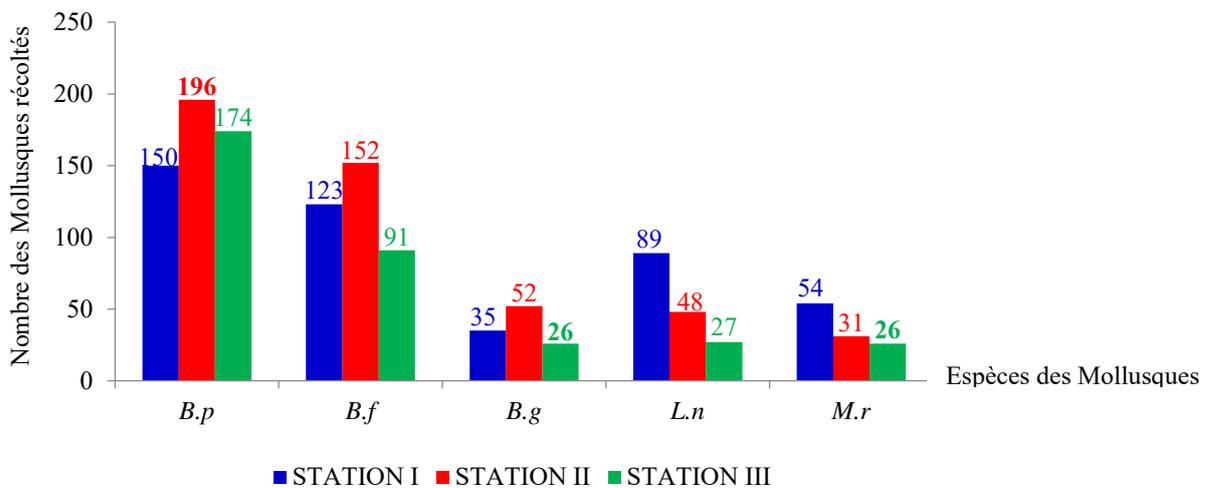
Les résultats consignés dans le graphique III.36 présentent presque les mêmes tendances que les données dans le graphique III.34, sauf l'émergence de *Bulinus*

globosus. En saisons sèches, un nombre important des mollusques gastéropodes dulcicoles a été récoltés à la station II et représenté par :

Biomphalaria pfeifferi : 145 mollusques, *Bulinus forskalii* : 124 mollusques, *B. globosus* : 83 mollusques, *Lymnaea natalensis* : 76 mollusques et *Melanoides recticosta* : 51 mollusques.

▪ **Rivière Sukiankasa**

○ **Saisons pluvieuses**

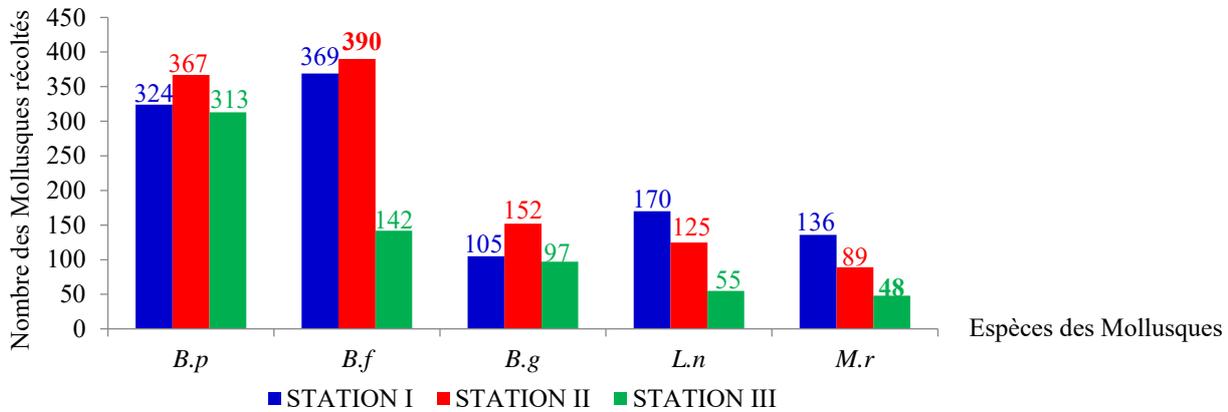


Graphique III.37 : Espèces et nombre des mollusques récoltés dans trois stations de Sukiankasa en saisons pluvieuses.

Les mollusques gastéropodes dulcicoles récoltés en saisons pluvieuses dans trois stations de Sukiankasa sont répartis dans le graphique III.37 :

Biomphalaria pfeifferi : 196 mollusques récoltés à la station II, *Bulinus forskalii* : 152 mollusques récoltés à la même station. *Lymnaea natalensis* : 89 mollusques récolté à la station I et *Melanoides recticosta* : 54 mollusques récoltés à la station I et *Bulinus globosus* : 52 mollusques à la station II.

2.- Saisons sèches



Graphique III.38 : Espèces et nombre des mollusques récoltés dans trois stations de Sukiankasa en saisons sèches.

Les résultats de graphique III.38 ont été presque similaires aux résultats du graphique III.36 concernant les nombres élevés des mollusques gastéropodes dulcicoles récoltés en **saisons sèches** aux stations II et I. :

390 *Bulinus forskalii* et 367 *Biomphalaria pfeifferi* récoltés à la station II, 170 *Lymnaea natalensis* (station I), 152 *B. globosus* (station II) et 136 *Melanoides recticosta* à la station I.

2° Identification des basommatophores récoltés dans les quatre rivières

Au total, 11995 mollusques gastéropodes dulcicoles ont été récoltés dans les douze stations des quatre rivières pendant les deux saisons. Parmi ces mollusques gastéropodes dulcicoles, cinq espèces ont été identifiées.

Tableau III.13 : Niveau taxonomique des trois espèces des mollusques gastéropodes dulcicoles identifiées

Le tableau ci-dessous représente le niveau taxonomique des trois espèces des mollusques identifiées

Niveau taxonomique des mollusques identifiés : <i>Blamphalaria pfeifferi</i> , <i>Bulinus forskalii</i> et <i>B. globosus</i>	
Règne : Animal	Règne : Animal
Sous- règne : Métazoaires	Sous -règne : Métazoaires
Embranchement : Mollusques	Embranchement : Mollusques
Sous- embranchement : Conchifères	Sous- embranchement : Conchifères
Classe : Gastéropodes	Classe : Gastéropodes
Sous- Classe : Pulmonés	Sous- Classe : Pulmonés
Ordre : Basommatophores	Ordre : Basommatophores
Famille : Planorbidae	Famille : Bulinidae
Sous- Famille : Planorbinae	Sous- Famille : Bulinae
Genre : <i>Biomphalaria</i>	Genre : <i>Bulinus</i>
Espèce : <i>Blamphalaria pfeifferi</i>	Espèce : <i>Bulinus forskalii</i> <i>B. globosus</i>
 <i>Biomphalaria pfeifferi</i>	  <i>Bulinus forskalii</i> <i>B. globosus</i>

Photos III.1 : *Biomphalaria pfeifferi*, *Bulinus forskalii* et *B. globosus*

Tableau III.14 : Niveau taxonomique des deux espèces des mollusques gastéropodes dulcicoles identifiées

Le tableau ci-dessous représente le niveau taxonomique des deux espèces des mollusques identifiées

Niveau taxonomique des mollusques identifiés : <i>Lymnaea natalensis</i> et de <i>Melanoides recticosta</i>	
Règne : Animal	Règne : Animal
Sous- règne : Métazoaires	Sous- règne : Métazoaires
Embranchement : Mollusques	Embranchement : Mollusques
Sous- embranchement : Conchifères	Sous-embranchement : Conchifères
Classe : Gastéropodes	Classe : Gastéropodes
Sous -Classe : Pulmonés	Sous- Classe : Pulmonés
Ordre : Basommatophores	Ordre : Basommatophores
Famille : Lymnaeidae	Famille : Thiaridae
Sous- Famille : Lymnaeinae	Sous- Famille : Thiarinae
Genre : Lymnaea	Genre : Melanoïdes
Espèce : <i>Lymnaea natalensis</i>	Espèce : <i>Melanoïdes recticosta</i>
 <i>Lymnaea natalensis</i>	 <i>Melanoïdes recticosta</i>

Photos III.2 : *Lymnaea natalensis* et *Melanoïdes recticosta*

3° Test de l'infestation naturelle

Les résultats de l'émission cercarienne des mollusques gastéropodes récoltés dans les douze stations de quatre rivières de Kimpese sont consignés dans les tableaux III.15 et III.22. Les photos du teste de l'infestation naturelle, dissection des mollusques gastéropodes dulcicoles et les observations microscopiques sont en Annexe XII.

1. Mollusques de Bilharziose

▪ Saisons pluvieuses

Les résultats de l'émission cercarienne des basommatophores récoltés dans la rivière Bilharziose pendant les saisons pluvieuses sont consignés dans le tableau III.15.

Tableau III.15 : Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Bilharziose en saisons pluvieuses.

MOLLUSQUES	STATION I		STATION II		STATION III		TOTAL			
	MR	EC	MR	EC	MR	EC	MR	%	EC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	82	5	145	8	87	4	314	48,5	17	2,6
<i>Bulinus forskalii</i>	39	2	42	2	34	1	115	17,7	5	0,8
<i>B. globosus</i>	21	3	18	4	16	2	55	8,5	9	1,4
<i>Lymnaea natalensis</i>	29	0	36	1	31	0	96	14,8	1	0,1
<i>Melanoides recticosta</i>	18	0	27	0	23	0	68	10,5	0	0
TOTAL							648	100	32	4,9

Légende : MR : Mollusque Récolté, EC : Emission cercarienne.

B. p : *Biomphalaria pfeifferi*, *B. f* : *Bulinus forskalii*, *B. g* : *Bulinus globosus*,
L. n : *Lymnaea natalensis* et *M. r* : *Melanoides recticosta*.

Les résultats de l'émission cercarienne dans le tableau III.15 montrent que les quatre espèces des mollusques gastéropodes dulcicoles ont émis en saisons pluvieuses des cercaires :

- *Biomphalaria pfeifferi* 17 furcocercaires soit 2,6 %,
 - *Bulinus globosus* 9 cercaires soit 1,4 % et *B. forskalii* 5 cercaires soit 0,8 % toutes deux de *Schistosoma haematobium* et
 - *Lymnaea natalensis* a émis 1 lophocercaire de *Fasciola hepatica* soit 0,1 %.
- Aucune cercaire n'a été libérée par *Melanoides recticosta*.

▪ Saisons sèches

Les résultats du test de l'infestation naturelle des basommatophores récoltés dans la rivière Bilharziose pendant les saisons sèches sont contenus dans le tableau III.16.

Tableau III.16 : Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Bilharziose en saisons sèches.

MOLLUSQUES	STATION I		STATION II		STATION III		TOTAL			
	MR	EC	MR	EC	MR	EC	MR	%	EC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	149	17	185	19	134	13	468	30,7	49	3,2
<i>Bulinus forskalii</i>	172	5	190	6	117	3	479	31,5	14	0,9
<i>B. globosus</i>	80	7	109	8	65	4	254	16,7	19	1,3
<i>Lymnaea natalensis</i>	73	1	91	1	52	0	216	14,2	2	0,1
<i>Melanoides relictica</i>	35	0	43	0	27	0	105	6,9	0	0
TOTAL							1522	100	84	5,5

Légende : MR : Mollusque Récolté, EC : Emission cercarienne.

B. p : *Biomphalaria pfeifferi*, *B. f* : *Bulinus forskalii*, *B. g* : *Bulinus globosus*,

L. n : *Lymnaea natalensis* et *M. r* : *Melanoides relictica*.

Les résultats du test de l'infestation naturelle des gastéropodes dans le tableau III.16 en saisons sèches ont renseigné que :

- *Biomphalaria pfeifferi*, prolifique en furcocercaires de *Schistosoma mansoni* 49 au total soit 3,2 % ;
- *Bulinus globosus* avec 19 furcocercaires de *Schistosoma haematobium* soit 1,3 %,
- *B. forskalii* avec 14 furcocercaires de *Schistosoma haematobium* soit 0,9 % et
- *Lymnaea natalensis* avec 2 lophocercaires de *Fasciola hepatica* soit 0,1 %.

Aucune cercaire n'a été libérée par *Melanoides relictica*.

2. Mollusques de Makombo

▪ Saisons pluvieuses

Tableau III.17 : Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Makombo en saisons pluvieuses.

MOLLUSQUES	STATION I		STATION II		STATION III		TOTAL			
	MR	EC	MR	EC	MR	EC	MR	%	EC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	142	13	285	29	138	22	565	53,9	64	6,1
<i>Bulinus forskalii</i>	59	2	74	4	53	3	186	17,7	9	0,9
<i>B. globosus</i>	30	4	36	6	26	2	92	8,8	12	1,1
<i>Lymnaea natalensis</i>	44	1	58	2	37	1	139	13,2	4	0,4
<i>Melanoides relictica</i>	21	0	27	0	19	0	67	6,4	0	0
TOTAL							1049	100	89	8,5

Légende : MR : Mollusque Récolté, EC : Emission cercarienne.

B. p : *Biomphalaria pfeifferi*, *B. f* : *Bulinus forskalii*, *B. g* : *Bulinus globosus*,

L. n : *Lymnaea natalensis* et *M. r* : *Melanoides relictica*.

Les données dans le tableau III.17 montrent que la station II a enregistré en saisons pluvieuses le nombre important des gastéropodes qui ont émis des cercaires :

Biomphalaria pfeifferi 64 (6,1 %) furcocercaires de *Schistosoma mansoni* ;

Bulinus globosus 12 (1,1 %) furcocercaires de *Schistosoma haematobium* ;

Bulinus forskalii 9 (0,9 %) furcocercaires de *S. haematobium* ;

Lymnaea natalensis 4 (0,4 %) lophocercaires de *Fasciola hepatica* et Aucune cercaire n'a été libérée par l'espèce *Melanoides recticosta*.

▪ Saisons sèches

Les résultats de l'émission cercarienne des basommatophores récoltés dans la rivière Makombo pendant les saisons sèches sont signalés dans le tableau III.18.

Tableau III.18 : Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Makombo en saisons sèches.

MOLLUSQUES	STATION I		STATION II		STATION III		TOTAL			
	MR	EC	MR	EC	MR	EC	MR	%	EC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	226	38	335	43	198	26	759	24,2	107	3,4
<i>Bulinus forskalii</i>	481	34	552	37	325	31	1358	43,2	102	3,2
<i>B. globosus</i>	97	12	163	42	104	18	364	11,6	72	2,3
<i>Lymnaea natalensis</i>	104	1	186	3	131	2	421	13,4	6	0,2
<i>Melanoides recticosta</i>	55	0	104	0	80	0	239	7,6	0	0
TOTAL							3141	100	287	9,1

Légende : MR : Mollusque Récolté, EC : Emission cercarienne.

B. p : *Biomphalaria pfeifferi*, *B. f* : *Bulinus forskalii*, *B. g* : *Bulinus globosus*,

L. n : *Lymnaea natalensis* et *M. r* : *Melanoides recticosta*.

Les données consignées dans le tableau III.18 montrent que toutes les espèces des mollusques gastéropodes en saisons sèches ont libéré les cercaires, excepté *Melanoides recticosta*. Les basommatophores de la station II étaient plus prolifiques en furcocercaires :

- *Biomphalaria pfeifferi* a libéré 107 (3,4 %) furcocercaires de *Schistosoma mansoni*,
- *Bulinus forskalii* a émis 102 (3,2 %) furcocercaires de *Schistosoma haematobium*,
- *Bulinus globosus* a produit 72 (2,3 %) furcocercaires de *S. haematobium* et
- *Lymnaea natalensis* a libéré 6 (0,2 %) lophocercaires de *Fasciola hepatica*.

3. Mollusques de Nganda

▪ Saison pluvieuse

Les résultats du test de l'infestation naturelle des basommatophores récoltés dans la rivière Nganda pendant les saisons pluvieuses sont contenus dans le tableau III.19.

Tableau III.19 : Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Nganda en saisons pluvieuses.

MOLLUSQUES	STATION I		STATION II		STATION III		TOTAL			
	MR	EC	MR	EC	MR	EC	MR	%	EC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	32	5	59	13	45	6	136	35,3	24	6,2
<i>Bulinus forskalii</i>	17	1	46	2	34	1	97	25,2	4	1
<i>B. globosus</i>	9	1	17	3	13	1	39	10,1	5	1,3
<i>Lymnaea natalensis</i>	16	0	28	1	19	0	63	16,4	1	0,3
<i>Melanoides recticosta</i>	13	0	21	0	16	0	50	13	0	0
TOTAL							385	100	34	8,8

Légende : MR : Mollusque Récolté, EC : Emission cercarienne.

B. p : *Biomphalaria pfeifferi*, *B. f* : *Bulinus forskalii*, *B. g* : *Bulinus globosus*,

L. n : *Lymnaea natalensis* et *M. r* : *Melanoides recticosta*.

Pendant les saisons pluvieuses, les chiffres importants des cercaires libérées ont été enregistrés à la Station II : *Biomphalaria pfeifferi* (24 soit 6,2 % des furcocercaires de *Schistosoma mansoni*), *Bulinus globosus* (5 soit 1,3 % des furcocercaires de *Schistosoma haematobium*), *B. forskalii* (4 soit 1 %, des furcocercaires de *S. haematobium*) *Lymnaea natalensis* (1 soit 0,3 % lophocercaire de *Fasciola hepatica*) et aucune cercaire n'a été libérée par *Melanoides recticosta*.

▪ Saisons sèches

Les résultats du test de l'infestation naturelle des basommatophores récoltés dans la rivière Nganda pendant les saisons sèches sont représentés dans le tableau III.20.

Tableau III.20 : Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Nganda en saisons sèches.

MOLLUSQUES	STATION I		STATION II		STATION III		TOTAL			
	MR	EC	MR	EC	MR	EC	MR	%	EC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	70	8	145	17	136	9	351	32,1	34	3,1
<i>Bulinus forskalii</i>	49	3	124	5	87	3	260	23,8	11	1
<i>B. globosus</i>	52	4	83	11	60	6	195	17,8	21	1,9
<i>Lymnaea natalensis</i>	36	1	76	2	59	1	171	15,6	4	0,4
<i>Melanoides recticosta</i>	24	0	51	0	42	0	117	10,7	0	0
TOTAL							1094	100	70	6,4

Légende : MR : Mollusque Récolté, EC : Emission cercarienne.

B. p : *Biomphalaria pfeifferi*, *B. f* : *Bulinus forskalii*, *B. g* : *Bulinus globosus*,

L. n : *Lymnaea natalensis* et *M. r* : *Melanoides recticosta*.

Les données dans le tableau III.20 montrent le nombre important des cercaires libérées par les basommatophores récoltés à la station II. Hors mis *Melanoides relictosa* qui n'a pas libéré les cercaires, on a enregistré :

- 34 (3,1 %) furcocercaires de *Schistosoma mansoni* libérées par *Biomphalaria pfeifferi*
- 21 (1,9 %) furcocercaires de *Schistosoma haematobium* émises par *Bulinus globosus*
- 11 (1 %) furcocercaires de *S. haematobium* produite par *Bulinus forskalii* et
- 4 (0,4 %) lophocercaires de *Fasciola hepatica* par *Lymnaea natalensis*.

4. Mollusques de Sukiankasa

▪ Saisons pluvieuses

Les résultats du test de l'infestation naturelle des basommatophores récoltés dans la rivière Sukiankasa pendant les saisons pluvieuses sont contenus dans le tableau III.21.

Tableau III.21 : Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Sukiankasa en saisons pluvieuses.

MOLLUSQUES	STATION I		STATION II		STATION III		TOTAL			
	MR	EC	MR	EC	MR	EC	MR	%	EC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	150	13	196	20	174	17	520	40,8	50	3,9
<i>Bulinus forskalii</i>	123	2	152	3	91	1	366	28,7	6	0,5
<i>B. globosus</i>	35	3	52	5	26	2	113	8,9	10	0,8
<i>Lymnaea natalensis</i>	89	2	48	1	27	1	164	12,9	4	0,3
<i>Melanoides relictosa</i>	54	0	31	0	26	0	111	8,7	0	0
TOTAL							1274	100	70	5,5

Légende : MR : Mollusque Récolté, EC : Emission cercarienne.

B. p : *Biomphalaria pfeifferi*, *B. f* : *Bulinus forskalii*, *B. g* : *Bulinus globosus*,

L. n : *Lymnaea natalensis* et *M. r* : *Melanoides relictosa*.

Concernant la libération de cercaires par les mollusques de Sukiankasa en saison pluvieuse, les données dans le tableau III.21 montrent :

- *Biomphalaria pfeifferi* avec 50 (3,9 %,) furcocercaires *Schistosoma mansoni*. Le nombre important des larves des *Schistosoma mansoni* a été enregistré chez les basommatophores de la station II.
- les deux espèces du genre *Bulinus* ont libérés les furcocercaires de *Schistosoma haematobium* 16 (1,3 %,) dont le chiffre élevé a été enregistré aussi à la station II avec la prédominance chez *Bulinus globosus*.
- *Lymnaea natalensis* avec 4 (0,3 %,) lophocercaires de *Fasciola hepatica*.

▪ **Saisons sèches**

Les résultats du test de l'infestation naturelle des basommatophores récoltés dans la rivière Sukiankasa pendant les saisons sèches sont représentés dans le tableau III.22.

Tableau III.22 : Nombre des cercaires par espèce de mollusque et par station de Sukiankasa en saisons pluvieuses.

MOLLUSQUES	STATION I		STATION II		STATION III		TOTAL			
	MR	EC	MR	EC	MR	EC	MR	%	EC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	324	28	367	31	313	22	1004	34,8	81	2,8
<i>Bulinus forskalii</i>	369	5	390	6	142	3	901	31,3	14	0,5
<i>B. globosus</i>	105	9	152	11	97	8	354	12,3	28	1
<i>Lymnaea natalensis</i>	170	3	125	2	55	1	350	12,1	6	0,2
<i>Melanoides relicticosta</i>	136	0	89	0	48	0	273	9,5	0	0
TOTAL							2882	100	129	4,5

Légende : MR : Mollusque Récolté, EC : Emission cercarienne. *B. p* : *Biomphalaria pfeifferi*,
B. f : *Bulinus forskalii*, *B. g* : *Bulinus globosus*, *L. n* : *Lymnaea natalensis* et
M. r : *Melanoides relicticosta*.

Les données d'émission cercarienne des mollusques de Sukiankasa en saisons sèches dans le tableau III.22 indiquent que :

- *Biomphalaria pfeifferi* était prolifique en test de l'infestation naturelle avec 81 (2,8 %,) furcocercaires de *Schistosoma mansoni* libérées dont 31 à la station II,
- *Bulinus globosus* avec 28 (1 %,) furcocercaires de *Schistosoma haematobium* dont 11 par les mollusques gastéropodes de la station II,
- *Bulinus forskalii* avec 14 (0,5 %,) furcocercaires de *S. haematobium* dont 6 mollusques gastéropodes de la station II.
- *Lymnaea natalensis* avec 6 (0,2 %,) lophocercaires de *Fasciola hepatica* dont 3 à la station I.
- Aucune cercaire n'a été crachée par *Melanoides relicticosta*.

4° Dissection des mollusques de quatre rivières de Kimpese de 2020 à 2021

Pour les dissections des mollusques récoltés dans toutes les stations des hydrosystèmes, en dehors des mouvements dans le tube digestif, on a observé chez quelques mollusque comme : *Biomphalaria pfeifferi* (*B. p*) des furcocercaires de *Schistosoma mansoni* ; *Bulinus globosus* (*B. g*) et *B. forskalii* (*B. f*) des furcocercaires de *Schistosoma haematobium* et *Lymnaea natalensis* (*L. n*) des lophocercaires de *Fasciola hepatica*. Aucun cercaire observé chez *Melanoides recticosta* (*M. r*), ni mouvement dans le tube digestif ni furcocercaire. Les résultats de la dissection des mollusques sont présentés dans les tableaux III.23 à III.30.

1. Rivière Bilharziöse

▪ Saisons pluvieuses

Les résultats de la dissection des mollusques gastéropodes de la rivière Bilharziöse en saisons pluvieuses sont contenus dans tableau III.23.

Tableau III.23 : Résultats de la dissection des mollusques de trois stations de Bilharziöse pendant les saisons pluvieuses.

MOLLUSQUES	STATION I			STATION II			STATION III			TOTAL					
	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	%	MMTD	%	MC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	75	7	4	134	9	5	81	6	3	290	48,5	22	3,7	12	2
<i>Bulinus forskalii</i>	36	3	1	40	2	1	32	1	0	108	18,1	6	1	2	0,3
<i>B. globosus</i>	18	2	1	13	4	2	12	1	1	43	7,2	7	1,2	4	0,7
<i>Lymnaea natalensis</i>	27	1	0	35	1	1	28	1	1	90	15	3	0,5	2	0,3
<i>Melanoides recticosta</i>	18	0	0	27	0	0	22	0	0	67	11,2	0	0	0	0
TOTAL										598	100	38	6,4	20	3,3

Légende : **M** : Mollusque. **MD** : Mollusque disséqué. **MMTD** : Mollusque avec Mouvements dans le Tube Digestif. **MC** : Mollusque avec Cercaire

Au total 598 mollusques ont été disséqués en saisons pluvieuse dont 38 (6,4 %) mollusques avaient les mouvements dans les tubes digestifs et 20 (3,5 %) mollusques possédaient les cercaires. Les résultats sont répartis comme suit :

Mollusques	Disséqués	Avec MTD	Avec cercaire
○ <i>Biomphalaria pfeifferi</i>	290	22 3,7 %	12 2 %
○ <i>Bulinus forskalii</i>	108	6 1 %	2 0,3 %
○ <i>Bulinus globosus</i>	43	7 1,2 %	4 0,7 %
○ <i>Lymnaea natalensis</i>	90	3 0,5 %	2 0,3 %
○ <i>Melanoides recticosta</i>	67	0 0	0 0
Total	598	38 6,4 %	20 3,3 %

▪ **Saisons sèches**

Les résultats de la dissection des mollusques gastéropodes de la rivière Bilharziose en saisons sèches sont contenus dans tableau III.24.

Tableau III.24 : Résultats de la dissection des mollusques de trois stations de Bilharziose pendant les saisons sèches.

MOLLUSQUES	STATION I			STATION II			STATION III			TOTAL					
	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	%	MMTD	%	MC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	129	32	17	164	28	19	120	15	11	413	29,2	75	5,3	47	3,4
<i>Bulinus forskalii</i>	164	3	1	185	4	1	113	2	0	462	32,7	9	0,6	2	0,1
<i>B. globosus</i>	71	9	5	99	13	7	60	9	4	230	16,2	31	2,2	16	1,1
<i>Lymnaea natalensis</i>	70	4	1	87	5	2	48	3	0	205	14,5	12	0,9	3	0,2
<i>Melanooides relictica</i>	35	0	0	43	0	0	26	0	0	104	7,4	0	0	0	0
TOTAL										1414	100	127	9	68	4,8

Légende : **M** : Mollusque. **MD** : Mollusque disséqué. **MMTD** : Mollusque avec Mouvements dans le Tube Digestif. **MC** : Mollusque avec Cercaire

Au total 1414 mollusques ont été disséqués en saisons sèches parmi les basommatophores récoltés dans les trois stations de la rivière Bilharziose dont 127 MMTD (9 %) et 68 MC (4,8 %). Les résultats sont répartis comme suit :

Mollusques	Disséqués	MMTD	MC
○ <i>Biomphalaria pfeifferi</i>	413	75 5,3 %	47 3,4 %
○ <i>Bulinus forskalii</i>	462	9 0,6 %	2 0,1 %
○ <i>Bulinus globosus</i>	230	31 2,2 %	16 1,1 %
○ <i>Lymnaea natalensis</i>	205	12 0,9 %	3 0,2 %
○ <i>Melanooides relictica</i>	104	0 0	0 0
Total	1414	127 9 %	68 4,8 %

2° Rivière Makombo

▪ Saisons pluvieuses

Les résultats de la dissection des mollusques gastéropodes de la rivière Makombo en saisons pluvieuses sont contenus dans tableau III.25.

Tableau III.25 : Résultat de la dissection des mollusques de trois stations de Makombo pendant les saisons pluvieuses.

MOLLUSQUES	STATION I			STATION II			STATION III			TOTAL					
	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	%	MMTD	%	MC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	128	16	7	255	37	26	114	29	16	497	52,5	82	8,7	49	5,2
<i>Bulinus forskalii</i>	53	5	2	72	3	1	49	4	1	174	18,4	12	1,3	4	0,4
<i>B. globosus</i>	28	3	2	25	2	2	23	2	1	76	8	7	0,7	5	0,5
<i>Lymnaea natalensis</i>	57	2	1	42	4	1	36	1	0	135	14,2	7	0,7	2	0,2
<i>Melanoides recticosta</i>	27	0	0	20	0	0	18	0	0	65	6,9	0	0	0	0
TOTAL										947	100	108	11,4	60	6,3

Légende : **M** : Mollusque. **MD** : Mollusque disséqué. **MMTD** : Mollusque avec Mouvements dans le Tube Digestif. **MC** : Mollusque avec Cercaire

Au total 947 mollusques ont été disséqués en saisons pluvieuses 108 MMTD (11,4 %) et 60 MC (6,3 %).

Les résultats sont répartis comme suit :

Mollusques	Disséqués	Avec MTD	Avec cercaire
○ <i>Biomphalaria pfeifferi</i>	497	82 8,7 %	49 5,2 %
○ <i>Bulinus forskalli</i>	174	12 1,3 %	4 0,4 %
○ <i>Bulinus globosus</i>	76	7 0,7 %	5 0,5 %

○ <i>Lymnaea natalensis</i>	135	7	0,7 %	2	0,2 %
○ <i>Melanoides recticosta</i>	65	0	0	0	0
Total	947	108	11,4	60	6,3

▪ Saisons sèches

Les résultats de la dissection des mollusques gastéropodes de la rivière Makombo en saisons sèches sont contenus dans tableau III.26.

Tableau III.26 : Résultats de la dissection des mollusques récoltés dans les trois stations de Makombo pendant les saisons sèches de 2020 et 20201.

MOLLUSQUES	STATION I			STATION II			STATION III			TOTAL					
	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	%	MMTD	%	MC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	187	18	9	291	41	32	170	23	12	648	22,9	82	2,9	53	1,9
<i>Bulinus forskalii</i>	446	25	6	515	14	3	293	9	4	1254	44,2	48	1,7	13	0,5
<i>B. globosus</i>	82	8	5	118	11	7	84	14	8	284	10	33	1,2	20	0,7
<i>Lymnaea natalensis</i>	101	3	1	182	6	2	127	2	1	410	14,5	11	0,4	4	0,1
<i>Melanoides recticosta</i>	55	0	0	104	0	0	80	0	0	239	8,4	0	0	0	0
TOTAL										2835	100	174	6,2	90	3,2

Légende : **M** : Mollusque. **MD** : Mollusque disséqué. **MMTD** : Mollusque avec Mouvements dans le Tube Digestif. **MC** : Mollusque avec Cercaire.

Au total 2835 mollusques ont été disséqués en saisons sèches dans les trois stations de Makombo dont 174 MMTD (6,2 %) et 90 MC (3,2 %). Les résultats sont répartis comme suit :

Mollusques	Disséqués	Avec MTD	avec cercaire
○ <i>Biomphalaria pfeifferi</i>	648	82 2,9 %	53 1,9 %

○ <i>Bulinus forskalli</i>	1254	48	1,7 %	13	0,5 %
○ <i>Bulinus globosus</i>	284	33	1,2 %	20	0,7 %
○ <i>Lymnaea natalensis</i>	410	11	0,4 %	4	0,1 %
○ <i>Melanoides recticosta</i>	239	0	0	0	0
Total	2835	174	6,2	90	3,2

3. Rivière Nganda

▪ Saisons pluvieuses

Les résultats de la dissection des mollusques gastéropodes de la rivière Makombo en saisons sèches sont consignés dans tableau III.27.

Tableau III.27 : Résultats de la dissection des mollusques récoltés dans les trois stations de Nganda pendant les saisons pluvieuses de 2020 et 20201.

MOLLUSQUES	STATION I			STATION II			STATION III			TOTAL					
	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	%	MMTD	%	MC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	27	3	3	45	5	3	38	6	4	110	31,6	14	4	10	2,8
<i>Bulinus forskalii</i>	18	2	1	45	3	1	32	0	1	95	27,3	5	1,4	3	0,9
<i>B. globosus</i>	8	0	1	15	2	1	11	2	1	34	9,8	4	1,2	3	0,9
<i>Lymnaea natalensis</i>	16	0	0	26	3	0	18	0	0	60	17,2	3	0,9	0	0
<i>Melanoides recticosta</i>	13	0	0	21	0	0	15	0	0	49	14,1	0	0	0	0
TOTAL										348	100	26	7,5	16	4,6

Légende : **M** : Mollusque. **MD** : Mollusque disséqué. **MMTD** : Mollusque avec Mouvement dans le Tube Digestif.

MC : Mollusque avec Cercaire

Au total 348 mollusques disséqués en **saisons pluvieuses** dont 26 MMTD (7,5 %) et 16 MC (4,6 %). Les résultats sont répartis comme suit :

Mollusques	Disséqués	Avec MTD		avec furcocercaire	
○ <i>Biomphalaria pfeifferi</i>	110	14	4 %	10	2,8 %
○ <i>Bulinus forskalli</i>	95	5	1,4 %	3	0,9 %
○ <i>Bulinus globosus</i>	34	4	1,2 %	3	0,9 %
○ <i>Lymnaea natalensis</i>	60	3	0,9 %	0	0 %
○ <i>Melanoides recticosta</i>	49	0	0	0	0 %
Total	348	26	7,5	16	4,6 %

▪ Saisons sèches

Les résultats de la dissection des mollusques gastéropodes de la rivière Nganda en saisons sèches sont contenus dans tableau III.28.

Tableau III.28 : Résultats de la dissection des mollusques récoltés dans les trois stations de Nganda pendant les saisons sèches de 2020 et 20201.

MOLLUSQUES	STATION I			STATION II			STATION III			TOTAL					
	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	%	MMTD	%	MC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	62	4	7	125	10	12	123	6	4	310	30,9	20	2	23	2,3
<i>Bulinus forskalii</i>	45	2	2	118	3	1	82	2	1	245	24,4	7	0,7	4	0,4
<i>B. globosus</i>	46	3	4	70	7	5	53	5	2	169	16,8	15	1,5	11	1,1
<i>Lymnaea natalensis</i>	34	1	1	73	12	1	57	3	1	164	16,4	16	1,6	3	0,3
<i>Melanoides recticosta</i>	24	0	0	51	0	0	40	0	0	115	11,5	0	0	0	0
TOTAL										1003	100	58	5,8	41	4,1

Légende : **M** : Mollusque. **MD** : Mollusque disséqué. **MMTD** : Mollusque avec Mouvements dans le Tube Digestif. **MC** : Mollusque avec Cercaire.

Au total 1003 Mollusques disséqués en saisons sèches parmi les gastéropodes récoltés dans les trois stations de Nganda dont 58 MMTD (5,8 %) et 41 MC (4,1 %). Les résultats sont répartis comme suit :

Mollusques	Disséqués	MMTD	MC
○ <i>Biomphalaria pfeifferi</i>	310	20 2 %	23 2,3 %
○ <i>Bulinus forskalli</i>	245	7 0,7 %	4 0,4 %
○ <i>Bulinus globosus</i>	169	15 1,5 %	11 1,1 %
○ <i>Lymnaea natalensis</i>	164	16 1,6 %	3 0,3 %
○ <i>Melanoides recticosta</i>	115	0 0 %	0 0 %
Total	1003	58 5,8 %	41 4,1 %

100

4. Rivière Sukiankasa

▪ Saisons pluvieuses

Les résultats de la dissection des mollusques gastéropodes de la rivière Sukiankasa en saisons pluvieuses sont signalés dans tableau III.29.

Tableau III.29 : Résultats dissection des mollusques récoltés dans les trois stations de Sukiankasa pendant les saisons pluvieuses de 2020 et 20201.

MOLLUSQUES	STATION I			STATION II			STATION III			TOTAL					
	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	%	MMTD	%	MC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	136	13	5	175	12	7	154	15	4	465	39,2	40	3,4	16	1,3
<i>Bulinus forskalii</i>	119	1	0	148	3	1	89	2	1	356	30	6	0,5	2	0,2
<i>B. globosus</i>	46	4	2	32	3	2	22	4	1	100	8,4	11	0,9	5	0,4

<i>Lymnaea natalensis</i>	85	3	1	46	1	0	25	0	0	156	13,1	4	0,3	1	0,1
<i>Melanoides recticosta</i>	54	0	0	30	0	0	26	0	0	110	9,3	0	0	0	0
TOTAL										1187	100	61	5,1	24	2

Légende : **M** : Mollusque. **MD** : Mollusque disséqué. **MMTD** : Mollusque avec Mouvements dans le Tube Digestif. **MC** : Mollusque avec Cercaire.

Au total 1187 mollusques disséqués en saisons pluvieuses dont 61 MMTD (5,1 %) et 24 MC (2,0 %). Les résultats sont répartis comme suit :

Mollusques	Disséqués	MMTD	MC
○ <i>Biomphalaria pfeifferi</i>	465	40 3,4 %	16 1,3 %
○ <i>Bulinus forskalli</i>	356	6 0,5 %	2 0,2 %
○ <i>Bulinus globosus</i>	100	11 0,9 %	5 0,4 %
○ <i>Lymnaea natalensis</i>	156	4 0,3 %	1 0,1 %
○ <i>Melanoides recticosta</i>	110	0 0 %	0 0 %
Total	1187	61 5,1	24 2 %

▪ Saisons sèches

Les résultats de la dissection des mollusques gastéropodes de la rivière Sukiankasa en saisons sèches sont signalés dans tableau III.30.

Tableau III.30 : Résultats de la dissection des mollusques de trois stations de Sukiankasa pendant les saisons sèches.

MOLLUSQUES	STATION I			STATION II			STATION III			TOTAL					
	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	MMTD	MC	MD	%	MMTD	%	MC	%
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	294	28	15	332	20	24	289	17	16	915	33,6	65	2,4	55	2

<i>Bulinus forskalii</i>	362	3	1	384	4	2	136	2	0	882	32,4	9	0,3	3	0,1
<i>B. globosus</i>	141	13	8	91	15	6	87	13	7	319	11,7	41	1,5	21	0,8
<i>Lymnaea natalensis</i>	165	2	1	120	3	1	51	4	1	336	12,3	9	0,3	3	0,1
<i>Melanoides relictus</i>	133	0	0	89	0	0	48	0	0	270	10	0	0	0	0
TOTAL										2722	100	124	4,5	82	3

Légende : **M** : Mollusque. **MD** : Mollusque disséqué. **MMTD** : Mollusque avec Mouvements dans le Tube Digestif. **MC** : Mollusque avec Cercaire.

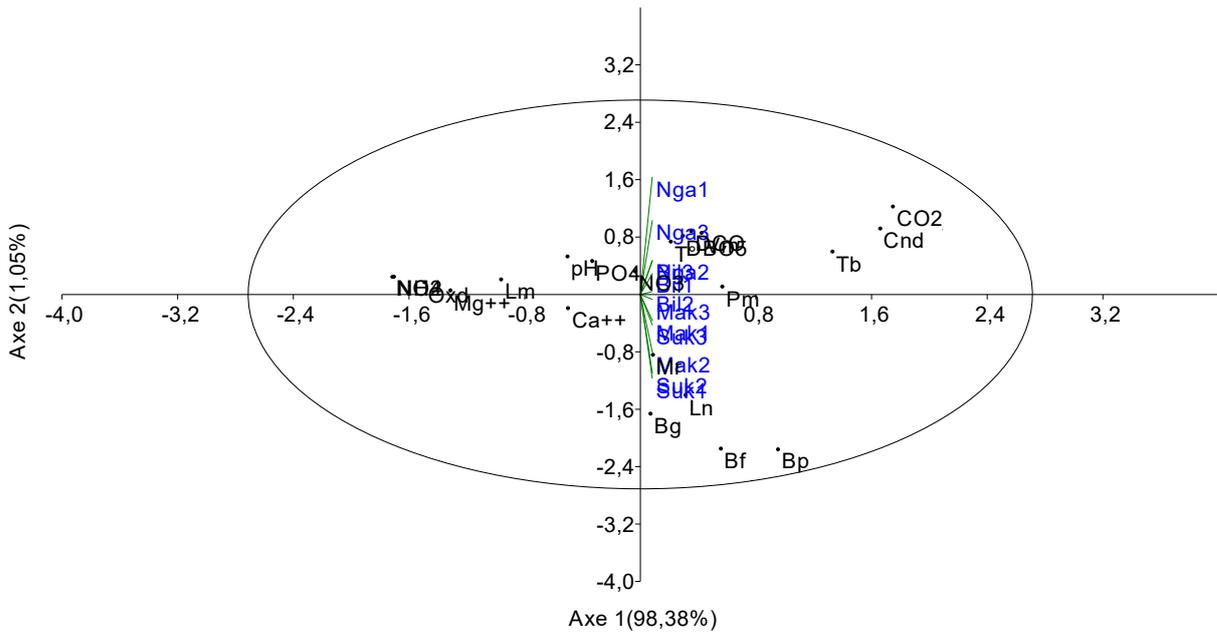
Au total 2722 mollusques ont été disséqués en saisons sèches dans les trois stations de Sukiankasa dont 124 MMTD (4,5 %) et 82 MC (3 %). Les résultats sont répartis comme suit :

Mollusques	Disséqués	MMTD	MC
○ <i>Biomphalaria pfeifferi</i>	915	65 2,4 %	55 2 %
○ <i>Bulinus forskalii</i>	882	9 0,3 %	3 0,1 %
○ <i>Bulinus globosus</i>	319	41 1,5 %	21 0,8 %
○ <i>Lymnaea natalensis</i>	336	9 0,3 %	3 0,1 %
○ <i>Melanoides relictus</i>	270	0 0	0 0
Total	2722	124 4,5	82 3

III.1.3 Corrélation entre les paramètres abiotiques et Mollusques Gastéropodes Dulcicoles (MGD) pendant les deux Saisons

III.1.3.1 Saisons pluvieuses

Les paramètres abiotiques qui ont corrélés positivement avec les basommatophores pendant les saisons pluvieuses sont contenus dans le graphique III.39.



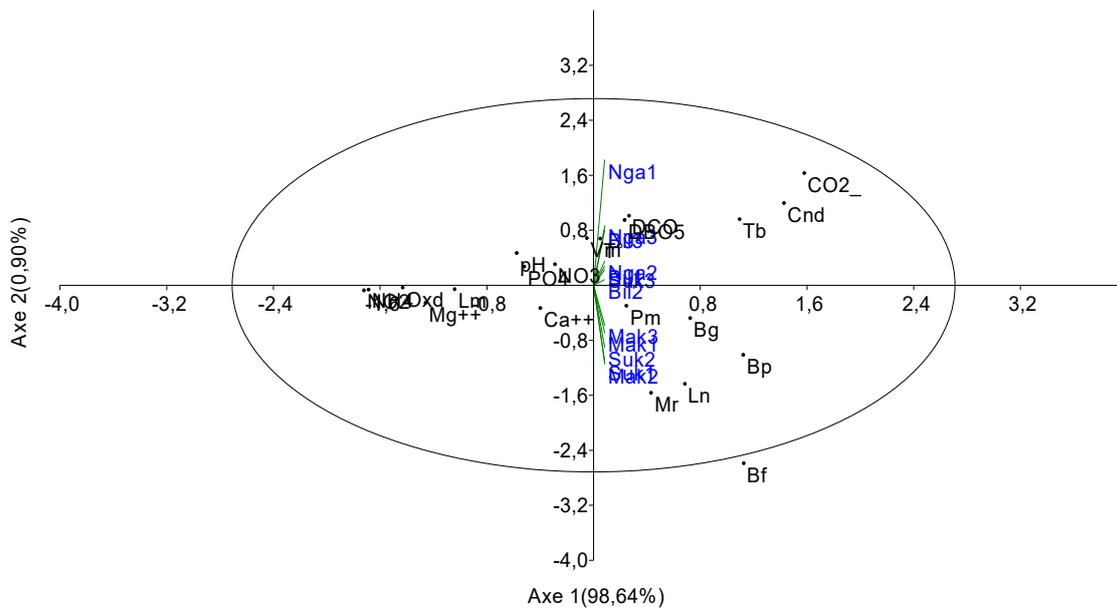
Graphique III.39 : Corrélation entre paramètres abiotiques et MGD en saisons pluvieuses.

Les résultats contenu dans le graphique III.39 renseigne que les deux axes principaux (axe 1 et axe 2) ont été retenus, puisqu'ils sont responsables de 99,43 % de la variance totale ; l'axe 1 ayant exprimé le maximum de la variabilité (98,38%) et l'axe 2, une variance restante (1,05 %).

En rapport avec l'axe 1, toutes les stations d'étude sont corrélées positivement à la température, DCO, DBO5, turbidité, conductivité et le dioxyde de carbone. Ces paramètres ont corrélé avec les cinq espèces des mollusques gastéropodes récoltés dans ces milieux.

III.1.3.2 Saisons sèches

Les paramètres abiotiques qui ont corrélés positivement avec les basommatophores pendant les saisons sèches sont contenus dans le graphique III.40.



Graphique III.40 : Corrélation entre paramètres abiotiques et MGD en saisons sèches

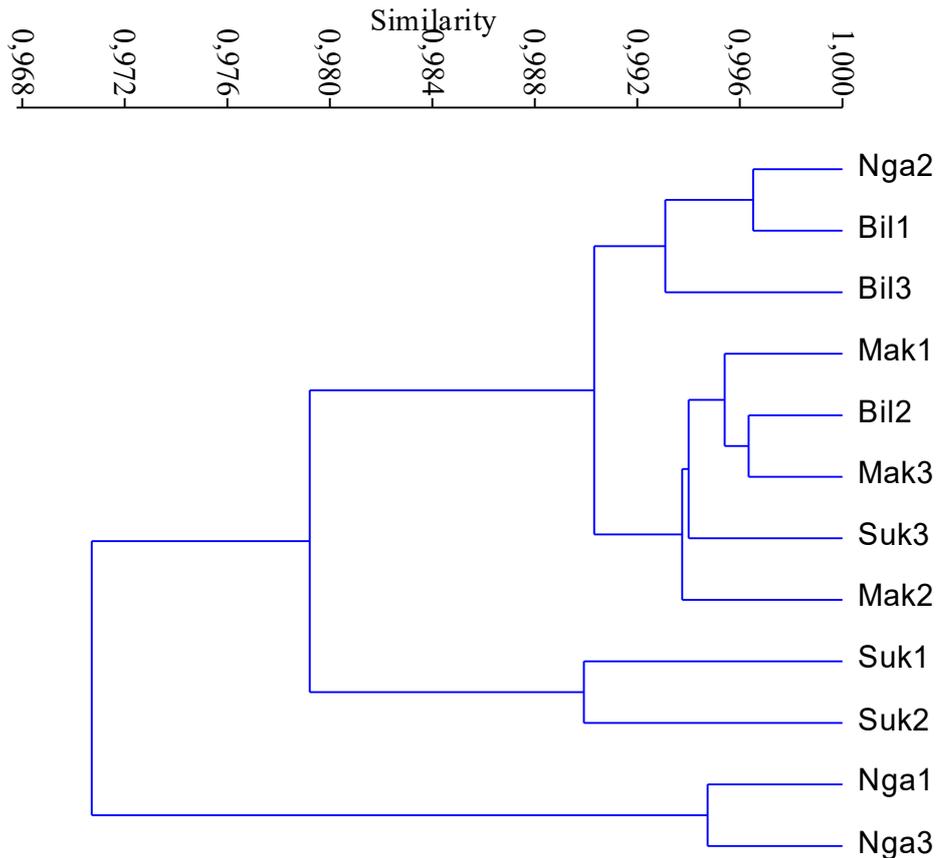
Selon le graphique III.40, les deux axes principaux (axe 1 et axe 2) ont été retenus puisqu'ils sont garantis de 99,54 % de la dispersion des variables ; l'axe 1 ayant présenté 98,64 % de la variance totale et l'axe 2 ; 0,90 % de celle-ci.

Les résultats des saisons sèches ont révélé une corrélation positive entre l'axe 1 et toutes les douze stations. La température, la turbidité, la conductivité, la DCO, la DBO5, le dioxyde de carbone, le nitrate, le pH, la vitesse d'écoulement des eaux, la profondeur et la largeur. Ces paramètres ont corrélé positivement avec les espèces des mollusques gastéropodes récoltés dans ces rivières.

III.1.4 Dendrogramme de similarité des stations des rivières en fonction des paramètres abiotiques et des basommatophores pendant les deux saisons

III.1.4.1 Saisons pluvieuses

La similarité des stations des rivières étudiées pendant les saisons pluvieuses en fonctions des paramètres abiotiques et les basommatophores en saisons pluvieuses sont signalées dans le graphique III.41.

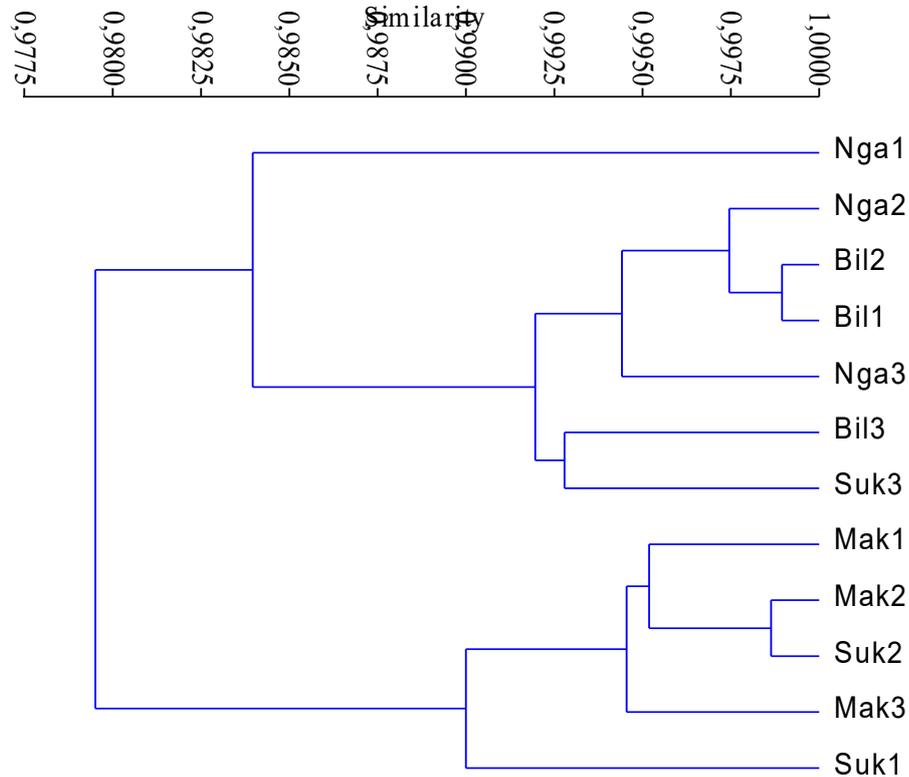


Graphique III.41 : Dendrogramme de similarité des stations des rivières en fonction des paramètres abiotiques et les basommatophores en saisons pluvieuses.

Le dendrogramme de similarité au graphique III.41 montre la présence de deux grands groupes des stations d'échantillonnage : Stations I et III de la rivière Nganda ont formées le premier grand groupe car ces deux stations étaient proches sur le plan abiotique et biotique. Le deuxième grand groupe était constitué de trois sous-groupes montrant leurs niveaux de rapprochement en fonction des paramètres abiotiques et biotiques. Les autres stations d'étude ont formé le deuxième grand groupe.

III.1.4.2 Saisons sèches

La similarité des stations des rivières étudiées pendant les saisons sèches en fonction des paramètres abiotiques et les basommatophores pendant les saisons sèches sont représentées dans le graphique III.42.



Graphique III.42 : Dendrogramme de similarité des stations des systèmes lotiques en fonction des paramètres abiotiques et les basommatophores en saisons sèches.

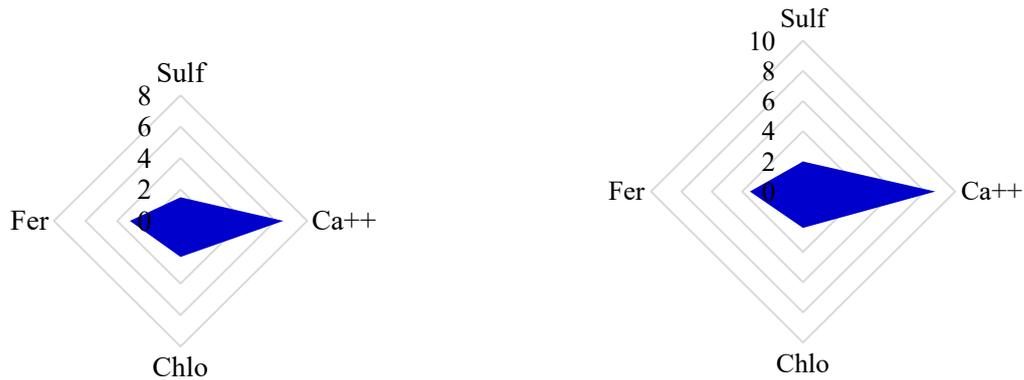
Selon le graphique III.42, deux grands groupes des stations sont formées :
 Le premier grand groupe avec trois stations de Makombo, station I et station II de Sukiankasa. C'est dans le premier grand groupe que les paramètres abiotiques ont favorisés la présence d'un grand nombre des basommatophores. Le grand nombre de ces mollusques gastéropodes dulcicoles ont été retrouvé dans le sous-groupe composé de la deuxième station de la rivière Makombo et de la rivière Sukiankasa. Le deuxième grand groupe étaient constitués des toutes les stations de Nganda, Bilharziose et la station III de Sukiankasa. Les stations III de la rivière Bilharziose et Sukiankasa étaient proches par rapport aux paramètres abiotiques et biotiques.

III.1.5 Diagrammes ioniques des stations pendant deux saisons de 2020 et 2021

III.1.5.1 Rivière Bilharziöse

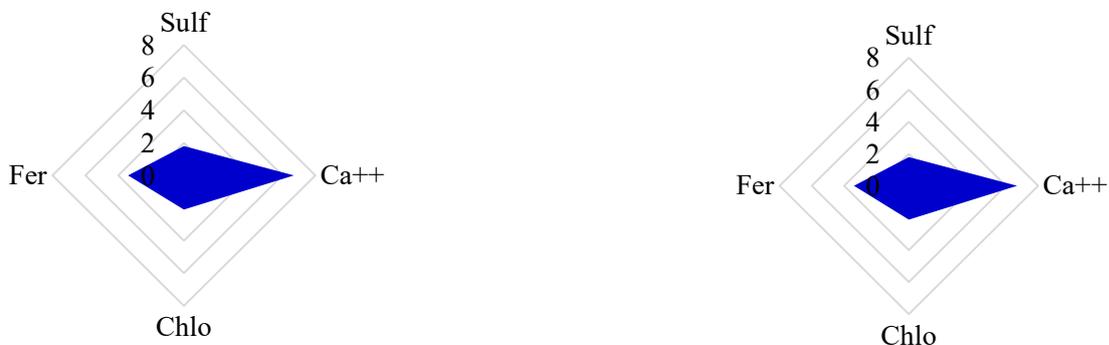
Les diagrammes ioniques de sulfate, le chlore, le fer et le calcium des stations d'échantillonnage de rivières sont consignés dans les graphiques III.43 à III.45.

1.- Diagrammes ioniques de la station I



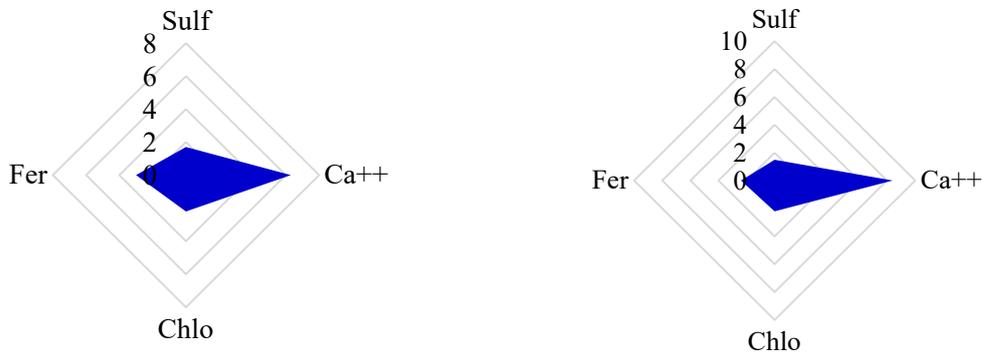
Graphique III.43 : Diagrammes ioniques pendant les saisons pluvieuses (à gauche) et les saisons sèches (à droite).

2.- Diagrammes ioniques de la station II



Graphique III.44 : Diagrammes ioniques pendant les saisons pluvieuses (à gauche) et les saisons sèches (à droite).

3. Diagrammes ioniques de la station III



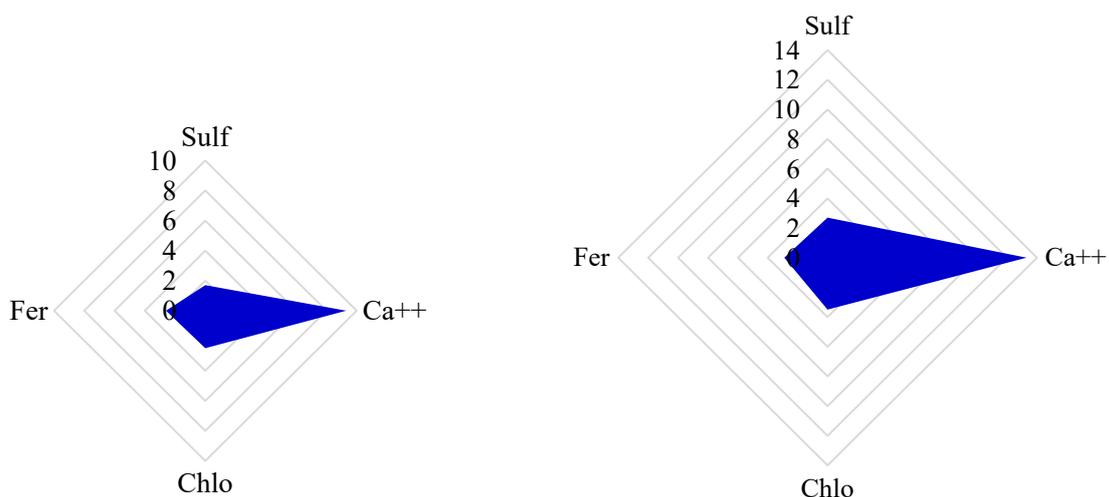
Graphique III.45 : Diagrammes ioniques pendant les saisons pluvieuses (à gauche) et les saisons sèches (à droite).

Les diagrammes ioniques (Graphiques III.43 à III.45) de trois stations de la rivière Bilharziose pendant les deux saisons de 2020 et 2021 montrent une importante minéralisation en saisons sèches de calcium et de sulfate.

III.1.5.2 Rivière Makombo

Les diagrammes ioniques des stations des prélèvements de la rivière Makombo sont enregistrés dans les graphiques III.46 à III.48.

1.- Diagrammes ioniques de la station I



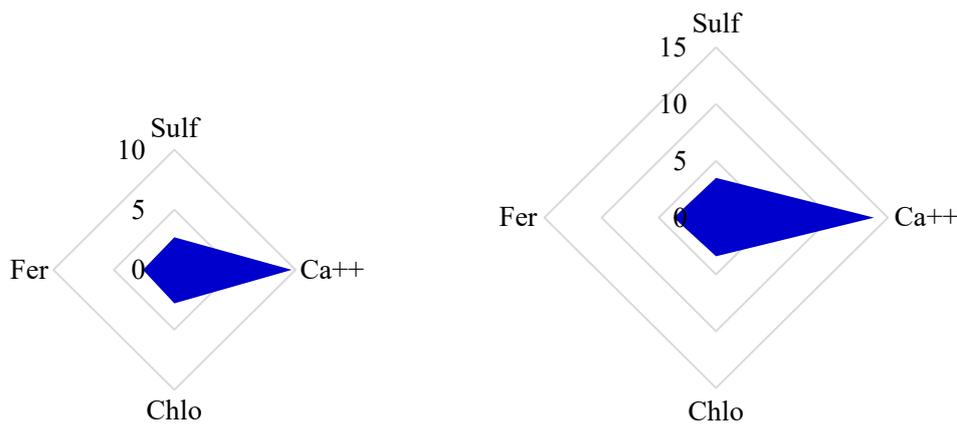
Graphique III.46 : Diagrammes ioniques pendant les saisons pluvieuses (à gauche) et les saisons sèches (à droite).

2.- Diagrammes ioniques de la station II



Graphique III.47 : Diagrammes ioniques pendant les **saisons pluvieuses** (à gauche) et les **saisons sèches** (à droite).

3.- Diagrammes ioniques de la station III



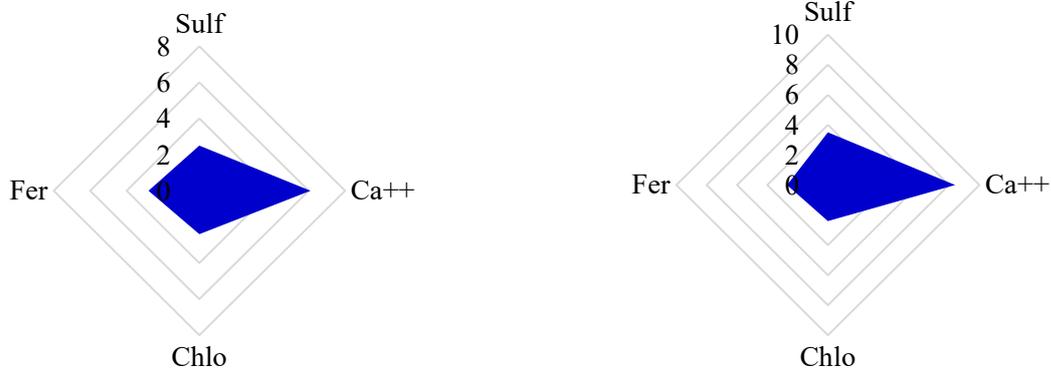
Graphique III.48 : Diagrammes ioniques pendant les **saisons pluvieuses** (à gauche) et les **saisons sèches** (à droite).

Les diagrammes ioniques de trois stations d'échantillonnage de la rivière Makombo (Graphiques III.46 à III.48) ont renseigné que ce cours d'eau subissait une forte minéralisation pendant la période d'étude. La minéralisation était plus élevée en saisons sèches qu'en saisons pluvieuses. Elle a été plus importante pour le calcium et le sulfate.

III.1.5.3 Rivière Nganda

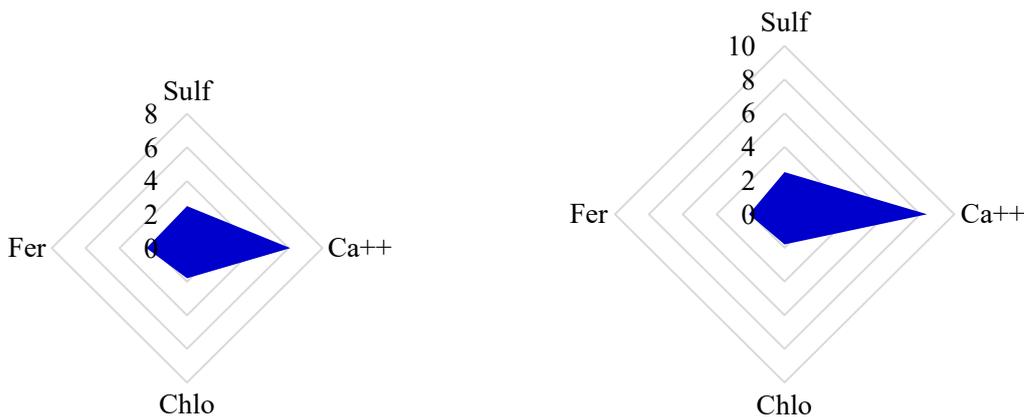
Les diagrammes ioniques des stations d'études de la rivière Nganda sont visualisés dans les graphiques III.49 à III.51.

1.- Diagrammes ioniques de la station I



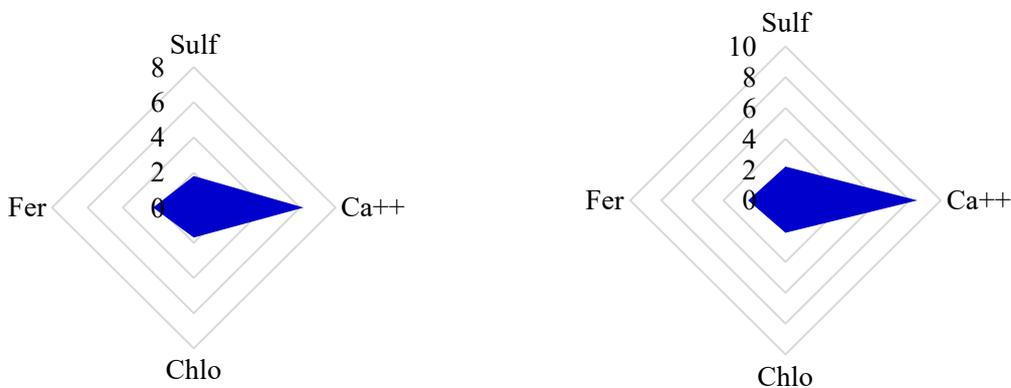
Graphique III.49 : Diagrammes ioniques pendant les **saisons pluvieuses** (à gauche) et les **saisons sèches** (à droite).

2.- Diagrammes ioniques de la station II



Graphique III.50 : Diagrammes ioniques pendant les **saisons pluvieuses** (à gauche) et les **saisons sèches** (à droite).

3.- Diagrammes ioniques de la station III



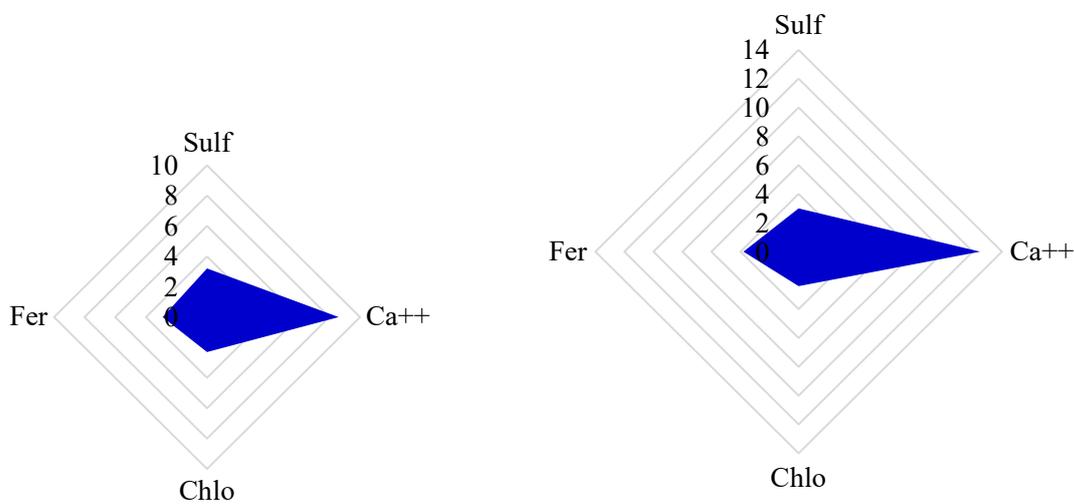
Graphique III.51 : Diagrammes ioniques pendant les **saisons pluvieuses** (à gauche) et les **saisons sèches** (à droite).

Les graphiques III.49 à III.51 révèlent que les trois stations de la rivière Nganda ont été moins minéralisés que les eaux de trois autres rivières. La minéralisation la plus importante a été signalée en saisons sèches. Elle était plus marquante pour le calcium et le sulfate.

III.1.5.4 Rivière Sukiankasa

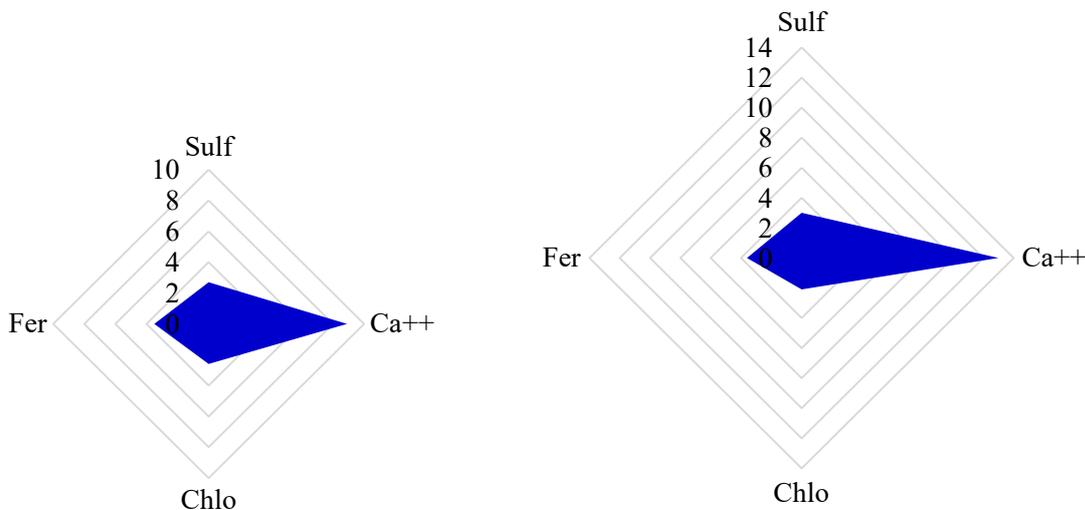
Les diagrammes ioniques de trois stations de Sukiankasa sont contenus dans les graphiques III.52 à III.54.

1.- Diagrammes ioniques de la station I



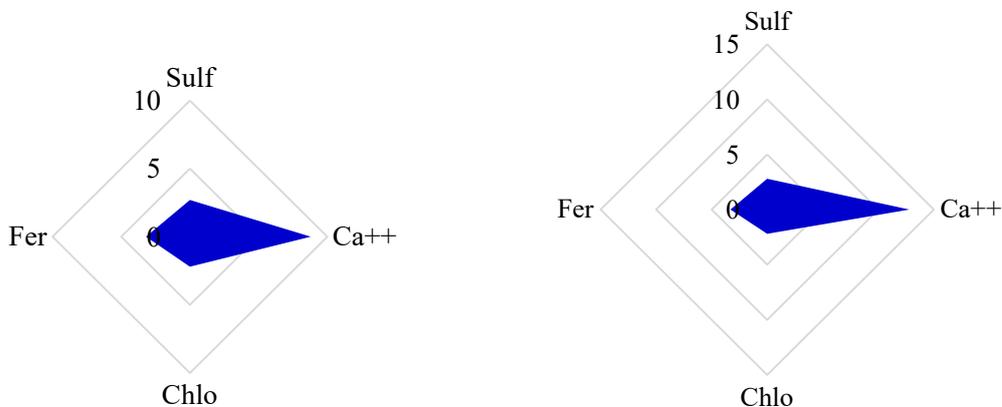
Graphique III.52 : Diagrammes ioniques pendant les **saisons pluvieuses** (à gauche) et les **saisons sèches** (à droite).

2.- Diagrammes ioniques de la station II



Graphique III.53 : Diagrammes ioniques pendant les **saisons pluvieuses** (à gauche) et les **saisons sèches** (à droite).

3.- Diagrammes ioniques de la station III



Graphique III.54 : Diagrammes ioniques pendant les **saisons pluvieuses** (à gauche) et les **saisons sèches** (à droite).

L'analyse des diagrammes ioniques (Graphiques III.52 à III.54) de trois stations de Sukiankasa pendant les deux saisons de l'année 2020 et 2021 informe que, la minéralisation était plus considérable en saisons sèches qu'en saisons pluvieuses. Une forte minéralisation a été remarquée pour le calcium et le sulfate.

III.1.6 Analyses parasitologiques

Les résultats des analyses parasitologiques sont consignés dans les tableaux III.31 et III.32.

Tableau III.31 : Analyses parasitologiques brutes des selles et d'urines.

PRODUITS BIOLOGIQUES EXAMINES	NOMBRE	PRESENCE DES ŒUFS	
		<i>S.h</i>	<i>S.m</i>
Selles	608	0	124
Urines	608	81	0
Total	1216	205	

Les **1216 échantillons**, ont été répartis de la manière suivante :

- 608 échantillons de selle pour les analyses coprologiques dont 124 ont été positifs avec les œufs de *Schistosoma mansoni* et
- 608 échantillons d'urine pour les examens parasitologiques dont 81 ont été positifs contenant les œufs de *S. haematobium*.

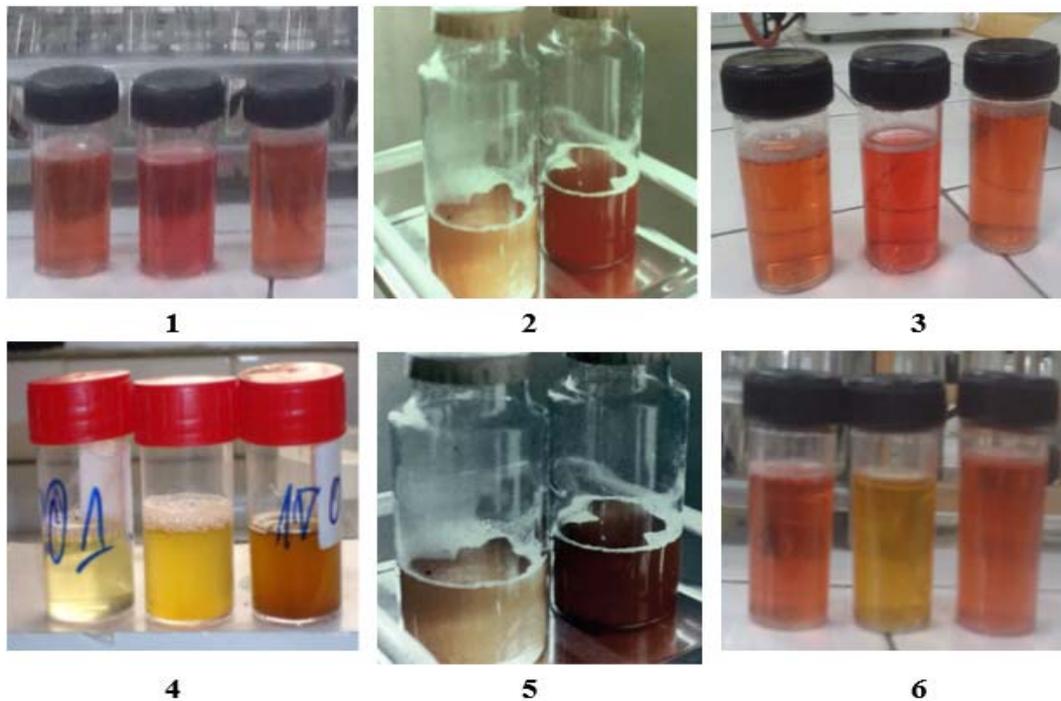
Tableau III.32 : Analyses parasitologiques des selles et urines selon l'âge et le sexe.

TRANCHE D'AGE (ans)	EFFECTIF SELON LE SEXE		PRESENCE D'OEUFS					
	♂	♀	♂		♀		Total	
			<i>S. h</i>	<i>S. m</i>	<i>S. h</i>	<i>S. m</i>	<i>S. h</i>	<i>S. m</i>
5-15	152	152	21	34	13	20	34	54
16-26	152	152	7	14	12	16	19	30
27-37	152	152	6	10	8	14	14	24
38 et plus	152	152	6	5	8	11	14	16
TOTAL	608	608	103		102		81	124

L'âge a influencé la contamination, la tranche d'âge la plus touchée est celle de 5 à 15 ans. Le sexe n'a pas influencé la contamination.

III.1.6.1 Observation macroscopique des quelques échantillons d'urines

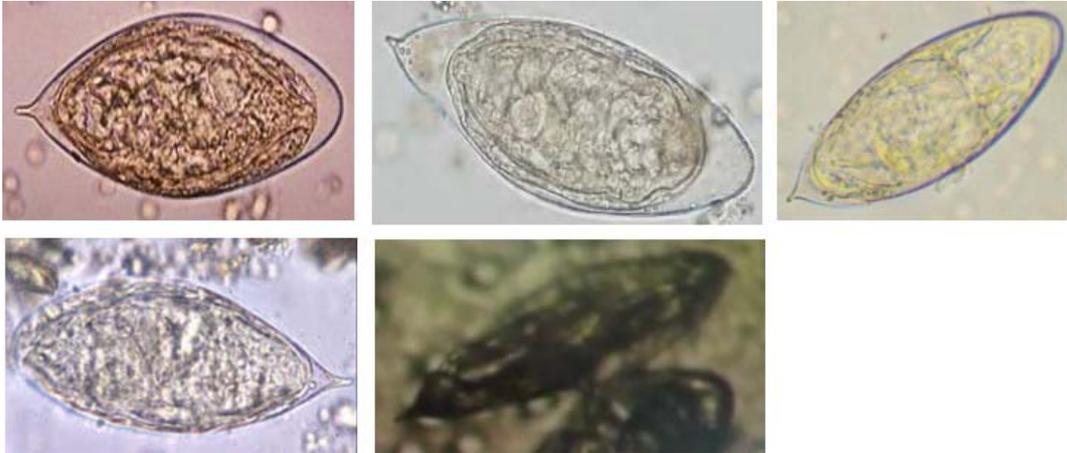
Les photos III.3 (de 1 à 6) ci-dessous montrent quelques échantillons d'urines avec l'hématurie comme indicateur de la présence des œufs de *Schistosoma haematobium*.



Photos III.3 : Echantillons d'urines observés.

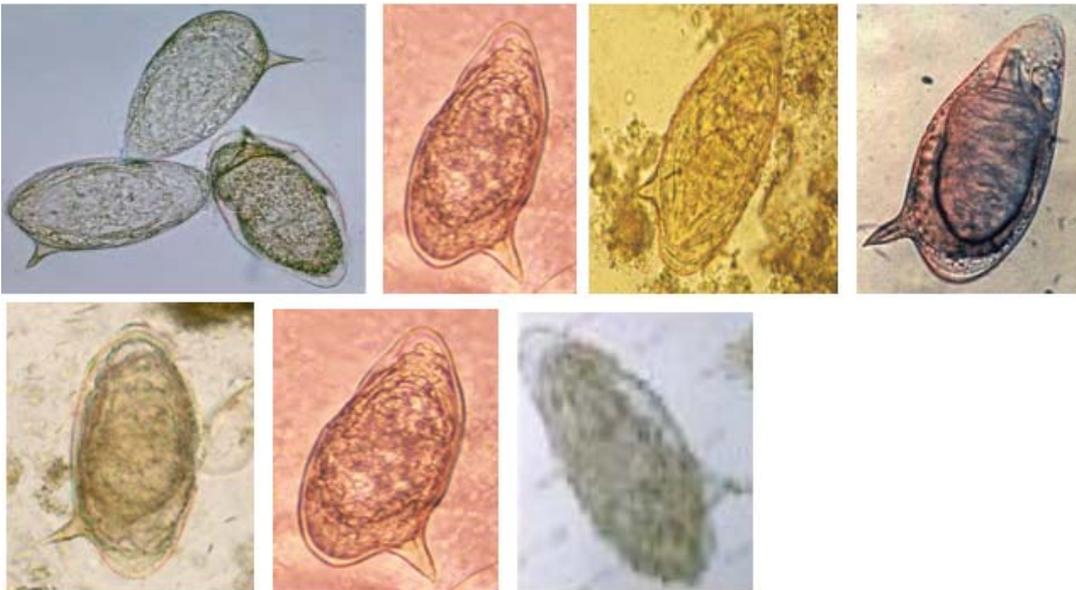
III.1.6.2 Quelques œufs observés au microscope

- Les œufs de *Schistosoma haematobium* observés dans quelques échantillons d'urines



Photos III.4 : Œufs de *Schistosoma haematobium* observés.

- Les œufs de *S. mansoni* observés au microscope dans les échantillons des selles



Photos III.5 : Œufs de *Schistosoma mansoni* observés.

III.1.7 Prévalence des schistosomiasés humaines à Kimpese de 2017 à 2021

La prévalence (P) des schistosomiasés a été calculée de la manière suivante :

$$P = \frac{7795}{133649} \times 100 = 5,8 \%$$

La prévalence des schistosomiasés humaines à Kimpese est de 5,8 % soit 58 malades pour 1000 personnes.

III.1.8 Nombre de cas des schistosomiasés humaines enregistré dans les trois formations sanitaires de Kimpese de 2017 à 2021

Quelques cas des schistosomiasés humaines signalées dans les registres des laboratoires de trois formations médicales de Kimpese sont visualisés dans les tableaux III.33 à III.35.

III.1.8.1 Nombre de cas des schistosomiasés humaines enregistrées à l'hôpital de L'Institut Médical Evangélique (IME) de 2017 à 2021

Tableau III.33 : Nombre de cas des schistosomiasés humaines à I.M.E de 2017 à 2021.

ANNEE	TRANCHE D'AGE, ESPECE DES SCHISTOSOMA ET SEXE DE MALADE																TOTAL
	5-15 ans				16-26 ans				27-37 ans				38 ans et plus				
	<i>S. h</i>		<i>S. m</i>		<i>S. h</i>		<i>S. m</i>		<i>S. h</i>		<i>S. m</i>		<i>S. h</i>		<i>S. m</i>		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
2017	58	35	62	47	20	29	31	36	17	24	22	28	8	11	12	14	454
2018	113	82	119	96	45	53	51	64	21	27	25	31	10	14	15	17	783
2019	107	80	116	88	40	48	47	56	16	23	19	26	7	13	8	19	713
2020	121	94	104	92	71	77	58	63	25	31	20	23	15	18	7	10	829
2021	109	81	98	75	43	62	46	59	21	25	18	19	11	16	8	9	700
Total	508	372	499	398	219	269	238	273	100	130	104	127	51	72	50	69	3479
T.G	880		897		488		511		230		231		123		119		

Deux formes des schistosomiasés humaines ont été rencontrées à Kimpese : la schistosomiasé à *Schistosoma haematobium* et la schistosomiasé à *Schistosoma mansoni*. Le nombre des cas des schistosomiasés humaines le plus élevé a été enregistré à l'Hôpital de l'Institut Médical Evangélique (IME) :

- 829 cas pendant l'année 2020,
- 783 malades en 2018,
- 713 personnes parasitées en 2019,
- 700 cas en 2021 et
- moins de cas ont été enregistrés soit 454 malades en 2017.

III.1.8.2 Nombre de cas des schistosomiasis humaines enregistré au Centre Hospitalier Lamba (CHL) de 2017 à 2021

Tableau III.34 : Nombre de cas des schistosomiasis humaines au CHL de 2017 à 2021.

La répartition de cas des schistosomiasis humaines au centre hospitalier Lamba est représentée dans le tableau ci-dessous.

ANNEE	TRANCHE D'AGE, ESPECE DES SCHISTOSOMA ET SEXE DE MALADE																TOTAL
	5-15 ans				16-26 ans				27-37 ans				38 ans et plus				
	S. h		S. m		S. h		S. m		S. h		S. m		S. h		S. m		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
2017	33	21	37	26	14	19	20	25	15	18	19	23	9	13	17	21	330
2018	64	48	72	57	31	36	38	43	24	29	26	32	17	28	25	33	603
2019	61	46	68	55	30	34	35	39	21	28	24	29	14	27	22	31	564
2020	69	54	65	50	33	37	41	46	26	32	29	35	20	32	27	36	632
2021	62	47	70	53	29	35	36	40	22	27	25	31	15	28	24	32	576
Total	289	216	312	241	137	161	170	193	108	134	123	150	75	128	115	153	2705
T.G	505		553		298		363		242		273		203		268		

La prévalence des schistosomiasis humaines au Centre Hospitalier Lamba a renseigné respectivement :

- 632 personnes infestées en 2020,
- 603 patients en 2018,
- 576 personnes malades en 2021,
- 564 cas enregistrés en 2019 et
- 330 malades enregistrés en 2017.

III.1.8.3 Nombre de cas des schistosomiasis humaines enregistrées au Centre de Santé d'Etat (CSE) de 2017 à 2021

Tableau III.35 : Nombre de cas des schistosomiasis humaines au CSE de 2017 à 2021.

La répartition de cas des schistosomiasis humaines au centre de santé d'état est représentée dans le tableau ci-dessous.

ANNEE	TRANCHE D'AGE, ESPECE DES SCHISTOSOMA ET SEXE DE MALADE																TOTAL
	5-15 ans				16-26 ans				27-37 ans				38 ans et plus				
	<i>S. h</i>		<i>S. m</i>		<i>S. h</i>		<i>S. m</i>		<i>S. h</i>		<i>S. m</i>		<i>S. h</i>		<i>S. m</i>		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
2017	17	10	19	14	8	11	9	13	10	11	11	14	6	7	9	12	181
2018	32	25	38	29	16	20	17	24	12	15	16	17	7	9	14	17	308
2019	29	23	36	26	14	19	15	23	8	11	15	13	7	8	12	14	273
2020	35	30	42	33	19	22	19	27	13	16	18	20	9	12	11	13	339
2021	30	25	37	28	17	21	17	26	12	13	18	15	8	9	13	16	305
Total	143	113	172	130	74	93	77	113	56	65	78	79	37	45	59	72	1406
T.G	256		302		167		190		121		157		82		131		

Le nombre élevé des contaminés a été signalé en 2020 soit 339 cas. Parmi les personnes examinées au Centre de Santé d'Etat :

- 308 étaient parasitées en 2018,
- 305 malades en 2021,
- 273 patients en 2019 et
- 181 patients en 2017.

III.1.9 Activités favorisant l'infestation

Plusieurs activités favorisent la contamination notamment : le puisage d'eau, la lessive, la vaisselle et les baignades.

III.1.9.1 Puisage d'eau



Photos III.6 : Puisage d'eau pour l'arrosage et l'usage domestique.

III.1.9.2 Lessive, vaisselle et baignades



Photos III.7 : Personnes faisant la lessive, la vaisselle et la baignade.

III.2 DISCUSSION

III.2.1 Paramètres abiotiques

Les paramètres abiotiques de quatre systèmes lotiques étudiés ont variés en fonction des saisons, du bassin versant de chaque cours d'eau et son utilisation.

III.2.1.1 Paramètres hydrologiques

Les largeurs moyennes et les profondeurs moyennes les plus élevées des hydrosystèmes étudiés étaient mesurées pendant les saisons pluvieuses. Cette situation s'explique par la présence des pluies qui entraînent les crues dans ces rivières. Toutes les rivières étudiées avaient une faible profondeur du fait qu'elles sont en formes de U. Ces résultats (largeur moyenne et profondeur moyenne) justifient l'abondance de mollusques gastéropodes dans les quatre rivières de Kimpese et confirme l'analyse de Luamba et Kayumba (1997) qui stipule que les gîtes des quelques basommatophores se trouvent toujours dans les eaux peu profondes dont la largeur moyenne ne dépasse pas 8 m.

Les valeurs moyennes des vitesses d'écoulement des eaux augmentaient légèrement de l'amont à l'aval, pendant les deux saisons. La vitesse était presque stable pendant les saisons sèches à cause de l'absence des pluies. Cette stabilité d'écoulement des eaux à favoriser l'abondance des basommatophores car ce-derniers pouvaient adhérer facilement aux plantes aquatiques. Il faut signaler que cette vitesse ralentissait les déplacements des miracidiums et des cercaires ; ce qui favorisait la contamination.

La vitesse était plus élevée pendant les saisons pluvieuses suite à l'abondance des eaux des pluies. Les résultats obtenus corroborent avec ceux de Mbaya (1994) qui stipule qu'une rivière à forte vitesse n'a pas de mollusques car ces derniers ne peuvent pas adhérer aux divers supports et par conséquent sont emportés par les courants d'eau rapides.

III.2.1.2 Paramètres physiques

Les moyennes des températures les plus élevées ont été signalées pendant les saisons pluvieuses et les moyennes faibles en saisons sèches. Cette élévation et diminution de la température moyenne des eaux de ces douze stations étaient aussi dues aux échanges thermiques eau-atmosphère. Les valeurs enregistrées sont proches de celles de Detay (1997) qui confirme que la plupart des eaux tropicales ont une température supérieure ou égale à 25°C. En outre toutes les valeurs de température sont légèrement supérieures à la valeur (25°C) pour les eaux de surface. Cette pollution thermique peut s'expliquer par les rejets d'eaux usées de la population environnante dans les rivières étudiés (Kayembe, 2020).

La température des eaux des rivières étudiées sont donc favorables à la survie des mollusques gastéropodes dulcicoles et à la libération des cercaires. Baluku (1987) affirme que les températures comprises entre 18°C à 30°C et la lumière sont les principaux stimulants dans la libération des cercaires des schistosomes par les mollusques gastéropodes dulcicoles. La température est l'un des paramètres les plus déterminants de la vie aquatique, elle influence la distribution, la physiologie et la croissance des organismes.

La conductivité dans les douze stations des hydrosystèmes étudiés a varié d'amont en aval et en fonction des saisons. La conductivité la plus élevée a été enregistrée en saisons pluvieuses et la conductivité la plus faible a été obtenue en saisons sèches. Ces valeurs plus élevées de la conductivité pendant les saisons pluvieuses pourraient être dues aux eaux des ruissellements qui entraînent des minéraux et des matières organiques dans les rivières (Jindal et Sharma, 2011 ; Mwanamoki *et al.* 2014).

Ces valeurs de la conductivité pourraient être le résultat des activités humaines comme la vaisselle et la lessive en utilisant des savons et des détergents ainsi que la minéralisation de la matière organique par les microorganismes et les roches où coulent ces systèmes lotiques. Ces résultats sont proches de ceux de Rodier (1978) qui confirme

que les valeurs de la conductivité d'amont en aval traduisent l'augmentation de la teneur globale en substances dissoutes ionisées provenant de la minéralisation de la matière organique ou des apports des rejets. La conductivité augmente avec la teneur en solides dissous et permet d'évaluer rapidement le degré de minéralisation d'une eau, c'est-à-dire la quantité de substances dissoutes ionisées présentes (Payne, 1986).

La valeur moyenne la plus élevée de la turbidité a été obtenue en saison pluvieuse se justifie par le déversement des eaux de ruissellement des pluies drainant des matières organiques. La plus faible valeur de la turbidité en saison sèche est le résultat de l'absence des eaux de ruissellement (absence des pluies).

Les valeurs moyennes de turbidité montrent que les eaux des hydrosystèmes étudiés sont troubles ; cette affirmation rejoint celle de Beaux (1997) qui confirme que la turbidité est la mesure du caractère trouble de l'eau, causée par les matières en suspension (argile, limon, particules organiques, plancton, algues, microorganismes, macromolécules organiques) ; elle exprime la capacité des particules à retenir et diffracter la lumière. Les eaux de quatre rivières sont polluées mais ne présente pas d'inconvénient pour les mollusques gastéropodes. Kamb (2018) affirme que les mollusques gastéropodes sont parmi les espèces bios indicatrices des pollutions des eaux douces.

III.2.1.3 Paramètres Chimiques

Les moyennes de potentiel d'hydrogène (pH) enregistrés dans les stations des rivières étudiées étaient légèrement basiques pendant les deux saisons. Excepté les eaux de la station I de Bilharziose étaient légèrement acide (6,96) en saison sèche. Ce pH serait influencé par le rouissage du manioc et la valeur élevée en dioxyde de carbone. En général, les eaux des stations étaient basiques du fait que les quatre rivières coulent sur les roches calcaires.

Les résultats du pH enregistrés sont favorables à la survie des mollusques gastéropodes dulcicoles. Selon Kamb (2018), les mollusques gastéropodes sont toujours absents lorsque le pH est trop acide.

La teneur élevée en oxygène dissous a été enregistrée pendant la saison sèche et la teneur la plus faible a été obtenue en saison pluvieuse. Kamb (2018) affirme que si la température augmente dans la rivière, le taux d'oxygène dissous diminue. D'une façon générale, la teneur en oxygène dissous décroît avec la pollution organique (Dao, 1996 ; Ramade, 2005).

Les résultats du faible teneur en oxygène dissous pourraient être associés à une forte décomposition des matières organiques dans les quatre hydrosystèmes étudiés (Rivett, 2011 et Nienie, 2019). Ces résultats montrent que les stations de ces systèmes lotiques sont polluées. Ces faibles teneurs en oxygène dissous sont favorables pour la survie des espèces polluo-résistantes comme les basommatophores.

La teneur la plus élevée en calcium a été prélevée pendant les saisons sèches et la teneur la moins élevée en saison pluvieuse. Ces résultats confirment ceux de Bremond et Vuichard (1973) qui démontrent que la teneur en calcium dissous peut varier de 1 à 150 mg/L selon la nature des terrains traversés.

Les sels de calcium se rencontrent dans presque toutes les eaux naturelles ; sa teneur est liée directement à la nature géologique des terrains traversés par les cours d'eau. Elle peut varier brusquement le long d'une même rivière par changement du substrat géologique (augmentation presque immédiate par passage d'un substrat acide à un substrat contenant des éléments calcaires). L'ion calcium est obtenu en majorité par l'attaque par le CO₂ (acide carbonique) des roches calcaires (dolomie) ou par simple dissolution sous la forme de sulfates dans le cas de gypse. (Bremond et Vuichard, 1973).

La teneur en calcium entre pour une large part dans la définition de la dureté de l'eau Bremond et Vuichard (1973) ; celle enregistrée dans les douze stations pourrait être liée à la nature géologique des terrains traversés par ces cours d'eau. La teneur en calcium dissous obtenue est avantageuse pour les mollusques gastéropodes dulcicoles car le calcium est très important pour la constitution des leurs coquilles, résultats qui corroborent ceux de Wada, (1980).

Les teneurs de dioxyde de carbone étaient très élevées dans toutes les stations des rivières étudiées pendant les deux saisons. Ces résultats seraient favorisés par l'abondance de la flore aquatique dans les rivières étudiées et la décomposition des matières organiques. Les résultats obtenus pour le dioxyde de carbone et ceux de calcium confirment l'abondance de la malacofaune dulçaquicole dans ces rivières étudiées. Ces résultats corroborent ceux de Kamb (2018).

Les teneurs en nitrates étaient plus élevées en saisons pluvieuses qu'en saisons sèches. Ces résultats montrent que les eaux des quatre systèmes lotiques étaient riches en nitrate. Les résultats des nitrates enregistrés à Kimpese s'expliquent par : le lessivage des terres agricoles lors de ruissellement des eaux des pluies entraînant une quantité importante de l'azote dans ces cours d'eaux, car les bassins versants des rivières de ce milieu sont fortement exploités par les agriculteurs, qui utilisent les engrais organiques et inorganiques. Et le déversement des eaux-vannes dans les cours d'eaux étudiées. Selon Ramade (Ramade, 2005), l'ion nitrate (NO_3^-) est la principale forme d'azote inorganique trouvée dans les eaux naturelles. Il est le stade final de l'oxydation de l'azote.

La teneur élevée en phosphates (12,28 mg/L) a été enregistrée pendant la saison pluvieuse et la plus faible valeur a été obtenue pendant la saison sèche. Les valeurs enregistrées pour les phosphates montrent que ces cours d'eaux reçoivent de leurs bassins versants une quantité importante des phosphates. Ces résultats appuient ceux de Hebert et Legare (2000) qui s'expliquent par les effluents domestiques rejetés directement dans les rivières. Ils s'expliquent aussi par le lessivage des terres agricoles.

Les phosphates et les nitrates, deux éléments nutritifs des végétaux, ne sont pas entièrement utilisés par les végétaux cultivés ; une partie est emportée vers les rivières par percolation et ruissellement. Ces éléments jouent un rôle important pour la croissance des végétaux aquatiques qui servent des nourritures aux mollusques gastéropodes dulcicoles. Les résultats enregistrés pour le magnésium rejoignent presque ceux de l'Anonyme (2005).

Ces résultats associés aux teneurs de calcium auraient comme source la minéralisation de la roche calcaire. Ces résultats obtenus (magnésium et calcium) justifient l'abondance des mollusques gastéropodes dulcicoles dans les hydrosystèmes étudiés. Selon Vatan (1967), le calcaire est facilement soluble dans l'eau. Il est composé principalement de calcite ou de carbonate de calcium (CaCO_3) et de carbonate de magnésium (MgCO_3).

Les valeurs moyennes les plus élevées de la Demande Biologique en Oxygène durant cinq jours (DBO5) et de la Demande Chimique en Oxygène (DCO) ont été enregistrée pendant les saisons sèches. Les résultats de deux paramètres indiquent une faible teneur en matière organique. Car le rapport DCO/DBO indique donc la biodégradabilité de la rivière : plus il est élevé, moins la rivière est biodégradable ; plus il est faible, plus la rivière est biodégradable (Tachet *et al*, 2010).

Les substrats des fonds des douze stations des rivières étudiées ont été dominés par VaMoVé et VaMoVéSa. Dans ces quatre hydrosystèmes étudiés les basommatophores étaient récoltés en grand nombre à cause des substrats qui leurs sont favorables. Kamb *et al* (2015) affirment que les substrats du fond des rivières influencent la répartition des macros invertébrées benthiques.

III.2.2 Paramètres biotiques

Les paramètres biotiques de quatre hydrosystèmes étudiés ont concerné la végétation des bassins versants et l'étude de la faune malacologique.

III.2.2.1 Végétation des bassins versants

La composition floristique des bassins versants de douze stations de quatre rivières étudiées est homogène, avec les nombres de familles variant entre 35 et 38 renfermant 83 à 86 espèces. Cette flore était composée plusieurs espèces aquatiques (*Ipomoea aquatica*, *Xanthosoma sagittifolium* etc.) servant des nourritures aux Basommatophores. Les teneurs élevées en nitrates et phosphates expliquent l'abondance de ces végétaux aquatiques. La présence de la flore aquatique justifie la prolifération de ces mollusques gastéropodes dulcicoles. Ces résultats confirment ceux de Cubaka *et al.*, (2019).

III.2.2.2 Etude de la faune malacologique de quatre rivières de Kimpese

Au total, 11995 mollusques gastéropodes ont été récoltés dans les douze stations des quatre rivières de Kimpese pendant les deux saisons de 2020 et 2021 dont : 3356 mollusques (28 %) ont été récoltés pendant les saisons pluvieuses et 8639 mollusques (72 %) pendant les saisons sèches.

Malgré les récoltes effectuées pendant les deux saisons durant deux ans, les mollusques étaient plus abondants à la saison sèche qu'à la saison pluvieuse comme signalé aussi par Picq et Roux (1980). La faune malacologique des systèmes lotiques étudiés est constituée de cinq espèces des Mollusques gastéropodes. Il s'agit de : *Biomphalaria pfeifferi* KRAUSS (1848), *Bulinus forskalii* EHRENBERG (1831), *B. globosus* MORELET (1866), *Lymnaea natalensis* KRAUSS (1848) et *Melanoides recticosta* MARTENS (1882). Ces résultats confirment ceux de Mboyo (1986). Qui stipulait que la faune malacologique de Kimpese était constituée de cinq espèces signalées sus mentionnés.

Après les investigations dans les douze stations d'échantillonnage, c'est l'espèce *Biomphalaria pfeifferi* KRAUSS 1848 qui était récoltée en grand nombre, 4117 individus soit 34 %, résultats proches de Batumike *et al* (2014). Ces derniers ont travaillé sur la contribution à l'inventaire et écologie des espèces des mollusques dulcicoles des petits cours d'eau de Lwioro et ses environs. Leurs résultats ont montré que l'espèce *Biomphalaria pfeifferi* était récoltée en aussi grand nombre que les autres espèces. *Bulinus forskalii* EHRENBERG, 1831, comptait 3752 (31 %) mollusques, *Lymnaea natalensis* KRAUSS 1848 était en troisième position avec 1620 mollusques (14%), suivie de *Bulinus globosus* MORELET 1866 avec 1466 individus (12 %) et 1030 *Melanoides recticosta* MARTENS 1882 soit (9 %).

Parmi les cinq espèces récoltées, *Biomphalaria pfeifferi* KRAUSS 1848, hôte intermédiaire de la schistosomiase à *Schistosoma mansoni* ; *Bulinus forskalii* EHRENBERG 1831, hôte intermédiaire de la schistosomiase intestinale à *Schistosoma*

intercalatum ; *Bulinus globosus* MORELET 1866, hôte intermédiaire de la schistosomiase urinaire à *Schistosoma haematobium* ; *Lymnaea natalensis* KRAUSS 1848, hôte intermédiaire de *Fasciola hepatica* et *Melanoides recticosta* MARTENS 1882 non impliqué dans la transmission des schistosomiasés.

L'absence des cercaires chez *Melanoides recticosta* MARTENS 1882 pourrait avoir plusieurs explications : la non sécrétion des stimuli chimiques comme les macromolécules émises par certains mollusques (HABERL *et al.* 1995) ; l'hôte intermédiaire très spécifique pour chaque espèce de schistosome, spécificité gouvernée par des facteurs génétiques (Kalbe *et al.* 2004) ; la présence des hôtes intermédiaires spécifiques des schistosomes dans les rivières étudiées et leur mode de vie particulier, car elle s'enfouisse dans la vase le jour pour sortir la nuit.

Les résultats obtenus du test de l'infestation naturelle et de dissection ont démontré que les deux espèces du genre *Bulinus* prenaient en charge les furcocercaires de *Schistosoma haematobium*. Cette situation s'explique par l'absence des cercaires de *Schistosoma intercalatum* dont l'hôte spécifique est *Bulinus forskalii*. Sur le plan génétique ces deux espèces du même genre disposeraient d'un gène responsable de cette recevabilité.

Au total 11995 mollusques ont été récoltés et les résultats suivants ont été enregistrés : sur les 11027 mollusques disséqués, 716 ont présenté des mouvements dans les tubes digestifs, signe de la présence éventuelle des sporocystes et 401 mollusques contenaient des cercaires.

Des cercaires en nombre élevé ont été libérées par les mollusques récoltés dans Makombo, suivies par celles libérées par les basommatophores de Sukiankasa. Les mollusques gastéropodes de Bilharziose étaient en troisième position et enfin les mollusques de Nganda étaient en dernière position.

Les différentes activités qui se font dans les 4 rivières étudiées à savoir : l'arrosage, la baignade, la lessive, la vaisselle, etc. Exposent la population de Kimpese à

la pénétration trans cutanée des furcocercaires. Car les schistosomiasés se contractent par l'immersion totale, ou partielle du corps dans une eau infestée des cercaires de schistosomes.

Les résultats des paramètres abiotiques des douze stations d'échantillonnage (la largeur, la profondeur, la vitesse d'écoulement des eaux, la température, la conductivité, la turbidité, le pH, l'oxygène dissous, le calcium, le magnésium, le nitrate, les phosphates, la demande biologique en oxygène pendant cinq jours, la demande chimique en oxygène et les substrats du fond des lits) ont corrélés positivement avec les mollusques gastéropodes dulcicoles. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de Kamb (2018).

Les stations d'échantillonnage de la rivière Makombo et Sukiankasa étaient proches selon le dendrogramme de similarité. C'est rapprochement se justifie par la similitude entre les facteurs abiotiques et biotiques des stations de ces deux cours d'eaux. Les résultats obtenus confirment l'abondance des mollusques gastéropodes dans les deux systèmes lotiques. Les stations d'échantillonnage de la rivière Nganda étaient éloignées des autres cours d'eaux suite à leurs dissemblances pour les facteurs abiotiques et biotiques. Cela explique le nombre moins élevé des basommatophores récoltés dans cette rivière.

Les diagrammes ioniques permettent d'apprécier l'importance de la minéralisation des eaux à différents régimes hydrologiques (saison sèche et saison pluvieuse) et de déduire le faciès chimique (Fabri et Leclercq, 1977). Les diagrammes ioniques des stations de quatre rivières étudiés pendant les deux saisons de l'année 2020 et 2021 montrent que, les eaux des douze stations d'échantillonnage contiennent des sels minéraux et leur présence est plus accentuée pendant les saisons sèches que pendant les saisons pluvieuses.

Ces résultats montrent que les quatre rivières étudiées coulent sur des roches mères fortement minéralisés. L'apport de leurs bassins versants y compris les activités anthropiques contribuent à l'augmentation supplémentaire d'éléments minéraux. La

minéralisation importante pendant les saisons sèches augmente la teneur en calcium. Cette situation justifierait l'abondance des mollusques gastéropodes dans les rivières étudiées. Ces résultats corroborent ceux de Kamb, (2013).

III.2.3 Analyses parasitologiques

Les résultats sur les profils parasitologiques ont montré que l'âge influence la contamination mais pas le sexe. Les enfants filles et garçons en âge scolaire sont les plus touchés. Une situation favorisée par leurs pérennités dans ces hydrosystèmes lors de baignades.

Les adultes, les femmes sont parasités suite à leur fréquentation dans ces rivières infectées des furcocercaires avec les taches diverses (la lessive, le rouissage de manioc, la vaisselle etc.). Le puisage d'eau pour l'arrosage des plates-bandes avec l'immersion partielle du corps favorise la contamination chez les hommes. Les résultats enregistrés corroborent avec ceux de Zongo (2010).

Les registres de trois formations sanitaires, signalent les deux formes des schistosomiasis humaines dans le milieu d'étude, il s'agit, par ordre de nombre de cas : de la schistosomiase à *Schistosoma mansoni* et de la schistosomiase à *Schistosoma haematobium*.

Les deux formes des schistosomiasis sévissent à Kimpese en foyers sur un mode endémo-épidémique. Ceci s'expliquerait par une forte hydrographie que connaît la zone et la présence en grand nombre des basommatophores hôtes spécifiques des schistosomes, d'intenses activités maraichères et la géolocalisation des habitats à proximité des rivières. Les résultats obtenus vont dans le même sens que ceux de Poda (2007) et de Mbeko *et al.* (2019).

Le nombre de cas de la schistosomiase intestinale à *Schistosoma mansoni*, est plus important que celle de la schistosomiase urinaire à *S. haematobium* dans les trois formations sanitaires de la place. Quatre arguments expliquent ces résultats : 1° par le fait que *Biomphalaria pfeifferi* KRAUSS, 1848 ; hôte intermédiaire de *S. mansoni* est en plus

grand nombre que le *Bulinus globosus* MORELET, 1866 ; hôte intermédiaire spécifique de *S. haematobium*. 2° la durée du cycle évolutif de *S. mansoni* est d'environ 45 jours (Zongo, 2010) et celui de *S. haematobium* est de 90 jours environ. 3° la longévité de *Schistosoma mansoni* dépasse celle de *S. haematobium* (Anonyme, 2014). 4° L'homme est le seul hôte définitif de *S. haematobium*. Pour *S. mansoni*, il y a aussi une trentaine d'espèces animales comme hôtes définitifs.

Pendant les 5 ans, on a observé la permanence de la pathologie à Kimpese avec une observation particulière en 2017. Les nombres de cas moins notifiés dans les trois structures médicales ont été signalés en 2017. Cette situation se justifie par les campagnes de sensibilisation et la chimiothérapie préventive réalisées à Kimpese en 2016 par la direction de la lutte contre les maladies à travers le Programme Nationale de Lutte contre les Maladies Tropicales Négligées (PNLMTN).

L'année 2020 est celle où un pic a été atteint à cause du relâchement des activités de lutte contre les schistosomias. Ce résultat de 2020 est renforcé par la covid 19 qui était considérée comme priorité des priorités en défaveur des autres pathologies en occurrence les schistosomias. La prévalence des schistosomias humaines à Kimpese est de 5,8 % soit 58 malades pour une tranche de 1000 personnes. Ces résultats confirment la présence des schistosomias humaines à Kimpese et attestent ceux d'Ansobi (2016).

L'infestation de la population de Kimpese par les deux espèces de *Schistosoma* était la plus importante. On observe de manière générale que l'infestation du tube digestif est prépondérante. Bien qu'on puisse observer un nombre élevé de contaminés par *S. mansoni* en 2020, la variation des cas de la schistosomiase humaine urinaire ou digestive à Kimpese n'est pas significativement différente au cours du temps, révélant ainsi le caractère endémique de la pathologie.

La situation épidémiologique de la schistosomiase intestinale à *Schistosoma mansoni* à Kimpese cimente l'hypothèse d'Anonyme (2014) qui confirme que la schistosomiase à *Schistosoma mansoni* est la forme de la schistosomiase humaine la plus

répandue dans le monde. Les investigations menées poussent à affirmer que les deux formes de schistosomiasis humaines rencontrées à Kimpese sont endémiques dans ce milieu, car les hôtes intermédiaires spécifiques sont présents dans les quatre rivières étudiées.

CONCLUSION ET PESPCTIVES

Malgré les grands progrès réalisés dans la lutte contre les schistosomiasés en République Démocratique du Congo, cette étude sur l'identification des basommatophores des rivières Bilharziöse, Makombo, Nganda, Sukiankasa et leur implication dans la transmission des schistosomes humains à Kimpese dans le Kongo-Central en RD Congo a permis de montrer que ces parasitoses humaines continuent d'être un problème de santé publique dans ce milieu.

Les résultats des paramètres hydrologiques, physiques, chimiques ainsi que les substrats du fond favorisent la pullulation des Mollusques gastéropodes dulcicoles. Les teneurs élevées en nitrates et phosphates expliquent l'abondance des végétaux aquatiques dans les rivières étudiées. La présence de la flore aquatique servant des nourritures aux basommatophores justifient leur prolifération.

Sur le plan malacologique, cinq espèces de mollusques ont été mises en évidence dans cette étude. *Biomphalaria pfeifferi* KRAUSS, 1848 ; hôtes intermédiaires de *Schistosoma mansoni* ; Les deux espèces du genre *Bulinus*, précisément *Bulinus forskalii* EHRENBERG 1831 et *B. globosus* MORELET 1866, vecteur de la schistosomiase à *S. haematobium* ; *Lymnaea natalensis* KRAUSS 1848, l'hôte intermédiaire de *Fasciola hepatica* et *Melanooides relictica* MARTENS 1882 qui n'est pas impliqué dans la transmission des schistosomiasés.

La présence des mollusques hôtes intermédiaires spécifiques avec cercaires confirme l'existence d'une transmission locale de la maladie. Sur le plan sanitaire, l'absence de l'hygiène relative à la gestion des excréta humains chez un grand nombre des résidants de Kimpese, et la non alimentation en eau potable dans une grande partie de Kimpese par la régie de distribution d'eau (Régideso) favorisent la persistance de cette endémie.

La découverte du Praziquantel a suscité l'espoir dans la lutte contre les schistosomiasis humaines, mais la population est confrontée à la possibilité de réinfestation après cure ; ce qui rend l'éradication de ces parasitoses très difficile.

La lutte contre la morbidité des schistosomiasis humaines prend alors une importance capitale pour la population surtout celle qui est exposée à l'infestation des schistosomes du fait de leurs activités dans les rivières contaminées. Cette étude a montré que l'homme, par ses actions, est le principal responsable du maintien et de la diffusion de la maladie. Les trois premières hypothèses ont été confirmées et la dernière hypothèse a été infirmée.

Le risque des schistosomiasis présente deux composantes, l'une liée à l'homme et l'autre aux mollusques hôtes intermédiaires. Ainsi, les perspectives suivantes sont envisagées dans le futur :

- La mise en place d'un laboratoire de malacologie médicale et d'un centre de l'élevage des mollusques gastéropodes dulcicoles pour bien étudier les interactions entre le parasite et hôte intermédiaire.
- De mener des recherches sur les éventuels helminthes potentiellement compétiteurs des schistosomes dans le but d'un contrôle biologique de ces parasitoses.
- d'étudier l'impact des modifications de l'environnement favorable aux hôtes intermédiaires.
- d'intensifier les recherches en équipes avec les autres acteurs des secteurs de santé pour trouver une solution durable à ces parasitoses.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET WEBOGRAPHIQUES

I.- REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Anonyme., 1982 : Guide de terrain des Gastéropodes d'eau douce Africains 5 : Afrique centrale. OMS Danish Bilharziasis Laboratory 55p.
2. Anonyme, 2005 : Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface cadre général ; Fiche 2 Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement 16p.
3. Anonyme, 2009 : Angiosperms Phylogeny Group APG III. 35p.
4. Anonyme, 2012 : Biomnis (biologie médicale spécialisée) Précis de biopathologie, Analyses médicales spécialisés. 40 p.
5. Anonyme, 2016 : Plans stratégique de lutte contre les maladies tropicales négligées à chimiothérapie préventive 2016-2020 en RD Congo 155p.
6. Anonyme, 2020 : Rapport annuel de la situation démographique de Kimpese 2020.
7. Ansobi O.P, 2016 : Eco Epidémiologie de la Schistosomiase à *Schistosoma mansoni* dans la zone de Santé Rurale de Kimpese de 2011-2015. Ann. Afr. Med., Vol 10, N° 1, pp 2510-2515.
8. Aubry P. et Gauzere B.A. ; 2018 : Schistosomoses ou bilharzioses. Centre René Labusuière, Institut de Médecine Tropicale, Université de Bordeaux, 8p.
9. Balola N., 1989 : Etude de la répartition du régime alimentaire des mollusques dulcicoles dans le projet marais de l'hôpital de Lwiro, Mémoire inédit ISP/Bukavu. 64p.
10. Baluku B., 1987 : Contribution à l'étude d'hôtes intermédiaires des bilharzioses, écologie des mollusques dulcicoles dans deux cours d'eau du Zaïre oriental. Thèse es sciences, U. L. B. 487 p.
11. Batumike. P, Bagalwa J, Ndegeyi. B, Baluku .B, Bahizire J. 2014 : Contribution à l'inventaire et écologie des espèces des mollusques dulcicoles des petits cours d'eau de Lwiro et ses environs, Est de la RDC. Revue d'IJIAS vol.7, n°1 Juin, pp 298-308.
12. Beaux, J.F., 1997 : L'environnement. Editions Nathan, Paris- France, 159p.
13. Belesi K., 2009 : Etude floristique, phytogéographique et phytosociologique du Bas-Kasaï en RDC. Thèse de Doctorat. UNIKIN, Inédite, 565 p.
14. Bella S, Riccardi N, Giacobbe D and Luzzati R, 2018: « History of schistosomiasis (bilharziasis) in humans from Egyptian medical papyri to molecular biology on mummies ». *Pathogens and Global Health*, vol. 112, n° 5, 2018, pp. 268–273.

15. Bennike I. et Fransden F., 1976 : La bilharziose à Kinshasa, Annales de la société Belge de Médecine Tropicale, n°56, 437p.
16. Berry E. et Dobroyolny G., 1960 : L'emploi des molluscides contre les mollusques aquatique. Bull.OMS, 48p.
17. Bompela W., 1979 : Contribution à l'écoéthologie des Mollusques pulmonés dulcicoles vecteurs de schistosomes (Trématodes, Digènes) et localisation des foyers d'infections à Kisangani (Haut -Zaïre). mémoire de licence, UNIKIS, 71p.
18. Bremond et Vuichard 1973 : Paramètres de la qualité des eaux, Ministère de la protection de la nature et de l'environnement, Paris, 179 p.
19. Bultot F. et Griffit J. F., 1971 : The equatorial wet zone, Done word survey of climatology, Vol. 10 climats of Africa Elsevier publishing cy, Amsterdam London-New York, pp 259-281 et p. 302.
20. Boue H et Chaton R ; 1968 : La Zoologie I Invertébrés. La chapelle-Montiligeon, Orne, 558 p.
21. Bouchet P, 1990 : La malacofaune française, endémisme, patrimoine naturel et protection. Rev. Écol. Terre et Vie, 45p.
22. Chabasse, D., 2007 : Parasitoses et mycoses des régions tempérées et tropicales (Collection : Abrégés connaissances et pratique). Elsevier-Masson. Paris Masson, 2007, 321 p.
23. Colart, J., 1977 : Présence d'un petit foyer autochtone de bilharziose à schistosoma mansoni à Kinshasa. Annale de la Société Belge de la Médecine tropicale n°56, vol 3 ; p162.
24. Compere P., 1970 : Carte des sols et de la végétation du Congo, Rwanda et Burundi 25-B. Bas-Congo, notice explicative de la carte de la végétation. Pub. INEAC, 35p.
25. Crabbe, M., 1975 : Le climat de Kinshasa, services de l'administration belge de la coopération au développement, Bruxelles, pp23-28.
26. Cubaka K A, Cirimwami B L, Bora U H, Lwambo K J et Baguma B G, 2019 : Premiers inventaires de la diversité des macros invertébrés aquatiques du lac Vert, Goma/Nord-Kivu, République Démocratique du Congo. Journal of Applied Biosciences 140 : pp 14268 – 14280.
27. Czech, P., Weber, K., and Dietrich, D. R., 2001: Effects of endocrine modulating substances on reproduction in the hermaphroditic snail *Lymnaea stagnalis* L. Aquatic Toxicology, 53(2), pp 103-114.

28. Dajoz, R., 1996 : Précis d'écologie. 2^{ème} et 3^{ème} cycle universitaire. 6^{ème} édition, Dunod, Paris, 542 p.
29. Davis G. M., Zhang Y., Guo Y. H. and Spolsky C. M., 1995 : "Population genetics and systematic status of *Oncomelania hupensis* (Gastropoda : Pomatiopsidae) throughout China". *Malacologia* 37 : pp 133–156.
30. Décret-loi n°13/026 du 13 Juillet 2013 : conférant le statut de ville et commune à certaines agglomérations de la province du Bas-Congo, col.130.
31. Deelder A.M., Miller R.L, Dejong N, and Krijger F.W. 1990: Detection of schistosome antigen in mummies lancet, 335 p.
32. Detay, M., 1997 : La gestion active des aquifères, Ed. Masson, Paris, 62 p.
33. Dreyfuss G et Rondelaud D, 2011 : Les mollusques dans la transmission des helminthoses humaines et vétérinaires. In : Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France tome 164 n°1, pp. 13-20.
34. Fabri, R. et Leclercq, L., 1977. Les ruisseaux et rivières de Haute-Belgique. Caractéristiques physico-chimiques des eaux naturelles et polluées. *Natura Mozana*, 30, pp78-87.
35. Fain (1952) : Contribution à l'étude des formes larvaires des trématodes au Congo Belge et spécialement de la larve de *Schistosoma mansoni*, Mém, Inst. Royal col, Belge, 311p.
36. Fallon P.G., Sturrock R.F., Capron A., Niang M. and Doenhoff M.J: 1995. Diminished susceptibility to praziquantel in a Senegalese isolate of *Schistosoma mansoni*. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 53 : pp 61-62.
37. Ferandel A., (2001): La bilharziose urinaire dans le monde aspects Épidémiologiques thèse faculté de pharmacie Université Henri Poincaré-Nancy 113 page.
38. Fonkou, T., 1991 : Contribution à l'étude de *Pistia stratiotes* L. dans les essais d'épuration des eaux usées au campus de l'université de Yaoundé. Mémoire de maîtrise des sciences de la vie. Yaoundé (Cameroun), Faculté des sciences, Université de Yaoundé 110p.
39. Fournier J., Bonnot-Courtois C., Paris R., Voldoire O. et Le Vot M., 2012 : Analyses granulométriques, principes et méthodes. CNRS, Dinard, 99p.
40. Frontier S., Davoult D., Gentilhomme V. et Lagadeuc Y., 2007 : Statistique pour les sciences de la vie et de l'environnement. Dunod, Paris, 384p.
41. Gentilini M., Cames E., Danis M., Mouchet J., Duflo B., Lenoble P. et Bruckerg. ; 1993 : Médecine tropicale 5^{ème} édition Médecine-Sciences, Paris, Flammarion, 928p.
42. Goffaux J., 1990 : Notion de climatologie, éd. CRP, Kinshasa, 45 p.

43. Golvan, Y. J., 1983 : Eléments de parasitologie médicale. 4eme édition, Médecine-Sciences. Paris : Flammarion, 561 p.
44. Grasse P., 1970 : Zoologie-Invertébrés. Tome 1.Edition revue et complétée. Masson. Paris, 935 p.
45. Grego J., 2018: First record of subterranean rissoidean gastropod assemblages in Southeast Asia (Mollusca, Gastropoda, Pomatiopsidae). *Subterranean Biology*, 25, pp 9-34.
46. Haas W., Haberl B., Schmalfluss G. and Khayyal M.T., 1994: *Schistosoma haematobium* cercarial host finding and host-recognition differs from that of *Schistosoma mansoni*. *Journal of Parasitology*, 80, pp 345-353.
47. Haas W, Grabe C., Geis C., Pach T., Stoll K., Fuchs H., Haberl B. and Loy C. 2002: Recognition and invasion of human skin by *Schistosoma mansoni* cercariae : the key-role of L-arginine. *Parasitology*, 124, pp153-167.
48. Habari M.J-P., 2009 : Etude floristique, phytogéographique et phytosociologique de la végétation de Kinshasa et des bassins moyens des rivières N'djili et N'sele en République Démocratique du Congo. Thèse de doctorat, UNIKIN, 267p.
49. Haberl B., Kalbe M., Fuchs H., Strobel M., Schmalfluss G. and Haas W. 1995: *Schistosoma mansoni* and *S. haematobium*: miracidial host-finding behaviour isstimulated by macromolecules. *International Journal for Parasitology*, 25, pp 551-560.
50. Hammer R., Harper DAT., Ryan P.D., 2001: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1) : 9pp.
51. Harris A.R.C., Russell R.J. and Charters A.D. 1984: A review of schistosomiasis in immigrants in Western Australia demonstrating the unusual longevity of *Schistosoma mansoni*. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 78, pp 385-388.
52. Hebert .S., et Legare S. ; 2000 : Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq n°ENV-2001-0141, rapport n°QE-1123, 24p. et 3 annexes.
53. Hunter R.D., 1990: Effects of low pH and calcium concentration on the pulmonate snail *Planorbella trivolvis*: Elaboratory study. *Can. J.Zool.* 68 :pp 1578-1583.
54. Hunziker P, Mutronigo M, Salieb-Beugelaar G and Odermatt P, 2019: « Schistosomiasis from established diagnostic assays to emerging micro/nanotechnology-based rapid field testing for clinical management and epidemiology », *Precision Nanomedicine*, pp. 439–458.

55. Jindal, R et Sharma C, 2011: Studies on water quality of sut lej river around Ludhiana with reference to physicochemical parameters. Environ. Monit. Assess, pp 417-425.
56. Kalanda K., 1981 : La végétation du parc de la N'sele (Zaire) : Bull. Jard. Bot. Nat. Belg., 51 (3-4) : pp 347-357.
57. Kalbe M., Haberl B., Hertel J. and HAAS W. 2004: Heredity of specific host-finding behaviour in Schistosoma mansoni miracidia. Parasitology, 128 : pp 635-643.
58. Kamb T., 2013 : Etude de la structure et de la dynamique des peuplements des Macro invertébrés benthiques d'un système lotique : Cas de la rivière Lukunga à Kinshasa / R.D.Congo, Mémoire de DEA UPN, 81p.
59. Kamb T., Ifuta N., Mbaya N., Pwema K. 2015 : Influence du substrat sur la répartition des macros invertébrées benthiques. Int. J. Biol. Chem. Sci. 9(2) pp 970-985.
60. Kamb T., 2018 : structure des peuplements des Macro invertébrés benthiques et évaluation de la qualité biologique et écologique des rivières Gombe, Kinkusa et Mangenge à Kinshasa / R.D.Congo. Thèse de doctorat en hydrobiologie, UPN 201p.
61. Katz N., Chave A. and Pellegrino J. 1972 : A simple device for quantitative stool thicks mear technique in schistosomiasis mansoni. Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo, 14, pp 397-400.
62. Kayembe M. J., 2020 : Impact des effluents urbains sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux des rivières Bumbu, Funa et du canal de drainage du camp Kokolo à Kinshasa/R D Congo. Thèse de doctorat de l'Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences, Département de chimie, 174p.
63. Kerney M. P. et Cameron R. A. D., 2015 : Escargots et limaces d'Europe, Paris 372 p.
64. Lecointre et Le Guyader H., 2011 : Classification phylogénétique du vivant, 3^{ème} édition (Belin) Paris 325 p.
65. Lejoly J., Lisowski S., et Ndjele M., 1988 : Catalogue des plantes Vasculaires de la sous-région de Kisangani et de la Tshopo, haut-Zaïre, 3^{ème} édition novembre 1988, Trav. Lab. Syst. et Phyt. ULB, Bruxelles, 122p.

66. Leveque, C., 1972 : Mollusque benthiques du lac Tchad : écologie, production et bilans énergétiques. Doctorat d'état en sciences naturelles de l'Université Paris VI ,218p.
67. Leveque, C., 1973 : Dynamique des peuplements, biologie et estimation de la production des mollusques benthiques du lac Tchad. Cah.O.R.S.T.O.M, Sér. Hydrobiologie. VII, 2 : pp117-147.
68. Leynaud, G., 1968 : Les pollutions thermiques : influence de la température sur la vie aquatique. Paris, Ministère Français de l'agriculture, 75p.
69. Linder. E., 1990 : Cercarial kissing marks- No superficial make-up. Parasitology Today, 6, (12) : pp 393-395.
70. Locard A., 2013 : Etude sur les variations malacologiques d'après la faune vivante et fossile de la partie centrale du bassin de Rhône, tome 2, Hachette livre, 1881, Paris, 560p.
71. Luamba, J et Kayumba, M 1997 : La schistosomiase à *Schistosoma intercalatum* à Kinshasa : identification des mollusques vecteurs et isolement de l'agent pathogène, C.R.P.A. vol.13, p272-289.
72. Lubini A., 1982 : Végétation messicole et post-culturale des Sous-Régions de Kisangani et de la Tshopo (Haut-Zaïre). Thèse de doctorat, Université de Kisangani Fac. Sci. 489 p.
73. Lubini A., 1997 : La végétation de la Réserve de Biosphère de Luki au Mayombe (Zaïre). Jard. Bot. Nat. Belg. Opera Meise 10. 155p.
74. Mandango M.A., 1982 : Flore et végétation des îles du fleuve Zaïre dans la Sous-Région de la Tshopo (Haut-Zaïre), Thèse de doctorat, Université de Kisangani Fac.Sc. T. 1 & 2, 425 p.
75. Mandango M.A. & Ndjele M., 1986 : Végétation aquatique et semi-aquatique de l'île Kongolo à Kisangani (Zaïre). Bull. Soc. Bot. Roy. Belg. 119 (1) : pp 63-73.
76. Mandhal-Bart, Rippert G. et Raccurt ; 1974 : Nature du sous-sol répartition des mollusques dulçaquicoles et foyer de bilharziose intestinale et urinaire au Bas-Congo, Revue zoologique africaine 88 n°3, pp 565-584.
77. Masens D.M.Y., 1997 : Etude phytosociologique de la région de Kikwit (Bandundu, RDC).Thèse de doctorat. Fac. Sc. ULB-Belgique. 398 p.
78. Mayaka. M., 2001 : Etude épidémiologique de la Bilharziose à *Schistosoma mansoni* en milieu scolaire : cas du groupement de Kiyanika. Mémoire de licence, Faculté de Médecine, Université Kongo 75p.

79. Mbaya N., 1994 : Contribution à l'étude systématique et écologique des mollusques gastéropodes dulcicole de Kinshasa, mémoire Département de Biologie I.P.N/Kinshasa, 33p.
80. Mbeko P.A., Malegela I.L., Kapour K.G., Tuakuila K.J., Masumu M.J. et Kimpanga D.P.2019 : Distribution Spatiale des Maladies Tropicales Négligées dans La Province de Haut-Uele, République Démocratique du Congo. Revue Congo Science. Volume 7, Numero 1 Mars pp172-181.
81. Mboyo B ; 1986 : La schistosomiase à Kimpese (Bas-Congo); Mémoire Département de Biologie I.P.N/Kinshasa, 43p.
82. McLaren M., Draper C.C., Roberts J.M, Minter-Goedbloed E., Ligthart G.S. Teesdale C.H., Amin M.A, Omer A.H., Bartlett A. and Voller A., 1978 : Studies on the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) test for *Schistosoma mansoni* infections. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 72, pp 243-253.
83. Mehdaoui S., 2016 : Inventaire de l'embranchement des mollusques au niveau de la baie de Beni-saf, Mémoire de Master, Université Aboubekr Belkaïd-Tlemcen, Département d'Ecologie et environnement, 143p.
84. Menguemengou KM, 2013 : Caractérisation d'une hybridation naturelle entre *Schistosoma haematobium* et *S. guineensis* au Gabon. Thèse de Doctorat de l'Université François – Rabelais de Tours. spécialité Sciences de la Vie / Parasitologie, 144p.
85. Morineau A., et Aluja-BANET T., 1998. L'analyse en composantes principales. CISIA, Paris, 90p.
86. Mouton, J. 1980 ; Contribution à l'écologie des Mollusques des eaux courantes esquisse biotypologique et données écologiques. Thèse de 3^{ème} cycle. Université Paris VI : 169 p.
87. Mwanamoki P.M, Devarajan N, Thevenon F, Niane B, Alencastro L.F, Grandjean D, Mpiana P.T, Prabakar K, Mubedi J.I, Kabele C.G, Wildi W and Poté J, 2014 : Trace metals and persistent organic pollutants in sediments in sediments from river-reservoir systems in Democratic Republic of Congo (DRC) spatial distribution and potential ecotoxicological effects. *Chemosphere*, pp 485-492.
88. Ngelinkoto M P., 2013 : Contribution à l'étude physico-chimique et des effluents industriels de la compagnie sucrière de Kwilu-Ngongo. Thèse de doctorat de l'Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences, Département de chimie.

89. N'goran E., Bremond P., Sellin E., Sellin B. and Theron A. 1997 : Intraspecific diversity of *Schistosoma haematobium* in West Africa : chronobiology of cercarial emergence, *Acta Tropica*, 66 : pp 35-44.
90. Niemann et Lewis F., 1990 : *Schistosoma mansoni* : influence of *Biomphalaria glabata* size on susceptibility to infection and resultant cercarial production. *Exp. Parasitol.*, 70, pp 286-292.
91. Nienie A.B, 2019 : Impact des déchets solides sur la qualité des ressources en eau dans la ville de Kikwit en République Démocratique du Congo. Thèse de doctorat de l'Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences, Département de géographie-sciences de l'environnement, 184p.
92. Nyakabwa, M., 2004 : La diversité végétale. Grandes lignes de classification actuelle, communication, Fac. SC., UNIKIS, 14 p.
93. OMS, 1985 : Le contrôle de la schistosomiase. Rapport n° 728 du comité d'experts de l'OMS. Genève : 113 p.
94. OMS, 2016 : Stratégie de coopération de l'Organisation Mondiale de la Santé avec les pays République Démocratique du Congo de 2017-2021, 74p.
95. OMS, 2019 : Rapport annuel sur les schistosomiasés humaines dans le monde, OMS, 20p.
96. Ordonnance-loi n°87-232 du 29 Juillet 1987 : Portant création et statuts de cité au Zaïre.
97. Pauwels L., 2003 : Spermatophytes et Ptéridophytes des environs de Kinshasa, Ed. Luc. Pawel, Bruxelles, 170p.
98. Payne, A.I., 1986 : The ecology of tropical lakes and rivers. Great Britain: John Wiley&sons Ltd.150 p.
99. Pages JR, Jourdane J., Southgate VR et Tchuem Tchuenté LA : 2003. Reconnaissance de deux espèces jumelles au sein du taxon *Schistosoma intercalatum*, agent de la schistosomose humaine rectale en Afrique. Description de *Schistosoma guineensis* n. sp. In : taxonomie, écologie et évolution des parasites métazoaires. Presses universitaires de Perpignan, Tome II, pp139-146.
100. Perissinotto R, Miranda N, Raw J, Peer N. 2014 : Biodiversity census of lake St Lucia, isimangaliso Wetland Park (South Africa) : Gastropod molluscs. *Zookey*, n°440, pp 1-43.
101. Picq, J. et Roux, J. 1980 : Epidémiologie de Bilharziose ; *Médecine Tropicale* Vol 40.1, pp 9-21.

102. Poda J.N. 2007 : Les maladies liées à l'eau dans le bassin de la Volta : état des lieux et perspectives. Volta Basin Focal Project Report No 4. IRD, Montpellier, France, and CPWF, Colombo, Sri Lanka, 87 p.
103. Ramade, F., 2005 : Eléments d'écologie. Ecologie appliquée, 6ème édition, Dunod, Paris, 864 p.
104. Ramade F, 2008 : Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité, Paris, Dunod, 206p.
105. Riveau G. et Dupe L., 2000 : Les schistosomiasés. In : Cohen N. G. (Ed.). Les maladies parasitaires. Annales de l'Institut Pasteur / actualités. France, pp. 3-24.
106. Rivett M.O, Ellis P. A and Mackay R, 2011 : Urban groundwaters catchment in the city of Birmingham, UK.J.Hydrol, pp 206-222.
107. Rodier, J., 1978 : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 6^{ème} Ed. Dunod, Bordeaux, Paris, 1135 p.
108. Rodier, J., 1996 : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Paris, Dunod, 8^{ème} édition 950 p.
109. Rodier J., 2009 : L'Analyse de l'eau. 9^{ème} éd., Dunod, Paris. 1526 p.
110. Sambon, 1907 : Ecologie de la transmission bilharzienne en Guadeloupe. Thèse d'Etat - Sciences naturelles université de Perpignan, 506 p.
111. Salter J.P., Lim K-C, Hansell E., Hsieh I. and Mckerrow J.H., 2000 : Schistosome invasion of human skin and degradation of dermal elastin are mediated by a single serine protease. Journal of Biological Chemistry, 275, (49), 8, p 367-373.
112. Schmitz, 1995 : Que savait l'Egypte antique de la bilharziose urinaire ? , Thèse, Med, Nancy I, 94p.
113. Schwetz J., 1957 : Sur l'état actuel du problème de bilharziose en Afrique central et tout particulièrement au Congo belge, Académie royal des Sciences coloniale Mémoire n° 8, nouvelle série, Tome V fasc.4, 90 p.
114. Sellin B., 1994 : Distribution spatiale des mollusques hôtes intermédiaires potentiels des Schistosomes et leurs biotopes au Burkina-Faso Est, OCCGE n° 101 p12-19.
115. Sellin B., Simonkovich E. et Roux J.J., 1980 : Etude de la répartition des mollusques hôtes intermédiaires de Schistosomes en Afrique de l'ouest. Premiers résultats. Méd. Trop.40, pp 31-40.
116. Senghor B., 2010 : Prévalence et intensité d'infestation de la bilharziose urogénitale chez des enfants d'âge scolaire à Niakhar (milieu rural

- sénégalais).Mémoire de DEA en Biologie Animale, Faculté des sciences et techniques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 100p.
117. Situakibanza N , Epenge E, Bepouka B , Kiazayawoko Z , Nkodila A, Longokolo M , Mandina N , Mayasi N , Amaela N , Mbonza A, Mbula M .,2016 : Profil épidémiologique de la schistosomiase a *Schistosoma mansoni* en milieu scolaire dans la cité de Kimpese, Kongo Central (RD CONGO). Deuxième congrès international de la SIPAM. Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte D'ivoire, 09 – 10 MARS 2016.
 118. Sorgho H ., 2006 : Profil parasitologique de la schistosomiase et sérodiagnostic de la schistosomiase intestinale dans deux hydro-aménagements à l'Ouest du Burkina Faso. Thèse Doctorat de l'Université de Ouagadougou 122p.
 119. Utzinger S., Becker L, Lieshout G. and Vandam, 2019: Diagnostic tools in schistosomiasis. *Clinical Microbiology and Infection*, vol. 21, n° 6, pp. 529–542.
 120. Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera, P., 2010 : Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie. Paris, CNRS, Ed. 607 p.
 121. Theron, 1982 : Le compartiment cercaire dans le cycle de *Schistosoma mansoni* et écologie de la transmission bilharzienne en Guadeloupe. Thèse d'Etat - Sciences naturelles, université de Perpignan, 506p.
 122. Theron, 1984 : Early and late shedding patterns of *Schistosoma mansoni* cercariae : ecological significance in transmission to human and murine hosts. *Journal of Parasitology*, 70, pp 652-655.
 123. Thiengo S C, Fernandez M A, Torres E J, and Coelho P M , 2008 : « First record of a nematode Metastrongyloidea (*Aelurostrongylus abstrusus* larvae) in *Achatina* (*Lissachatina*) *fulica* (Mollusca, Achatinidae) in Brazil », *Journal of Invertebrate Pathology*, vol. 98, no 1, pp. 34–39.
 124. Tissertiouine S, 2015 : Profil biologique de la schistosomose urinaire dans le foyer de Khemis El-Khechna. Mémoire de master, Université Mouloud mammeri de tizi-ouzou, Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques Département de Biologie animale et végétale. 107p.
 125. Tounkara MK, 2007 : Les Schistosomiasés en milieu urbain : Dynamique et infestivité des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes dans les cours d'eau du district de Bamako. Thèse de Doctorat de l'Université de Bamako, Faculté de Médecine, de pharmacie et d'Odonto Stomatologie (FMPOS) ,126p.

126. Traore, 1990 : Répartition des schistosomiasés au Mali - Act. Conf. Internat. Schisto, Niger CERMES/OCCGE, pp 103-135.
127. Tshihilura M., 1990 : Dynamique des populations des mollusques dulcicoles. *Biomphalaria pfeifferi*, *Lymnaea natalensis* et *Bulinus sp* dans les étangs piscicoles de Lwiro. Mémoire inédit ISP/BUKAVU, 36p.
128. Vandam G. J. , Wichers J. H. ,Ferreira T. M and Ghati D., 2004 : « Diagnosis of Schistosomiasis by Reagent Strip Test for Detection of CirculatingCathodicAntigen»,*JournalofClinicalMicrobiology*, vol. 42, no 12, 1^{er} décembre pp. 5458–5461.
129. Vankerschaver G, 1983 : Géomorphologie paléo climatique de la fin du cénozoïque dans la région de Kimpese (Bas-Zaïre) Bull.Soc.belge Géol, 93p.
130. Vatan A, 1967 : *Manuel de sédimentologie*. Editions Technip, p. 335.
131. Wada K., 1980 : Initiation of mineralization in bivalve molluscs. In : The mechanisms of biomineralization in animals and plants. Tokai University Press, Tokyo, pp 79-92.
132. Wang L., Li Y-L., Fishelson Z., Kusel J.R. and Ruppel A., 2005 : *Schistosoma japonicum* migration through mouse skin compared histologically and immunologically with *S. mansoni*. *Parasitology Research*, 95, pp 218 - 223.
133. Wangima A., 2019 : Implication de la faune malacologique de la rivière eau-noire dans la transmission des schistosomiasés humaines chez les riverains de Lemba-imbua Mont-Ngafula /Kinshasa-RD Congo. Mémoire de DEA, Département de Biologie de l'Université Pédagogique Nationale 110p.
134. Wangima A., Luamba L N., Kamb T. et Mutambel'Hity SN., 2021 : Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques favorables aux mollusques gastéropodes pendant la saison sèche de l'année 2020 dans les quatre rivières de Kimpese/RDC. *Revue du C.R.I.D.U.P.N*, N°086a Janvier-Mars pp 13-30.
135. Wangima A., Luamba L N., Kamb T. et Mutambel'Hity SN., 2021 : Identification des basommatophores hôtes intermédiaires des schistosomes humains à Kimpese en République Démocratique du Congo. *Revue d'IJIAS*, Vol. 33 N°1Jun. 2021, pp 158-168.
136. Wango S. 2003 : Les schistosomes de l'homme et du bétail domestique dans la province du Kouritenga et à l'abattoir frigorifique de Ouagadougou (Burkina faso). Mémoire de D.E.A. Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre (U.F.R./S.V.T.). Université de Ouagadougou : 51p.
137. Whitfield P.J., Bartlett A., Khammo N., Brain A.P.R., Brown M.B., Marriott C. and Clothier R., 2003: Delayed tail loss during the invasion of human skin by schistosome cercariae. *Parasitology*, 126 : pp 135-140.

138. Winston F. P, Lindberg D. R. et Juliet Mary Ponder J.M, 2019 : *Biology and Evolution of the Mollusca*, CRC Press, 2019, pp. 167-228.
139. Wolmarans C.T., De Kock K.N., Strauss H.D. and Bornman M., 2002 : Daily emergence of *Schistosoma mansoni* and *S. haematobium* cercariae from naturally infected snails under field conditions. *Journal of Helminthology*, 76: pp 273-277.
140. Zongo, D., 2010 : Etude comparative de la transmission de la schistosomiase formes uro-génitale, intestinale et hépatique dans dix sites du Burkina Faso. Thèse Doctorat Unique de l'Université de Ouagadougou 125p.

II.- REFERENCES WEBOGRAPHIQUES

1. <http://umvf.univnantes.fr/parasitologie/enseignement/bilharzioses/site/html/2.html> consulté mercredi 10/01/2018 à 15h00'.
2. <https://www.futurasciences.com/planete/definitions/classification-vivant-gasteropode-4653/> consulté jeudi 11/01/2018 à 10h25'.
3. [http://Photo of a *Schistosoma mansoni* eggwith the characteristic lateral spine](http://Photo of a Schistosoma mansoni eggwith the characteristic lateral spine) consulté jeudi 11/01/2018 à 16h00'.
4. <http://umvf.univnantes.fr/parasitologie/enseignement/bilharzioses/site/html/2.html> consulté vendredi 12/01/2018 à 14h00'.
5. <https://www.kmae-journal.org/articles/kmae/pdf/1982/05/kmae1982NS01.pdf> consulté samedi 13/01/2018 à 9h45'.
6. <https://www.google.com/search?q=La+repartition+g%C3%A9ographique+de+la+Schistosomiase>. consulté samedi 13/01/2018 à 11h20'.
7. www.ndarinfo.comSAINT-LOUIS-BILHARZIOSE-le-Bilhvax-teste.... Consulté Lundi 18/05/2020 à 17h50'.
8. www.cnrtl.fr/définition/gastéropode consulté mardi 09/01/2018 à 16h22'.
9. <http://Summarieschematic phylogeny of the researchagate.net> (consulté 19/05/2020 à 14h 35').
10. www.cnrtl.fr/definition/mollusque, consulté le 04 mars 2019 à 12h40.
11. <https://www.futurasciences.com/planete/definitions/classification-vivant-gasteropode-4653/>. consulté le 04 mars 2019 à 13h55'.
12. <https://www.kmaejournal.org/articles/kmae/pdf>.
13. <https://Mollusque-Dictionnaire visuel/infovisual.info>, consulté le 30 Avril 2020 à 16h 20'.
14. <https://uk.inaturalist.org/taxa/87126-Bulinus>. Consulté le 16/01/2022 à 11h 50'.
15. <https://naturalista.org/Oncomelania nosophora>. Consulté le 16/01/2022 à 13h12'.
16. <https://scan.myspecies.Bulinus truncatus.info>. Consulté le 16/01/2022 à 14h09'.

17. [https://www. Conchology.be](https://www.Conchology.be). Consulté le 16/01/2022 à 14h037'.
18. <https://www.gettyimages.com/detail/photo/biomphalaria-pfeifferi>. Consulté le 16/01/2022 à 15h 08'.
19. <https://www.flickr.com>. Consulté le 16/01/2022 à 15h33'.
20. <https://www.Malaria not the only parasite.com>. Consulté le 16/01/2022 à 15h45'.
21. www.mindenpictures.com/Biomphalaria+glabrata. Consulté le 16/01/2022 à 15h58'.
22. www.planeta invertebrados.com.br. Consulté le 17/01/2022 à 11h17'.
23. www.mr-water71.blogspot.com. Consulté le 17/01/2022 à 12h32'.
24. www.TryElixir.org. Consulté le 17/01/2022 à 14h10'.
25. [https://inpn.mnhn.fr/espece/cd nom/824950/tab/fiche](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/824950/tab/fiche). Consulté le 17/01/2022 à 13h47'.

ANNEXE I :

Données météorologiques de Kimpese

1.- Températures moyennes journalières.

Années	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
1991	25,9	26	26,1	26	25,8	23,7	21,8	22,5	24,2	26,2	26,1	26,2	25
1992	26,4	26,7	26,8	26,5	26,3	23,3	21,3	22,7	24,8	26,3	26,5	26,4	25,3
1993	26,2	25,8	26,4	26,1	26,2	23,2	21,1	22,6	24,9	26,5	26,7	26,9	25,2
1994	26,5	26,4	26,8	26,5	26,4	23,5	21,4	22,7	24,3	26,1	26,2	26,5	25,3
1995	27,2	27,1	27,5	27,1	27,1	23,4	21,5	22,3	24,8	26,4	26,6	26,7	25,6
1996	27,3	27,6	27,7	27,3	27,3	23,3	21,7	22,5	24,7	26,2	26,4	26,5	25,7
1997	26,7	27,2	27,3	26,6	26,5	23,6	21,6	22,7	24,6	26,3	26,5	26,7	25,5
1998	26,8	27,1	27,1	26,9	26,6	23,7	21,2	22,9	24,9	26,4	26,7	26,8	25,6
1999	26,6	26,8	26,9	26,7	26,5	23,3	21,1	22,5	24,8	26,5	26,7	26,9	25,4
2000	26,8	26,9	27,2	26,8	26,6	23,5	21,8	22,7	24,7	26,7	26,8	26,7	25,6
2001	26,9	27,1	27,5	27,1	26,7	23,8	21,6	22,9	24,8	26,4	26,5	26,8	25,7
2002	26,5	26,7	26,7	26,4	26,3	23,2	21,5	22,4	24,9	26,5	26,6	26,9	25,4
2003	26,4	26,6	26,8	26,5	26,2	23,4	21,4	22,5	24,6	26,2	26,4	26,6	25,3
2004	26,1	26,4	26,5	26,2	25,9	23,2	21,3	22,4	24,8	26,3	26,4	26,7	25,2
2005	26,3	26,5	26,7	26,4	26,1	23,1	21,3	22,5	24,8	26,5	26,6	26,9	25,3
2006	26,5	26,7	26,9	26,5	26,2	23,3	21,2	22,6	24,7	26,4	26,5	26,7	25,4
2007	26,6	26,8	27,2	26,7	26,4	23,4	21,5	22,8	24,9	26,6	26,7	26,9	25,5
2008	26,7	26,8	26,9	26,6	26,4	23,7	21,2	22,9	25	26,7	26,9	26,9	25,6
2009	26,6	26,9	27	26,7	26,3	23,7	21,6	22,9	25,3	26,9	26,9	26,9	25,6
2010	26,3	26,7	26,9	26,1	26,1	23,3	21,1	22,7	25,1	26,6	26,7	26,8	25,7

2011	26,8	27,1	27,4	26,7	26,5	23,9	23,3	24,8	26,8	26,9	26,9	25,7
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------------

2012	27,9	27,8	28,1	27,7	27,8	24,9	21,4	23,1	24,3	26,2	26,6	26,8	26
2013	28,1	28,4	28,7	28,1	27,8	24,1	21,4	23	25	26,5	26,7	26,8	26,2
2014	27,4	27,3	27,6	27,3	27,2	24,4	21,6	23,4	24,5	26,2	26,5	26,9	25,9
2015	27,5	27,9	28	27,4	27,3	24,4	21,8	23	24,7	26,2	26,5	26,7	26
2016	27,9	28	28,6	27,8	27,2	24,2	21,3	23,5	24,4	26,7	26,9	26,9	26,1
2017	27,2	27,4	27,7	27,1	26,9	24,3	21,2	23	24,8	26,8	26,8	26,9	25,8
2018	27,6	27,8	27,9	27,5	27,4	24,2	21,5	23,3	24,7	26,2	26,5	26,7	26
2019	27,4	27,6	27,7	27,4	27	24,2	21,4	23,1	24,5	26,3	26,7	26,8	25,8
2020	27,3	27,5	27,6	27,5	27	24,1	21,1	23,4	24,7	26,1	26,4	26,7	25,8
2021	27,5	27,8	27,9	27,3	27,1	24,5	21,3	23,2	24,8	26,2	26,5	26,8	26
Moyenne	26,9	27,1	27,3	26,9	26,7	23,7	21,4	22,8	24,7	26,4	26,6	26,7	26

Source : station météorologique de Mvuazi antenne de Kimpese

ANNEXE I (suite) :**Données météorologiques de Kimpese****2.- Quantité totale des pluies en mm**

Années	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne Annuel
1991	109,5	106,8	173,2	238,7	115,7	0	0	1,6	18,3	89,4	213,2	177,4	103,7
1992	125,3	100,3	173,5	237,4	122,5	0	0	2,6	18,7	90,7	212,7	177,6	105,1
1993	95,2	103,5	173,4	230,3	120,3	4,7	0	0	17,9	89,8	211,5	177,3	102,8
1994	126,4	103,7	173,8	239,5	117,9	0	0	0	18,5	89,5	212,3	177,8	105
1995	79,6	104,2	173,6	239,6	119,2	5,6	0	4,2	18,6	89,6	211,9	177,2	102
1996	121,5	104,6	185,8	248,2	118,4	0	0	0	17,8	89,3	212,4	177,5	106,3
1997	136,8	106,4	195,7	260,8	117,6	0	0	6,8	17,4	89,2	212,5	177,9	110,1
1998	78,5	103,9	145,2	242,9	118,8	0	0	0	18,2	88,7	213,6	177,4	99
1999	115,2	103	157,4	254,6	116,5	2,8	0	7,5	18,9	89,5	213,2	177,7	104,7
2000	133,2	104,2	178,5	267,5	118,3	2,2	0	0	18,8	89,6	211,8	177,6	108,5
2001	109,1	103,8	152,3	243,6	119,2	5,9	0	0	17,6	88,4	212	177,3	102,4
2002	90,7	103,5	149,5	248,1	120	0	0	0	18,7	88,9	212,3	177,2	100,7
2003	98,5	104,7	152,6	248,7	120,4	6,5	0	2,5	18,4	88,3	211,5	177,5	102,5
2004	134,5	104,2	167,4	263,4	118,8	0	0	1,4	18,2	88,5	212,7	177,4	107,2
2005	108,3	103,4	167,1	249,7	119,6	0	0	0	19,7	88,7	212,4	177,8	103,9
2006	77,5	103,7	143,3	238,3	117,3	0	0	0	18,5	88,4	212,2	176,7	98

2007	81,5	103,5	149,6	242,8	118,5	0	0	0	17,8	88,2	211,9	177,5	99,3
2008	132,7	103,6	188,5	249,4	119,2	6,8	0	3,5	18,6	88,8	213,3	177,6	108,5
2009	127,4	103,4	188,5	257,6	118,7	0	0	0	18,3	88,5	213,5	177,4	107,8
2010	128,5	104,5	182,8	259,4	118,4	5,2	0	0	18,8	88,3	211,8	177,2	108
2011	115,8	103,2	173,4	250	119,5	5,7		0	17,7	88,6	213,7	177,9	105,4

2012	110,3	102,9	167,3	257,5	117,6	0	169	0	18,6	88,2	213,4	177,3	104,4
2013	129,1	102,8	171,9	243,7	118,8	0	0	0	18,4	88,4	211,6	177,6	105,2
2014	89,2	103,3	168,2	228,6	117,3	0	0	0	18,5	88,6	212,5	177,5	100,3
2015	88,7	103,8	158,6	217,4	118,4	0	0	0	18,3	87,9	212,3	177,7	98,6
2016	109,5	103,6	167,9	229,2	118,5	4,6	0	0	16,7	88,5	213,4	177,4	102,4
2017	108,6	103,7	168,5	217,4	118,3	0	0	4,5	17,2	88,3	213,7	177,8	101,5
2018	110	104,5	169,2	217,5	118,9	0	0	0	18,6	88,7	212	177,3	101,4
2019	109,2	103,2	168	220,1	119,7	6,6	0	0	18,4	88,4	213,3	177,6	102
2020	109,7	102,9	167,6	215,3	117,8	0	0	0	18,8	88,5	213,4	177,2	101
2021	112,5	104,5	169,3	222,6	119,6	0	0	0	19,3	89,2	213,6	178,5	102,4
Moyenne	109,7	103,8	168,4	241,6	118,7	1,8	0	1,1	18,3	88,8	212,6	177,5	103,5

Source : station météorologique de Mvuazi antenne de Kimpese

172

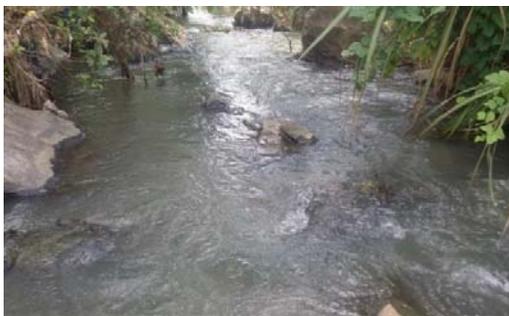
170

ANNEXE II :**Coordonnées géographiques de Kimpese et GPS (Global Positioning System) de marque Garmin map 62s****1.- Coordonnées géographiques de Kimpese**

LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	DATE	NOM
-5,556967	14,468982	334,633911	2020-08-06T13 :23 :27Z	Bilharziouse station I
-5,554096	14,468057	337,568756	2020-08-06T12 :55 :02Z	Bilharziouse station II
-5,549948	14,464973	328,803619	2020-08-04T11 :55 :09Z	Bilharziouse station III
-5,55445	14,462706	369,825439	2020-08-04T09 :06 :06Z	IME
-5,564106	14,437047	317,91153	2020-02-13T15 :51 :11Z	Makombo station I
-5,550547	14,416164	298,242798	2020-02-13T12 :44 :59Z	Makombo station II
-5,550034	14,413751	308,97171	2020-02-13T12 :10 :03Z	Makombo station III
-5,552615	14,416934	281,253784	2020-08-06T09 :00 :04Z	CSE
-5,570309	14,422979	331,503174	2020-02-13T16 :30 :03Z	Nganda station I
-5,562802	14,422468	338,4729	2020-02-05T11 :41 :55Z	Nganda station II
-5,55575	14,416053	299,460266	2020-02-13T10 :52 :32Z	Nganda station III
-5,560563	14,421233	330,681	2020-08-05T12 :56 :21Z	Chemin de fer
-5,55172	14,427397	315,907806	2020-02-13T15 :19 :47Z	Sukiankasa station I
-5,554113	14,41932	311,753204	2020-02-13T14 :05 :34Z	Sukiankasa station II
-5,554897	14,416261	308,847534	2020-02-13T11 :31 :53Z	Sukiankasa station III
-5,33468	14,25504	323,697863	2020-02-13T17 :30 :44Z	CHL

2.- GPS (Global Positioning System) de marque Garmin map 62s

ANNEXE III :
Photos des stations d'échantillonnage.

1. Rivière Bilharziöse		
Station I	Station II	Station III
		
Photo B I	Photo B II	Photo B III
2. Rivière Makombo		
		
Photo M I	Photo M II	Photo M III

3. Rivière Nganda



Photo N I



Photo N II



Photo N III

4. Rivière Sukiankasa



Photo S I



Photo S II



Photo S III

176

173

ANNEXE IV :
COURANTOMETRE



Sonde de vitesse - Courantomètre sonde de 0,9 A 2 m de longueur : FP111 Global water

ANNEXES V :

Matériel pour les paramètres mesurés *in situ*

La température, la turbidité, conductivité, le pH et l'oxygène dissous. Les quatre premières paramètres ont été mesurés *in situ* à l'aide de **sonde multiparamètre** des marques HANNA HI 991300, HANNA HI 9146 et OAKTON PC600. L'oxygène dissous a été dosé à l'aide de la sonde Oxymètre ProOdo YSI.



HANNA HI 9146



ANNA HI 991300



Oxymètre ProOdo YSI



OAKTON PC650

ANNEXE VI :

Matériel et mode opératoire des paramètres mesurés au Laboratoire

1. Dioxyde de carbone CO₂

Le CO₂ a été déterminé par titrimétrie grâce à un Titracteur digital de marque HACH/16900 équipé des cartouches contenant de solutions titrantes correspondantes à l'élément ou à l'ion à doser.



Kits d'analyses chimiques par titrimétrie.

Procédure d'utilisation

- Sélectionner le volume de l'échantillon d'eau à analyser et la cartouche de la solution titrante, sur base de la concentration espérée ou attendue de l'élément à doser et du facteur de multiplication, en se servant des tables prévues pour chaque méthode d'analyse.
- Mesurer 100ml d'eau de l'échantillon à analyser dans un erlenmeyer de 250ml ;
- Ajouter le contenu en poudre d'une gélule de phénolphthaléine comme indicateur colorant ;
- Agiter jusqu'à la dissolution complète ;
- Titrer avec NaOH 3,636N jusqu'au virage de la solution vers la coloration brillante rouge pâle qui persiste pendant 30 secondes ;
- Calcul : $\text{CO}_2 \text{ (mg/L)} = \text{Nombre de digits (NaOH 3,636N x 2)}$.

2. Calcium



La Calcium a été mesuré à l'aide du spectromètre de fluorescence X, version énergie dispersive (ED-XRF), XEPOS III, en utilisant la méthode « FP-Water » du spectro Ametek.

Spectromètre ED-XRF Xepos

Protocole Analytique

La Calcium a été mesuré à l'aide du spectromètre de fluorescence X, version énergie dispersive (ED-XRF), XEPOS III, (phot 1), en utilisant la méthode « FP-Water» du spectro Ametek. Le spectromètre de fluorescence X est une méthode multi-élémentaire, utilisant quatre cibles secondaires, à savoir successivement Molybdène (39,76KV de tension et 0.88 mA de courant), oxyde d'Aluminium (49,15 KV de tension et 0.7mA de courant), cobalt (35,79KV de courant et 1mA de courant) et enfin HOPG Crystal de Bragg (17,4KV de tension et 1 ,99mA de courant) de l'anode en palladium.

1.- Principe :

Globalement, on place l'échantillon (minéraux, métaux, huiles, eau, ciments, polymères, verres...) à analyser sous un faisceau de rayons X. Sous l'effet des rayons X, l'échantillon «entre en résonance» et réémet lui-même des rayons X qui lui sont propres - c'est la fluorescence. Si l'on regarde le spectre en énergie des rayons X fluorescents, on voit des pics caractéristiques des éléments présents, on sait donc quels éléments on a, et la hauteur des pics permet de déterminer en quelle quantité

2.- Mode de Calcul

Les intensités normalisées du spectromètre sont proportionnelles aux concentrations ont servi de calculer les concentrations de nos échantillons par étalonnage externe Le Pic $K\alpha_1$ (3.313 Kev) du K a servi pour le calcul, la cible HOPG Crystal de Bragg (17,4KV de tension et 1 ,99mA de courant) a donné les surfaces qui ont été normalisées par rapport au pic de diffusion cohérente et incohérente. Résultats sont obtenus avec intervalle de confiance selon t-Student à $\alpha=0.95$.

Spectrophotométrie Le spectrophotomètre (UV) de marque HACH DR/2400 a été utilisé



pour déterminer : DCO , Mg^{2+} , NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , et SO_4^{2-}

Spectrophotomètre –DCO-Mètre.

1.- Principe.

La méthode repose sur la loi de Beer-lambert : $Absorbance = \log(I^0/I)$ où I^0 est l'intensité lumineuse avant l'échantillon et I celle en sortie de l'échantillon. L'Incertitude relative < 10%.

2.- Procédure utilisation

- Sélectionner le programme de l'élément ou de l'ion à doser ;
- Démarrer le programme sélectionné ;
- Préparer la solution de l'échantillon à mesurer et le blanc dans des flacons de même capacité, 10 ou 25ml ;
- Activer le chronomètre du spectrophotomètre et agiter la solution préparée si nécessaire ;
- Placer le blanc pour calibrer l'appareil à la valeur de référence nulle (0.00mg/l ou 0.00ppm) ;
- Enlever le blanc et placer la solution à analyser ;
- Lire le résultat de l'analyse de l'élément ou de l'ion dosé qui s'affiche en mg/l ou en ppm.

ANNEXE VII :

Matériel pour le prélèvement du substrat du fond des rivières.



Tarière manuelle de marque Ribimex.

ANNEXE VIII :
Photos de quelques gites des Basommatophores



Photo A.22 : Gites des mollusques gastéropodes dulcicoles

ANNEXE IX :

Etuve



Etuve de marque FDM058/350 FVC

ANNEXE X :

Trousse à dissection



Trousse à dissection de Marque Rogo Sampaic™

ANNEXE XI :

1.- Microscope binoculaire



Microscope binoculaire électrique de marque Motic Elite B1-220 E –SP 1000 X

2.- Microscopes monoculaire



Microscope monoculaire électrique de marque Motic Elite B1-220 E –SP 1000 X

ANNEXE XII :
Test de l'infestation naturelle, dissection et observation microscopique



A



B

Vol. 42 No. 2 Janu: Emission cercarienne (A), dissection et observation microscopique (B).

ANNEXE XIII : Moyennes des paramètres mesurés

1. Rivière Bilharziouse

1.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en **saisons pluvieuses** de 2020-2021.

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	28,4	7,16	188	329	0,37	6,528	442,31	1,463	0,08	16,29	0,055	4,17	16	31,6	37,3	2,50	40	35
	28	7,15	186	325	0,39	6,525	442,33	1,464	0,06	16,28	0,052	4,13	17	31,3	37,1	2,52	42	37
	28	7,14	184	324	0,38	6,526	442,33	1,464	0,05	16,28	0,050	4,14	14	31,5	37,3	2,54	44	39
	28	7,15	186	326	0,38	6,525	442,35	1,461	0,05	16,23	0,051	4,12	17	31,2	37,1	2,52	42	37
Moyenne	28,1	7,15	186	326	0,38	6,526	442,33	1,463	0,06	16,27	0,052	4,14	16	31,4	37,2	2,52	42	37
II	29,8	7,55	207	362	0,41	6,727	456,05	1,388	0,04	13,61	0,053	4,51	18	34,6	38,5	3,14	65	40
	29,3	7,54	205	361	0,46	6,725	456,07	1,386	0,07	13,72	0,064	4,59	18	34,2	38,7	3,16	67	42
	29,2	7,53	203	360	0,48	6,725	456,09	1,387	0,05	13,69	0,058	4,53	17	33,9	38,3	3,18	69	44
	29,3	7,54	205	361	0,45	6,723	456,07	1,387	0,04	13,66	0,057	4,53	19	33,7	38,1	3,16	67	42
Moyenne	29,4	7,54	205	361	0,45	6,725	456,07	1,387	0,05	13,67	0,058	4,54	18	34,1	38,4	3,16	67	42
III	28,9	7,52	203	383	0,47	6,279	431,98	1,275	0,05	11,12	0,044	4,30	18	31,7	34,6	3,82	96	47
	28,3	7,51	201	382	0,48	6,278	431,94	1,276	0,06	11,15	0,050	4,29	16	31,8	34,7	3,84	97	48
	28,1	7,50	200	381	0,49	6,278	431,94	1,278	0,06	11,15	0,049	4,25	16	31,8	34,6	3,86	98	49
	28,3	7,51	200	382	0,48	6,277	431,90	1,275	0,07	11,18	0,053	4,24	18	31,9	34,9	3,84	97	48
Moyenne	28,4	7,51	201	382	0,48	6,278	431,94	1,276	0,06	11,15	0,049	4,27	17	31,8	34,7	3,84	97	48

2.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en **saisons sèches** de 2020-2021

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	24,9	6,93	165	301	0,53	8,659	467,21	1,821	0,09	14,29	0,014	4,85	18	34,4	38,5	1,81	24	18
	24,5	6,98	162	296	0,57	8,659	467,23	1,823	0,07	14,27	0,011	4,81	20	34,1	38,4	1,84	26	19
	24,6	6,96	163	298	0,57	8,658	467,23	1,822	0,06	14,27	0,009	4,81	19	34,1	38,4	1,87	28	21
	24,4	6,67	162	297	0,61	8,657	467,25	1,822	0,06	14,25	0,010	4,81	19	34,2	38,3	1,84	26	18
Moyenne	24,6	6,96	163	298	0,57	8,658	467,23	1,822	0,07	14,27	0,011	4,82	19	34,2	38,4	1,84	26	19
II	25,7	7,39	190	327	0,56	8,731	463,81	1,693	0,05	18,13	0,011	5,29	21	36,8	39,5	2,13	27	19
	25,2	7,37	185	324	0,64	8,729	463,79	1,697	0,06	18,18	0,016	5,28	21	36,4	39,9	2,15	30	20
	25,4	7,37	187	322	0,61	8,729	463,85	1,694	0,07	18,16	0,013	5,24	20	36,2	39,8	2,17	33	21
	25,3	7,35	186	323	0,63	8,727	463,79	1,696	0,06	18,13	0,012	5,23	22	36,6	39,6	2,15	30	20
Moyenne	25,4	7,37	187	324	0,61	8,729	463,81	1,695	0,06	18,15	0,013	5,26	21	36,5	39,7	2,15	30	20
III	25,1	7,38	186	326	0,59	8,435	452,73	1,572	0,06	15,41	0,015	4,97	19	34,9	36,3	2,85	49	19
	24,7	7,35	183	320	0,66	8,430	452,71	1,574	0,07	15,44	0,013	4,95	20	34,7	36,5	2,88	52	22
	24,6	7,36	183	322	0,67	8,432	452,72	1,576	0,08	15,43	0,015	4,91	20	34,7	36,4	2,91	55	24

	24,8	7,35	184	320	0,64	8,431	452,68	1,574	0,07	15,48	0,017	4,93	21	34,5	36,8	2,88	52	23
Moyenne	24,8	7,36	184	322	0,64	8,432	452,71	1	0,07	15,44	0,015	4,94	20	34,7	36,5	2,88	52	22

2. Rivière Makombo

1.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en saisons pluvieuses de 2020-2021.

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	28,8	7,59	233	361	0,44	9,289	432,03	1,622	0,08	12,38	0,038	4,43	18	32,7	37,8	2,68	46	38
	28,6	7,62	231	359	0,47	9,288	432,05	1,621	0,07	12,36	0,035	4,41	17	32,6	37,6	2,75	50	35
	28,6	7,62	229	357	0,47	9,288	432,05	1,621	0,07	12,36	0,036	4,40	19	32,6	37,6	2,75	50	35
	28,4	7,65	227	355	0,50	9,287	432,07	1,620	0,06	12,34	0,035	4,40	18	32,5	37,4	2,82	54	32
Moyenne	28,6	7,62	230	358	0,47	9,288	432,05	1,621	0,07	12,36	0,036	4,41	18	32,6	37,6	2,75	50	35
II	29,9	7,72	245	460	0,71	10,098	441,22	1,184	0,09	14,14	0,044	6,29	20	35,8	36,2	3,32	102	51
	29,3	7,75	239	454	0,76	10,095	441,28	1,181	0,06	14,09	0,043	6,27	19	35,3	35,6	3,41	105	49
	29,5	7,78	243	459	0,73	10,096	441,26	1,182	0,07	14,10	0,043	6,28	19	35,6	35,8	3,38	108	47
	29,3	7,75	241	455	0,76	10,095	441,28	1,181	0,06	14,09	0,042	6,28	18	35,3	35,6	3,41	105	49
Moyenne	29,5	7,75	242	457	0,74	10,096	441,26	1,182	0,07	14,11	0,043	6,28	19	35,5	35,8	3,38	105	49
III	29,3	7,71	237	418	0,55	9,715	430,37	1,168	0,07	12,64	0,040	4,77	19	34,1	37,3	3,92	79	48
	29,2	7,73	235	417	0,53	9,714	430,38	1,167	0,06	12,63	0,039	4,76	20	33,9	37,1	3,94	82	47
	29,2	7,73	234	417	0,53	9,714	430,38	1,167	0,06	12,63	0,039	4,76	20	33,9	37,1	3,94	82	47
	29,1	7,75	234	416	0,51	9,713	430,39	1,166	0,05	12,62	0,037	4,75	21	33,7	36,9	3,96	85	46
Moyenne	29,2	7,73	235	417	0,53	9,714	430,38	1,167	0,06	12,63	0,039	4,76	20	33,9	37,1	3,94	82	47

2.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en saisons sèches de 2020-2021.

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	25,5	7,37	195	332	0,68	13,294	453,41	2,112	0,07	16,04	0,005	5,13	21	35,1	39,8	3,11	44	23
	25,8	7,38	198	335	0,65	13,294	453,44	2,113	0,08	16,11	0,007	5,17	22	35,3	39,8	3,15	42	20
	25,8	7,38	198	334	0,65	13,293	453,44	2,113	0,08	16,09	0,007	5,14	20	35,3	39,7	3,15	42	20
	26,1	7,39	201	339	0,62	13,295	453,47	2,114	0,09	16,12	0,009	5,16	21	35,5	39,9	3,19	40	17
Moyenne	25,8	7,38	198	335	0,65	13,294	453,44	2,113	0,08	16,09	0,007	5,15	21	35,3	39,8	3,15	42	20
II	27,1	7,55	205	401	0,99	14,146	481,46	1,460	0,07	19,75	0,008	6,81	23	36,8	37,9	2,85	63	27
	27,3	7,58	207	404	0,98	14,146	481,47	1,462	0,08	19,76	0,007	6,82	24	37,1	37,6	2,90	60	25
	27,3	7,57	207	404	0,98	14,145	481,47	1,462	0,09	19,76	0,008	6,79	22	37,1	37,6	2,91	59	25
	27,5	7,62	209	407	0,97	14,147	481,48	1,460	0,08	19,77	0,009	6,82	23	37,4	37,3	2,94	58	23
Moyenne	27,3	7,58	207	404	0,98	14,146	481,47	1,461	0,08	19,76	0,008	6,81	23	37,1	37,6	2,90	60	25

III	26,3	7,54	199	380	0,76	13,812	451,33	1,381	0,06	17,11	0,006	5,35	22	36,2	38,2	3,46	87	27
	26,5	7,52	200	382	0,74	13,811	451,35	1,383	0,07	17,12	0,007	5,37	21	36,4	38,3	3,49	85	27
	26,5	7,50	201	382	0,74	13,811	451,34	1,382	0,06	17,12	0,007	5,37	23	36,3	38,3	3,52	84	25
	26,7	7,52	204	384	0,72	13,810	451,34	1.382	0,09	17,13	0,008	5,39	22	36,7	38,4	3,53	84	25
Moyenne	26,5	7,52	201	382	0,74	13,811	451,34		0,07	17,12	0,007	5,37	22	36,4	38,3	3,50	85	26

3. Rivière Nganda

1.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en saisons pluvieuses de 2020-2021.

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	27,9	7,48	166	326	0,46	6,104	421,85	0,766	0,06	9,27	0,048	4,07	16	34,8	38,8	1,99	26	36
	27,7	7,46	163	321	0,49	6,102	421,83	0,764	0,05	9,24	0,046	4,01	17	34,7	38,5	1,97	28	38
	27,5	7,49	161	314	0,53	6,100	421,81	0,762	0,06	9,21	0,045	4,04	18	34,6	38,2	1,95	30	40
	27,7	7,49	163	319	0,48	6,102	421,83	0,764	0,07	9,24	0,045	4,04	17	34,7	38,5	1,97	28	38
Moyenne	27,7	7,48	163	320	0,49	6,102	421,83	0,764	0,06	9,24	0,046	4,04	17	34,7	38,5	1,97	28	38
II	29,8	7,58	183	343	0,44	6,214	418,64	0,975	0,07	13,16	0,058	4,20	17	33,3	37,6	1,87	53	40
	29,1	7,64	178	336	0,48	6,215	418,61	0,973	0,09	13,11	0,054	4,17	16	33,2	37,4	1,83	58	47
	29,4	7,61	180	339	0,45	6,215	418,61	0,971	0,08	13,13	0,055	4,17	18	33,1	37,4	1,85	55	43
	29,3	7,61	179	338	0,47	6,216	418,62	0,973	0,08	13,12	0,053	4,14	17	33,2	37,2	1,85	55	42
Moyenne	29,4	7,61	180	339	0,46	6,215	418,61	0,973	0,08	13,13	0,055	4,17	17	33,2	37,4	1,85	55	43
III	28,4	7,55	196	367	0,64	6,172	413,93	0,653	0,07	12,43	0,042	4,10	18	33,6	37,0	3,19	32	43
	28,2	7,53	192	361	0,68	6,171	413,91	0,651	0,08	12,41	0,042	4,14	19	33,4	37,4	3,13	36	47
	28,3	7,53	194	364	0,66	6,174	413,92	0,651	0,08	12,42	0,041	4,12	17	33,8	37,2	3,16	34	45
	28,3	7,51	194	364	0,66	6,171	413,92	0,649	0,09	12,42	0,043	4,12	18	33,6	37,2	3,16	34	45
Moyenne	28,3	7,53	194	364	0,66	6,172	413,92	0,651	0,08	12,42	0,042	4,12	18	33,6	37,2	3,16	34	45

2.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en saisons sèches de 2020-2021

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	24,4	7,25	149	296	0,69	8,418	443,19	0,936	0,08	12,35	0,010	4,60	20	37,9	40,3	2,27	16	18
	24,1	7,23	143	290	0,74	8,417	443,17	0,936	0,07	12,30	0,009	4,58	19	37,6	40,1	2,23	20	22
	24,2	7,23	145	292	0,72	8,416	443,15	0,934	0,07	12,33	0,008	4,56	21	37,3	40,2	2,26	17	19
	24,1	7,21	143	290	0,73	8,417	443,17	0,938	0,06	12,30	0,009	4,58	20	37,6	40,2	2,24	19	21
Moyenne	24,2	7,23	145	292	0,72	8,417	443,17	0,936	0,07	12,32	0,009	4,58	20	37,6	40,2	2,25	18	20
	24,7	7,30	162	314	0,62	8,527	432,26	1,207	0,10	17,91	0,016	4,81	21	36,5	38,4	1,75	31	19
	24,4	7,32	159	310	0,68	8,525	432,25	1,208	0,09	17,88	0,014	4,79	20	36,3	38,1	1,72	34	23

II	24,5	7,32	160	311	0,66	8,523	432,24	1,209	0,09	17,88	0,014	4,79	22	36,3	38,1	1,79	30	17
	24,4	7,34	159	309	0,68	8,525	432,25	1,208	0,08	17,85	0,012	4,77	21	36,1	37,8	1,74	33	21
Moyenne	24,5	7,32	160	311	0,66	8,525	432,25	1,208	0,09	17,88	0,014	4,79	21	36,3	38,1	1,75	32	20
III	24,7	7,31	178	325	0,78	8,498	427,85	0,842	0,09	15,76	0,009	4,78	20	37,3	39,5	2,69	23	19
	24,3	7,28	176	321	0,83	8,496	427,83	0,844	0,09	15,73	0,008	4,76	20	37,1	39,3	2,62	26	21
	24,4	7,28	177	321	0,83	8,496	427,83	0,844	0,10	15,73	0,008	4,76	19	37,1	39,3	2,68	24	21
	24,2	7,29	173	317	0,88	8,494	427,81	0,846	0,08	15,70	0,007	4,74	21	36,9	39,1	2,61	27	23
Moyenne	24,4	7,29	176	321	0,83	8,496	427,83	0,844	0,09	15,73	0,008	4,76	20	37,1	39,3	2,65	25	21

4.- Rivière Sukiankasa

1.- Paramètres physico-chimiques (mg/l) et hydrologiques mesurés en saisons pluvieuses de 2020-2021.

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	28,4	7,62	207	366	0,50	8,637	409,20	1,218	0,08	11,49	0,047	4,39	17	32,6	36,3	2,33	26	34
	28,1	7,61	201	362	0,54	8,635	409,17	1,215	0,07	11,47	0,045	4,38	18	32,2	35,5	2,30	30	36
	28,1	7,59	201	361	0,54	8,633	409,17	1,215	0,07	11,47	0,045	4,37	19	32,3	35,8	2,30	30	36
	27,8	7,66	195	359	0,58	8,635	409,14	1,212	0,06	11,45	0,043	4,38	18	32,1	35,6	2,27	34	38
Moyenne	28,1	7,62	201	362	0,54	8,635	409,17	1,215	0,07	11,47	0,045	4,38	18	32,3	35,8	2,30	30	36
II	29,1	7,69	226	424	0,63	8,945	411,09	0,918	0,05	13,48	0,054	4,93	19	33,6	37,1	2,94	55	38
	28,5	7,67	223	420	0,69	8,947	411,05	0,916	0,06	13,51	0,052	4,92	20	33,4	37,2	2,88	64	47
	28,5	7,67	222	421	0,68	8,949	411,05	0,914	0,05	13,50	0,052	4,93	21	33,3	37,3	2,89	64	46
	29,5	7,73	229	427	0,52	8,947	411,13	0,916	0,08	13,59	0,058	4,90	20	33,7	37,6	3,05	49	37
Moyenne	28,9	7,69	225	423	0,63	8,947	411,08	0,916	0,06	13,52	0,054	4,92	20	33,5	37,3	2,94	58	42
III	29,2	7,77	235	414	0,60	8,786	407,77	0,854	0,08	12,33	0,050	4,72	19	33,4	36,2	3,32	57	41
	28,8	7,71	232	411	0,60	8,783	407,75	0,853	0,06	12,26	0,049	4,68	18	33,1	35,9	3,30	58	42
	28,1	7,72	231	409	0,80	8,780	407,74	0,852	0,07	12,28	0,044	4,69	20	33,0	35,7	3,26	62	46
	28,1	7,74	230	410	0,80	8,783	407,74	0,853	0,07	12,27	0,045	4,67	19	32,9	35,8	3,24	63	47
Moyenne	28,5	7,74	232	411	0,70	8,783	407,75	0,853	0,07	12,28	0,047	4,69	19	33,1	35,9	3,28	60	44

2.- Paramètres physico-chimiques (mg/l) et hydrologiques mesurés en saisons sèches de 2020-2021

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	26,1	7,33	185	330	0,69	12,460	418,94	1,507	0,09	15,69	0,009	5,05	21	36,7	37,8	2,55	21	17
	25,7	7,37	179	326	0,74	12,466	418,90	1,503	0,07	15,67	0,007	5,09	22	36,4	37,5	2,55	20	16
	25,5	7,36	176	324	0,76	12,462	418,92	1,505	0,08	15,68	0,008	5,05	20	36,4	37,5	2,50	24	20
	25,5	7,38	176	324	0,77	12,464	418,92	1,505	0,08	15,68	0,008	5,09	21	36,1	37,3	2,52	23	19
Moyenne	25,7	7,36	179	326	0,74	12,463	418,92	1,505	0,08	15,68	0,008	5,07	21	36,4	37,5	2,53	22	18
II	26,8	7,42	194	362	0,78	13,013	423,98	1,195	0,08	18,94	0,013	5,85	22	36,7	38,1	2,66	48	20
	26,2	7,39	190	360	0,85	13,015	423,96	1,197	0,06	18,89	0,012	5,82	24	36,9	38,3	2,61	53	23
	26,2	7,40	189	359	0,84	13,018	423,96	1,197	0,06	18,89	0,012	5,88	23	36,9	38,2	2,62	52	22
	26,8	7,43	195	363	0,77	13,015	423,94	1,199	0,08	18,92	0,011	5,85	23	37,1	38,2	2,67	47	19
Moyenne	26,5	7,41	192	361	0,81	13,015	423,96	1,197	0,07	18,91	0,012	5,85	23	36,9	38,2	2,64	50	21
III	26,9	7,46	199	375	0,86	12,857	415,30	1,100	0,07	17,04	0,009	5,32	23	35,7	37,9	2,79	51	20
	26,8	7,49	196	373	0,84	12,854	415,28	1,101	0,08	17,03	0,009	5,30	22	35,1	37,7	2,76	53	22
	26,7	7,49	193	371	0,82	12,852	415,28	1,101	0,09	17,08	0,010	5,35	21	35,4	37,7	2,73	55	24
	26,8	7,48	196	373	0,84	12,853	415,26	1,102	0,08	17,05	0,008	5,31	22	35,6	37,9	2,76	53	22

Moyenne	26,8	7,48	196	373	0,84	12,854	415,28	1,101	0,08	17,05	0,009	5,32	22	35,4	37,8	2,76	53	22
---------	------	------	-----	-----	------	--------	--------	-------	------	-------	-------	------	----	------	------	------	----	----

TABLE DES MATIERES

EPIGRAPHE.....	i
<i>IN MEMORIAM</i>	ii
DEDICACE.....	iii
REMERCIEMENTS.....	iv
ABREVIATIONS ET SYMBOLES.....	vi
LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES GRAPHIQUES.....	x
LISTE DES PHOTOS.....	xiv
LISTE DES TABLEAUX.....	xv
LISTE DES ANNEXES.....	xvii
RESUME.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : DEFINITION DES CONCEPTS DE BASE, GENERALITES SUR LES MOLLUSQUES GASTEROPODES DULCICOLES, SCHISTOSOMES ET SCHISTOSOMIASES HUMAINES.....	6
I.1 DEFINITIONS DES CONCEPTS DE BASE.....	6
I.1.1 Faune.....	6
I.1.2 Malacofaune.....	6
I.1.3 Malacologie.....	6
I.1.4 Mollusques.....	7
I.1.5 Mollusques gastéropodes.....	7
I.1.6 Mollusques dulcicoles ou dulçaquicoles.....	8
I.1.7 Basommatophores.....	8
I.1.8 Schistosomes (<i>Schistosoma</i>).....	8
I.1.9 Schistosomiase.....	8
I.2 GENERALITES SUR LES MOLLUSQUES GASTEROPODES DULCICOLES.....	8
I.2.1 Classification des mollusques gastéropodes.....	11
I.2.1.1 Classification linnéenne des Mollusques Gastéropodes.....	12
I.2.1.2 Classification phylogénétique des Mollusques.....	13
I.2.2 Anatomie interne du mollusque	14
I.2.3 Importance médicale des mollusques gastéropodes.....	15

I.2.4 Mollusques gastéropodes : Hôtes intermédiaires de schistosomes.....	15
I.2.4.1 Hôtes intermédiaires de <i>Schistosoma haematobium</i>	15
I.2.4.2 Hôtes intermédiaires de <i>Schistosoma intercalatum</i> et <i>S. guinensis</i>	17
I.2.4.3 Hôtes intermédiaires de <i>Schistosoma mansoni</i>	17
I.2.4.4 Hôtes intermédiaires des douves.....	20
I.2.4.5 Hôtes intermédiaires d' <i>Angiostrongylus cantonensis</i> (Chen, 1935) et <i>A. costaricensis</i> (Morera & Cespedes, 1971).....	22
I.3 GENERALITES SUR LES SCHISTOSOMES.....	22
I.3.1 Schistosomes parasitant les Mammifères.....	23
I.3.1.1 Groupe des schistosomes à «œufs à éperon terminal ».....	23
I.3.1.2 Groupe des schistosomes à « œufs à éperon latéral ».....	24
I.3.1.3 Groupe des schistosomes à « œufs à éperon rudimentaire ».....	25
I.3.2 Historique de la découverte des schistosomes humains.....	25
I.3.3 Classification zoologique de schistosomes humains.....	27
I.3.4 Classification phylogénétique.....	28
I.3.5 Morphologie des schistosomes humains.....	29
I.3.5.1 Œufs.....	29
I.3.5.2 Larves.....	31
I.3.5.3 Schistosome adulte.....	33
I.3.6 Cycle évolutif du parasite.....	35
I.3.6.1 Chez le mollusque : hôte intermédiaire.....	37
I.3.6.2 Chez l'Homme : hôte définitif.....	37
I.3.7 Principaux caractères distinctifs des schistosomes humains	39
I.4 GENERALITES SUR LES SCHISTOSOMIASES HUMAINES.....	40
I.4.1 Aperçu historique.....	40
I.4.2 Facteurs favorisant la transmission.....	42
I.4.3 Répartition géographique des schistosomiases humaines dans le monde....	43
I.4.3.1 Répartition géographique des schistosomiases humaines en RD Congo...	44
I.4.4 Symptômes des schistosomiases.....	45
I.4.4.1 Phase initiale de contamination ou d'infection cercarienne.....	45
I.4.4.2 Phase d'invasion ou toxémique ou aigue.....	46
I.4.4.3 Phase d'état.....	46
I.4.5 Complications.....	47
I.4.6 Diagnostic.....	48

I.4.6.1 Diagnostic biologique.....	48
I.4.6.2 Examens endoscopiques.....	50
I.4.6.3 Examens radiologiques et sonographiques.....	50
I.4.7 Traitement de la schistosomiase.....	50
I.4.7.1 Prophylaxie.....	50
I.4.7.2 Lutte curative.....	52
CHAPITRE II : MILIEU D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES.....	53
II.1 MILIEU D'ETUDE.....	53
II.1.1 Situation administrative de Kimpese.....	53
II.1.1.1 Création.....	53
II.1.2 Situation Démographique de Kimpese.....	54
II.1.3 Climat.....	55
II.1.4 Végétation.....	56
II.1.5 Sol.....	57
II.1.6 Hydrographie.....	57
II.1.7 Faciès lotiques étudiés.....	57
II.2 MATERIEL.....	59
II.3 METHODES.....	59
II.3.1 Prospection des quatre hydrosystèmes et leur sectionnement en stations...	59
II.3.2 Paramètres hydrologiques.....	60
II.3.3 Mesures des paramètres physico-chimiques.....	60
II.3.3.1 Paramètres physiques.....	60
II.3.3.2 Paramètres chimiques.....	61
II.3.4 Nature des fonds des stations ou composition du substrat.....	62
II.3.5 Détermination de la composition floristique des bassins versants.....	62
II.3.6 Etudes de la faune malacologique.....	63
II.3.6.1 Récolte des Mollusques.....	63
II.3.6.2 Identification des mollusques.....	63
II.3.6.3 Emission cercarienne des mollusques.....	63
II.3.6.4 Dissection des mollusques.....	64
II.3.7 Analyses parasitologiques.....	64
II.3.7.1 Critères d'inclusion et d'exclusion pour les analyses parasitologiques...	65
II.3.7.2 Examens coprologiques.....	65
II.3.7.3 Examen d'urine.....	67

II.3.8 Prévalence des schistosomiasis humaines à Kimpese.....	67
II.3.9 Analyse statistique des données.....	67
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION.....	69
III.1.1 Paramètres abiotiques.....	69
III.1.1.1 Paramètres hydrologiques.....	69
III.1.1.2 Paramètres physiques.....	72
III.1.1.3 Paramètres chimiques.....	75
III.1.1.4 Evaluation du recouvrement des substrats des quatre rivières en saisons pluvieuses et en saisons sèches de 2020 et 2021.....	85
III.1.2 Paramètres biotiques.....	89
III.1.2.1 Etude floristique du bassin versant des quatre hydrosystèmes de Kimpese.....	89
III.1.2.2 Faune malacologique de quatre rivières de Kimpese.....	100
III.1.3 Corrélation entre les paramètres abiotiques et les MGD pendant les deux Saisons.....	123
III.1.3.1 Saisons pluvieuses.....	123
III.1.3.2 Saisons sèches.....	124
III.1.4 Dendrogramme de similarité des stations des rivières en fonction des paramètres abiotiques et les MGD pendant les deux saisons.....	125
III.1.4.1 Saisons pluvieuses.....	125
III.1.4.2 Saisons sèches.....	126
III.1.5 Diagrammes ioniques des stations pendant deux saisons de 2020 et 2021.....	127
III.1.5.1 Rivière Bilharziouse.....	127
III.1.5.2 Rivière Makombo.....	128
III.1.5.3 Rivière Nganda.....	129
III.1.5.4 Rivière Sukiankasa.....	131
III.1.6 Analyses parasitologiques.....	132
III.1.6.1 Observation macroscopique des quelques échantillons d'urines.....	133
III.1.6.2 Quelques œufs observés au microscope.....	134
III.1.7 Prévalence des schistosomiasis humaines à Kimpese de 2017 à 2021.....	135
III.1.8 Nombre de cas des schistosomiasis humaines enregistrées dans les trois formations sanitaires de Kimpese de 2017 à 2021.....	135

III.1.8.1 Nombre de cas des schistosomiasis humaines enregistrées à l'hôpital de l'Institut Médical Evangélique (IME) de 2017 à 2021.....	135
III.1.8.2 Nombre de cas des schistosomiasis humaines enregistrées au Centre Hospitalier Lamba (CHL) de 2017 à 2021.....	136
III.1.8.3 Nombre de cas des schistosomiasis humaines enregistrées au Centre de Santé d'Etat (CSE) de 2017 à 2021.....	137
III.1.9 Activités favorisant l'infestation.....	138
III.1.9.1 Puisage d'eau.....	138
III.1.9.2 Lessive, vaisselle et baignades.....	139
III.2 DISCUSSION.....	140
III.2.1 Paramètres abiotiques.....	140
III.2.1.1 Paramètres hydrologiques.....	140
III.2.1.2 Paramètres physiques.....	141
III.2.1.3 Paramètres Chimiques.....	142
III.2.2 Paramètres biotiques.....	145
III.2.2.1 Végétation des bassins versants.....	145
III.2.2.2 Etude de la faune malacologique de quatre rivières de Kimpese.....	146
III.2.3 Analyses parasitologiques.....	149
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	152
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET WEBGRAPHIQUES.....	154
ANNEXE I : Données météorologiques de Kimpese.....	167
ANNEXE II : Coordonnées géographiques de Kimpese et GPS (Global Positioning System) de marque Garmin map 62s.....	171
ANNEXE III : Photos des stations d'échantillonnage.....	172
ANNEXE IV : Sonde de vitesse courantomètre FP111 Global Water.....	174
ANNEXE V : Matériel pour les paramètres mesurés in situ.....	175
ANNEXE VI : Matériel et mode opératoire des paramètres mesurés au Laboratoire.....	176
ANNEXE VII : Tarière manuelle de marque Ribimex.....	178
ANNEXE VIII : Photos des quelques gîtes des basomatophores.....	179
ANNEXE IX : Etuve.....	180

ANNEXE X : Trousse à dissection de Marque Rogo Sampaic™ 55501112.....	180
ANNEXE XI : Microscope monoculaire et binoculaire électrique de marque Motic Elite B1-220 E –SP 1000 X.....	181
ANNEXE XII : Test de l'infestation naturelle, dissection et observation microscopique.....	182
ANNEXE XIII : Moyennes des paramètres mesurés.....	183

ANNEXE I : Données météorologiques de Kimpese

1.- Températures moyennes journalières.

Années	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
1991	25,9	26	26,1	26	25,8	23,7	21,8	22,5	24,2	26,2	26,1	26,2	25
1992	26,4	26,7	26,8	26,5	26,3	23,3	21,3	22,7	24,8	26,3	26,5	26,4	25,3
1993	26,2	25,8	26,4	26,1	26,2	23,2	21,1	22,6	24,9	26,5	26,7	26,9	25,2
1994	26,5	26,4	26,8	26,5	26,4	23,5	21,4	22,7	24,3	26,1	26,2	26,5	25,3
1995	27,2	27,1	27,5	27,1	27,1	23,4	21,5	22,3	24,8	26,4	26,6	26,7	25,6
1996	27,3	27,6	27,7	27,3	27,3	23,3	21,7	22,5	24,7	26,2	26,4	26,5	25,7
1997	26,7	27,2	27,3	26,6	26,5	23,6	21,6	22,7	24,6	26,3	26,5	26,7	25,5
1998	26,8	27,1	27,1	26,9	26,6	23,7	21,2	22,9	24,9	26,4	26,7	26,8	25,6
1999	26,6	26,8	26,9	26,7	26,5	23,3	21,1	22,5	24,8	26,5	26,7	26,9	25,4
2000	26,8	26,9	27,2	26,8	26,6	23,5	21,8	22,7	24,7	26,7	26,8	26,7	25,6
2001	26,9	27,1	27,5	27,1	26,7	23,8	21,6	22,9	24,8	26,4	26,5	26,8	25,7
2002	26,5	26,7	26,7	26,4	26,3	23,2	21,5	22,4	24,9	26,5	26,6	26,9	25,4
2003	26,4	26,6	26,8	26,5	26,2	23,4	21,4	22,5	24,6	26,2	26,4	26,6	25,3
2004	26,1	26,4	26,5	26,2	25,9	23,2	21,3	22,4	24,8	26,3	26,4	26,7	25,2
2005	26,3	26,5	26,7	26,4	26,1	23,1	21,3	22,5	24,8	26,5	26,6	26,9	25,3
2006	26,5	26,7	26,9	26,5	26,2	23,3	21,2	22,6	24,7	26,4	26,5	26,7	25,4
2007	26,6	26,8	27,2	26,7	26,4	23,4	21,5	22,8	24,9	26,6	26,7	26,9	25,5
2008	26,7	26,8	26,9	26,6	26,4	23,7	21,2	22,9	25	26,7	26,9	26,9	25,6
2009	26,6	26,9	27	26,7	26,3	23,7	21,6	22,9	25,3	26,9	26,9	26,9	25,6
2010	26,3	26,7	26,9	26,1	26,1	23,3	21,1	22,7	25,1	26,6	26,7	26,8	25,7
2011	26,8	27,1	27,4	26,7	26,5	23,9	21,4	23,3	24,8	26,8	26,9	26,9	25,7

2012	27,9	27,8	28,1	27,7	27,8	24,9	21,1	23,1	24,3	26,2	26,6	26,8	26
2013	28,1	28,4	28,7	28,1	27,8	24,1	21,4	23	25	26,5	26,7	26,8	26,2
2014	27,4	27,3	27,6	27,3	27,2	24,4	21,6	23,4	24,5	26,2	26,5	26,9	25,9
2015	27,5	27,9	28	27,4	27,3	24,4	21,8	23	24,7	26,2	26,5	26,7	26
2016	27,9	28	28,6	27,8	27,2	24,2	21,3	23,5	24,4	26,7	26,9	26,9	26,1
2017	27,2	27,4	27,7	27,1	26,9	24,3	21,2	23	24,8	26,8	26,8	26,9	25,8
2018	27,6	27,8	27,9	27,5	27,4	24,2	21,5	23,3	24,7	26,2	26,5	26,7	26
2019	27,4	27,6	27,7	27,4	27	24,2	21,4	23,1	24,5	26,3	26,7	26,8	25,8
2020	27,3	27,5	27,6	27,5	27	24,1	21,1	23,4	24,7	26,1	26,4	26,7	25,8
2021	27,5	27,8	27,9	27,3	27,1	24,5	21,3	23,2	24,8	26,2	26,5	26,8	26
Moyenne	26,9	27,1	27,3	26,9	26,7	23,7	21,4	22,8	24,7	26,4	26,6	26,7	26

Source : station météorologique de Mvuazi antenne de Kimpese

ANNEXE I (suite) : Données météorologiques de Kimpese

2.- Quantité totale des pluies en mm

Années	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne Annuel
1991	109,5	106,8	173,2	238,7	115,7	0	0	1,6	18,3	89,4	213,2	177,4	103,7
1992	125,3	100,3	173,5	237,4	122,5	0	0	2,6	18,7	90,7	212,7	177,6	105,1
1993	95,2	103,5	173,4	230,3	120,3	4,7	0	0	17,9	89,8	211,5	177,3	102,8
1994	126,4	103,7	173,8	239,5	117,9	0	0	0	18,5	89,5	212,3	177,8	105
1995	79,6	104,2	173,6	239,6	119,2	5,6	0	4,2	18,6	89,6	211,9	177,2	102
1996	121,5	104,6	185,8	248,2	118,4	0	0	0	17,8	89,3	212,4	177,5	106,3
1997	136,8	106,4	195,7	260,8	117,6	0	0	6,8	17,4	89,2	212,5	177,9	110,1
1998	78,5	103,9	145,2	242,9	118,8	0	0	0	18,2	88,7	213,6	177,4	99
1999	115,2	103	157,4	254,6	116,5	2,8	0	7,5	18,9	89,5	213,2	177,7	104,7
2000	133,2	104,2	178,5	267,5	118,3	2,2	0	0	18,8	89,6	211,8	177,6	108,5
2001	109,1	103,8	152,3	243,6	119,2	5,9	0	0	17,6	88,4	212	177,3	102,4
2002	90,7	103,5	149,5	248,1	120	0	0	0	18,7	88,9	212,3	177,2	100,7
2003	98,5	104,7	152,6	248,7	120,4	6,5	0	2,5	18,4	88,3	211,5	177,5	102,5
2004	134,5	104,2	167,4	263,4	118,8	0	0	1,4	18,2	88,5	212,7	177,4	107,2
2005	108,3	103,4	167,1	249,7	119,6	0	0	0	19,7	88,7	212,4	177,8	103,9
2006	77,5	103,7	143,3	238,3	117,3	0	0	0	18,5	88,4	212,2	176,7	98
2007	81,5	103,5	149,6	242,8	118,5	0	0	0	17,8	88,2	211,9	177,5	99,3
2008	132,7	103,6	188,5	249,4	119,2	6,8	0	3,5	18,6	88,8	213,3	177,6	108,5
2009	127,4	103,4	188,5	257,6	118,7	0	0	0	18,3	88,5	213,5	177,4	107,8
2010	128,5	104,5	182,8	259,4	118,4	5,2	0	0	18,8	88,3	211,8	177,2	108
2011	115,8	103,2	173,4	250	119,5	5,7	0	0	17,7	88,6	213,7	177,9	105,4

2012	110,3	102,9	167,3	257,5	117,6	0	0	0	18,6	88,2	213,4	177,3	104,4
2013	129,1	102,8	171,9	243,7	118,8	0	0	0	18,4	88,4	211,6	177,6	105,2
2014	89,2	103,3	168,2	228,6	117,3	0	0	0	18,5	88,6	212,5	177,5	100,3
2015	88,7	103,8	158,6	217,4	118,4	0	0	0	18,3	87,9	212,3	177,7	98,6
2016	109,5	103,6	167,9	229,2	118,5	4,6	0	0	16,7	88,5	213,4	177,4	102,4
2017	108,6	103,7	168,5	217,4	118,3	0	0	4,5	17,2	88,3	213,7	177,8	101,5
2018	110	104,5	169,2	217,5	118,9	0	0	0	18,6	88,7	212	177,3	101,4
2019	109,2	103,2	168	220,1	119,7	6,6	0	0	18,4	88,4	213,3	177,6	102
2020	109,7	102,9	167,6	215,3	117,8	0	0	0	18,8	88,5	213,4	177,2	101
2021	112,5	104,5	169,3	222,6	119,6	0	0	0	19,3	89,2	213,6	178,5	102,4
Moyenne	109,7	103,8	168,4	241,6	118,7	1,8	0	1,1	18,3	88,8	212,6	177,5	103,5

Source : station météorologique de Mvuazi antenne de Kimpese

ANNEXE II : Coordonnées géographiques de Kimpese et GPS (Global Positioning System) de marque Garmin map 62s

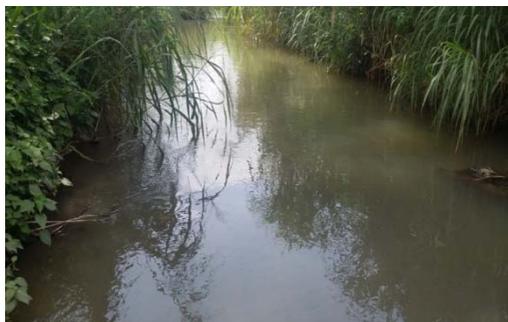
1.- Coordonnées géographiques de Kimpese

LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	DATE	NOM
-5,556967	14,468982	334,633911	2020-08-06T13:23:27Z	Bilharziouse station I
-5,554096	14,468057	337,568756	2020-08-06T12:55:02Z	Bilharziouse station II
-5,549948	14,464973	328,803619	2020-08-04T11:55:09Z	Bilharziouse station III
-5,55445	14,462706	369,825439	2020-08-04T09:06:06Z	IME
-5,564106	14,437047	317,91153	2020-02-13T15:51:11Z	Makombo station I
-5,550547	14,416164	298,242798	2020-02-13T12:44:59Z	Makombo station II
-5,550034	14,413751	308,97171	2020-02-13T12:10:03Z	Makombo station III
-5,552615	14,416934	281,253784	2020-08-06T09:00:04Z	CSE
-5,570309	14,422979	331,503174	2020-02-13T16:30:03Z	Nganda station I
-5,562802	14,422468	338,4729	2020-02-05T11:41:55Z	Nganda station II
-5,55575	14,416053	299,460266	2020-02-13T10:52:32Z	Nganda station III
-5,560563	14,421233	330,681	2020-08-05T12:56:21Z	Chemin de fer
-5,55172	14,427397	315,907806	2020-02-13T15:19:47Z	Sukiankasa station I
-5,554113	14,41932	311,753204	2020-02-13T14:05:34Z	Sukiankasa station II
-5,554897	14,416261	308,847534	2020-02-13T11:31:53Z	Sukiankasa station III
-5,33468	14,25504	323,697863	2020-02-13T17:30 :44Z	CHL

2.- GPS (Global Positioning System) de marque Garmin map 62s



ANNEXE III : Photos de chaque station.

1. Rivière Bilharziose		
Station I	Station II	Station III
		
Photo B I	Photo B II	Photo B III
2. Rivière Makombo		
		
Photo M I	Photo M II	Photo M III

3. Rivière Nganda



Photo N I



Photo N II



Photo N III

4. Rivière Sukiankasa



Photo S I



Photo S II



Photo S III

ANNEXE IV : COURANTOMETRE



Sonde de vitesse - Courantomètre sonde de 0,9 A 2 m de longueur : FP111 Global water

ANNEXES V : Matériel pour les paramètres mesurés *in situ*

La température, la turbidité, conductivité, le pH et l'oxygène dissous. Les quatre premières paramètres ont été mesurés *in situ* à l'aide de **sonde multiparamètre** des marques HANNA HI 991300, HANNA HI 9146 et OAKTON PC600. L'oxygène dissous a été dosé à l'aide de la sonde Oxymètre ProOdo YSI.



HANNA HI 9146



ANNA HI 991300



Oxymètre ProOdo YSI



OAKTON PC650

ANNEXE VI : Matériel et mode opératoire des paramètres mesurés au Laboratoire

1. Dioxyde de carbone CO₂

Le CO₂ a été déterminé par titrimétrie grâce à un Titrateur digital de marque HACH/16900 équipé des cartouches contenant de solutions titrantes correspondantes à l'élément ou à l'ion à doser.



Kits d'analyses chimiques par titrimétrie.

Procédure d'utilisation

- Sélectionner le volume de l'échantillon d'eau à analyser et la cartouche de la solution titrante, sur base de la concentration espérée ou attendue de l'élément à doser et du facteur de multiplication, en se servant des tables prévues pour chaque méthode d'analyse.
- Mesurer 100ml d'eau de l'échantillon à analyser dans un erlenmeyer de 250ml ;
- Ajouter le contenu en poudre d'une gélule de phénolphthaléine comme indicateur colorant ;
- Agiter jusqu'à la dissolution complète ;
- Titrer avec NaOH 3,636N jusqu'au virage de la solution vers la coloration brillante rouge pâle qui persiste pendant 30 secondes ;
- Calcul : $CO_2 \text{ (mg/L)} = \text{Nombre de digits (NaOH 3,636N} \times 2)$.

2. Calcium

La Calcium a été mesuré à l'aide du spectromètre de fluorescence X, version énergie dispersive (ED-XRF), XEPOS III, en utilisant la méthode « FP-Water» du spectro Ametek.



Spectromètre ED-XRF Xepos

Protocole Analytique

La Calcium a été mesuré à l'aide du spectromètre de fluorescence X, version énergie dispersive (ED-XRF), XEPOS III, (phot 1), en utilisant la méthode « FP-Water» du spectro Ametek.

Le spectromètre de fluorescence X est une méthode multi-élémentaire, utilisant quatre cibles secondaires, à savoir successivement Molybdène (39,76KV de tension et 0.88 mA de courant), oxyde d'Aluminium (49,15 KV de tension et 0.7mA de courant), cobalt (35,79KV de courant et 1mA de courant) et enfin HOPG Crystal de Bragg (17,4KV de tension et 1 ,99mA de courant) de l'anode en palladium.

1.- Principe :

Globalement, on place l'échantillon (minéraux, métaux, huiles, eau, ciments, polymères, verres...) à analyser sous un faisceau de rayons X. Sous l'effet des rayons X, l'échantillon «entre en résonance» et réémet lui-même des rayons X qui lui sont propres - c'est la fluorescence. Si l'on regarde le spectre en énergie des rayons X fluorescents, on voit des pics caractéristiques des éléments présents, on sait donc quels éléments on a, et la hauteur des pics permet de déterminer en quelle quantité

2.- Mode de Calcul

Les intensités normalisées du spectromètre sont proportionnelles aux concentrations ont servi de calculer les concentrations de nos échantillons par étalonnage externe

Le Pic $K\alpha_1$ (3.313 Kev) du K a servi pour le calcul, la cible HOPG Crystal de Bragg (17,4KV de tension et 1 ,99mA de courant) a donné les surfaces qui ont été normalisées par rapport au pic de diffusion cohérente et incohérente. Résultats sont obtenus avec intervalle de confiance selon t-Student à $\alpha=0.95$.

Spectrophotométrie

Le spectrophotomètre (UV) de marque HACH DR/2400 a été utilisé pour déterminer : **DCO, Mg²⁺, NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻, PO₄⁻³, et SO₄⁻²**



Spectrophotomètre –DCO-Mètre.

1.- Principe.

La méthode repose sur la loi de Beer-Lambert : $Absorbance = \log(I^0/I)$ où I^0 est l'intensité lumineuse avant l'échantillon et I celle en sortie de l'échantillon.

L'incertitude relative < 10%.

2.- Procédure utilisation

- Sélectionner le programme de l'élément ou de l'ion à doser ;
- Démarrer le programme sélectionné ;
- Préparer la solution de l'échantillon à mesurer et le blanc dans des flacons de même capacité, 10 ou 25ml ;
- Activer le chronomètre du spectrophotomètre et agiter la solution préparée si nécessaire ;
- Placer le blanc pour calibrer l'appareil à la valeur de référence nulle (0.00mg/l ou 0.00ppm) ;
- Enlever le blanc et placer la solution à analyser ;
- Lire le résultat de l'analyse de l'élément ou de l'ion dosé qui s'affiche en mg/l ou en ppm.

ANNEXE VII : Matériel pour le prélèvement du substrat du fond des rivières.



Tarière manuelle de marque Ribimex.

ANNEXE VIII : Photos de quelques gites des Basommatophores



Photo A.22 : Gites des mollusques gastéropodes dulcicoles

ANNEXE IX : Etuve



Etuve de marque FDM058/350 FVC

ANNEXE X : Trousse à dissection



Trousse à dissection de Marque Rogo Sampaic™

ANNEXE XI :

1.- Microscope binoculaire



Microscope binoculaire électriques de marque Motic Elite B1-220 E –SP 1000 X

2.- Microscopes monoculaire



Microscope monoculaire électriques de marque Motic Elite B1-220 E –SP 1000 X

ANNEXE XII : Test de l'infestation naturelle, dissection et observation microscopique



A



B

Emission cercarienne (A), dissection et observation microscopique (B).

ANNEXE XIII : Moyennes des paramètres mesurés

1. Rivière Bilharziöse

1.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en saisons pluvieuses de 2020-2021.

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	28,4	7,16	188	329	0,37	6,528	442,31	1,463	0,08	16,29	0,055	4,17	16	31,6	37,3	2,50	40	35
	28	7,15	186	325	0,39	6,525	442,33	1,464	0,06	16,28	0,052	4,13	17	31,3	37,1	2,52	42	37
	28	7,14	184	324	0,38	6,526	442,33	1,464	0,05	16,28	0,050	4,14	14	31,5	37,3	2,54	44	39
	28	7,15	186	326	0,38	6,525	442,35	1,461	0,05	16,23	0,051	4,12	17	31,2	37,1	2,52	42	37
Moyenne	28,1	7,15	186	326	0,38	6,526	442,33	1,463	0,06	16,27	0,052	4,14	16	31,4	37,2	2,52	42	37
II	29,8	7,55	207	362	0,41	6,727	456,05	1,388	0,04	13,61	0,053	4,51	18	34,6	38,5	3,14	65	40
	29,3	7,54	205	361	0,46	6,725	456,07	1,386	0,07	13,72	0,064	4,59	18	34,2	38,7	3,16	67	42
	29,2	7,53	203	360	0,48	6,725	456,09	1,387	0,05	13,69	0,058	4,53	17	33,9	38,3	3,18	69	44
	29,3	7,54	205	361	0,45	6,723	456,07	1,387	0,04	13,66	0,057	4,53	19	33,7	38,1	3,16	67	42
Moyenne	29,4	7,54	205	361	0,45	6,725	456,07	1,387	0,05	13,67	0,058	4,54	18	34,1	38,4	3,16	67	42
III	28,9	7,52	203	383	0,47	6,279	431,98	1,275	0,05	11,12	0,044	4,30	18	31,7	34,6	3,82	96	47
	28,3	7,51	201	382	0,48	6,278	431,94	1,276	0,06	11,15	0,050	4,29	16	31,8	34,7	3,84	97	48
	28,1	7,50	200	381	0,49	6,278	431,94	1,278	0,06	11,15	0,049	4,25	16	31,8	34,6	3,86	98	49
	28,3	7,51	200	382	0,48	6,277	431,90	1,275	0,07	11,18	0,053	4,24	18	31,9	34,9	3,84	97	48
Moyenne	28,4	7,51	201	382	0,48	6,278	431,94	1,276	0,06	11,15	0,049	4,27	17	31,8	34,7	3,84	97	48

2.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en saisons sèches de 2020-2021

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	24,9	6,93	165	301	0,53	8,659	467,21	1,821	0,09	14,29	0,014	4,85	18	34,4	38,5	1,81	24	18
	24,5	6,98	162	296	0,57	8,659	467,23	1,823	0,07	14,27	0,011	4,81	20	34,1	38,4	1,84	26	19
	24,6	6,96	163	298	0,57	8,658	467,23	1,822	0,06	14,27	0,009	4,81	19	34,1	38,4	1,87	28	21
	24,4	6,67	162	297	0,61	8,657	467,25	1,822	0,06	14,25	0,010	4,81	19	34,2	38,3	1,84	26	18
Moyenne	24,6	6,96	163	298	0,57	8,658	467,23	1,822	0,07	14,27	0,011	4,82	19	34,2	38,4	1,84	26	19
II	25,7	7,39	190	327	0,56	8,731	463,81	1,693	0,05	18,13	0,011	5,29	21	36,8	39,5	2,13	27	19
	25,2	7,37	185	324	0,64	8,729	463,79	1,697	0,06	18,18	0,016	5,28	21	36,4	39,9	2,15	30	20
	25,4	7,37	187	322	0,61	8,729	463,85	1,694	0,07	18,16	0,013	5,24	20	36,2	39,8	2,17	33	21
	25,3	7,35	186	323	0,63	8,727	463,79	1,696	0,06	18,13	0,012	5,23	22	36,6	39,6	2,15	30	20
Moyenne	25,4	7,37	187	324	0,61	8,729	463,81	1,695	0,06	18,15	0,013	5,26	21	36,5	39,7	2,15	30	20
III	25,1	7,38	186	326	0,59	8,435	452,73	1,572	0,06	15,41	0,015	4,97	19	34,9	36,3	2,85	49	19
	24,7	7,35	183	320	0,66	8,430	452,71	1,574	0,07	15,44	0,013	4,95	20	34,7	36,5	2,88	52	22
	24,6	7,36	183	322	0,67	8,432	452,72	1,576	0,08	15,43	0,015	4,91	20	34,7	36,4	2,91	55	24
	24,8	7,35	184	320	0,64	8,431	452,68	1,574	0,07	15,48	0,017	4,93	21	34,5	36,8	2,88	52	23
Moyenne	24,8	7,36	184	322	0,64	8,432	452,71	1,574	0,07	15,44	0,015	4,94	20	34,7	36,5	2,88	52	22

2. Rivière Makombo

1.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en **saisons pluvieuses** de 2020-2021.

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	28,8	7,59	233	361	0,44	9,289	432,03	1,622	0,08	12,38	0,038	4,43	18	32,7	37,8	2,68	46	38
	28,6	7,62	231	359	0,47	9,288	432,05	1,621	0,07	12,36	0,035	4,41	17	32,6	37,6	2,75	50	35
	28,6	7,62	229	357	0,47	9,288	432,05	1,621	0,07	12,36	0,036	4,40	19	32,6	37,6	2,75	50	35
	28,4	7,65	227	355	0,50	9,287	432,07	1,620	0,06	12,34	0,035	4,40	18	32,5	37,4	2,82	54	32
Moyenne	28,6	7,62	230	358	0,47	9,288	432,05	1,621	0,07	12,36	0,036	4,41	18	32,6	37,6	2,75	50	35
II	29,9	7,72	245	460	0,71	10,098	441,22	1,184	0,09	14,14	0,044	6,29	20	35,8	36,2	3,32	102	51
	29,3	7,75	239	454	0,76	10,095	441,28	1,181	0,06	14,09	0,043	6,27	19	35,3	35,6	3,41	105	49
	29,5	7,78	243	459	0,73	10,096	441,26	1,182	0,07	14,10	0,043	6,28	19	35,6	35,8	3,38	108	47
	29,3	7,75	241	455	0,76	10,095	441,28	1,181	0,06	14,09	0,042	6,28	18	35,3	35,6	3,41	105	49
Moyenne	29,5	7,75	242	457	0,74	10,096	441,26	1,182	0,07	14,11	0,043	6,28	19	35,5	35,8	3,38	105	49
III	29,3	7,71	237	418	0,55	9,715	430,37	1,168	0,07	12,64	0,040	4,77	19	34,1	37,3	3,92	79	48
	29,2	7,73	235	417	0,53	9,714	430,38	1,167	0,06	12,63	0,039	4,76	20	33,9	37,1	3,94	82	47
	29,2	7,73	234	417	0,53	9,714	430,38	1,167	0,06	12,63	0,039	4,76	20	33,9	37,1	3,94	82	47
	29,1	7,75	234	416	0,51	9,713	430,39	1,166	0,05	12,62	0,037	4,75	21	33,7	36,9	3,96	85	46
Moyenne	29,2	7,73	235	417	0,53	9,714	430,38	1,167	0,06	12,63	0,039	4,76	20	33,9	37,1	3,94	82	47

2.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en **saisons sèches** de 2020-2021.

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	25,5	7,37	195	332	0,68	13,294	453,41	2,112	0,07	16,04	0,005	5,13	21	35,1	39,8	3,11	44	23
	25,8	7,38	198	335	0,65	13,294	453,44	2,113	0,08	16,11	0,007	5,17	22	35,3	39,8	3,15	42	20
	25,8	7,38	198	334	0,65	13,293	453,44	2,113	0,08	16,09	0,007	5,14	20	35,3	39,7	3,15	42	20
	26,1	7,39	201	339	0,62	13,295	453,47	2,114	0,09	16,12	0,009	5,16	21	35,5	39,9	3,19	40	17
Moyenne	25,8	7,38	198	335	0,65	13,294	453,44	2,113	0,08	16,09	0,007	5,15	21	35,3	39,8	3,15	42	20
II	27,1	7,55	205	401	0,99	14,146	481,46	1,460	0,07	19,75	0,008	6,81	23	36,8	37,9	2,85	63	27
	27,3	7,58	207	404	0,98	14,146	481,47	1,462	0,08	19,76	0,007	6,82	24	37,1	37,6	2,90	60	25
	27,3	7,57	207	404	0,98	14,145	481,47	1,462	0,09	19,76	0,008	6,79	22	37,1	37,6	2,91	59	25
	27,5	7,62	209	407	0,97	14,147	481,48	1,460	0,08	19,77	0,009	6,82	23	37,4	37,3	2,94	58	23
Moyenne	27,3	7,58	207	404	0,98	14,146	481,47	1,461	0,08	19,76	0,008	6,81	23	37,1	37,6	2,90	60	25
III	26,3	7,54	199	380	0,76	13,812	451,33	1,381	0,06	17,11	0,006	5,35	22	36,2	38,2	3,46	87	27
	26,5	7,52	200	382	0,74	13,811	451,35	1,383	0,07	17,12	0,007	5,37	21	36,4	38,3	3,49	85	27
	26,5	7,50	201	382	0,74	13,811	451,34	1,382	0,06	17,12	0,007	5,37	23	36,3	38,3	3,52	84	25
	26,7	7,52	204	384	0,72	13,810	451,34	1,382	0,09	17,13	0,008	5,39	22	36,7	38,4	3,53	84	25
Moyenne	26,5	7,52	201	382	0,74	13,811	451,34	1,382	0,07	17,12	0,007	5,37	22	36,4	38,3	3,50	85	26

3. Rivière Nganda

1.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en saisons pluvieuses de 2020-2021.

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	27,9	7,48	166	326	0,46	6,104	421,85	0,766	0,06	9,27	0,048	4,07	16	34,8	38,8	1,99	26	36
	27,7	7,46	163	321	0,49	6,102	421,83	0,764	0,05	9,24	0,046	4,01	17	34,7	38,5	1,97	28	38
	27,5	7,49	161	314	0,53	6,100	421,81	0,762	0,06	9,21	0,045	4,04	18	34,6	38,2	1,95	30	40
	27,7	7,49	163	319	0,48	6,102	421,83	0,764	0,07	9,24	0,045	4,04	17	34,7	38,5	1,97	28	38
Moyenne	27,7	7,48	163	320	0,49	6,102	421,83	0,764	0,06	9,24	0,046	4,04	17	34,7	38,5	1,97	28	38
II	29,8	7,58	183	343	0,44	6,214	418,64	0,975	0,07	13,16	0,058	4,20	17	33,3	37,6	1,87	53	40
	29,1	7,64	178	336	0,48	6,215	418,61	0,973	0,09	13,11	0,054	4,17	16	33,2	37,4	1,83	58	47
	29,4	7,61	180	339	0,45	6,215	418,61	0,971	0,08	13,13	0,055	4,17	18	33,1	37,4	1,85	55	43
	29,3	7,61	179	338	0,47	6,216	418,62	0,973	0,08	13,12	0,053	4,14	17	33,2	37,2	1,85	55	42
Moyenne	29,4	7,61	180	339	0,46	6,215	418,61	0,973	0,08	13,13	0,055	4,17	17	33,2	37,4	1,85	55	43
III	28,4	7,55	196	367	0,64	6,172	413,93	0,653	0,07	12,43	0,042	4,10	18	33,6	37,0	3,19	32	43
	28,2	7,53	192	361	0,68	6,171	413,91	0,651	0,08	12,41	0,042	4,14	19	33,4	37,4	3,13	36	47
	28,3	7,53	194	364	0,66	6,174	413,92	0,651	0,08	12,42	0,041	4,12	17	33,8	37,2	3,16	34	45
	28,3	7,51	194	364	0,66	6,171	413,92	0,649	0,09	12,42	0,043	4,12	18	33,6	37,2	3,16	34	45
Moyenne	28,3	7,53	194	364	0,66	6,172	413,92	0,651	0,08	12,42	0,042	4,12	18	33,6	37,2	3,16	34	45

2.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en saisons sèches de 2020-2021

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	24,4	7,25	149	296	0,69	8,418	443,19	0,936	0,08	12,35	0,010	4,60	20	37,9	40,3	2,27	16	18
	24,1	7,23	143	290	0,74	8,417	443,17	0,936	0,07	12,30	0,009	4,58	19	37,6	40,1	2,23	20	22
	24,2	7,23	145	292	0,72	8,416	443,15	0,934	0,07	12,33	0,008	4,56	21	37,3	40,2	2,26	17	19
	24,1	7,21	143	290	0,73	8,417	443,17	0,938	0,06	12,30	0,009	4,58	20	37,6	40,2	2,24	19	21
Moyenne	24,2	7,23	145	292	0,72	8,417	443,17	0,936	0,07	12,32	0,009	4,58	20	37,6	40,2	2,25	18	20
II	24,7	7,30	162	314	0,62	8,527	432,26	1,207	0,10	17,91	0,016	4,81	21	36,5	38,4	1,75	31	19
	24,4	7,32	159	310	0,68	8,525	432,25	1,208	0,09	17,88	0,014	4,79	20	36,3	38,1	1,72	34	23
	24,5	7,32	160	311	0,66	8,523	432,24	1,209	0,09	17,88	0,014	4,79	22	36,3	38,1	1,79	30	17
	24,4	7,34	159	309	0,68	8,525	432,25	1,208	0,08	17,85	0,012	4,77	21	36,1	37,8	1,74	33	21
Moyenne	24,5	7,32	160	311	0,66	8,525	432,25	1,208	0,09	17,88	0,014	4,79	21	36,3	38,1	1,75	32	20
III	24,7	7,31	178	325	0,78	8,498	427,85	0,842	0,09	15,76	0,009	4,78	20	37,3	39,5	2,69	23	19
	24,3	7,28	176	321	0,83	8,496	427,83	0,844	0,09	15,73	0,008	4,76	20	37,1	39,3	2,62	26	21
	24,4	7,28	177	321	0,83	8,496	427,83	0,844	0,10	15,73	0,008	4,76	19	37,1	39,3	2,68	24	21
	24,2	7,29	173	317	0,88	8,494	427,81	0,846	0,08	15,70	0,007	4,74	21	36,9	39,1	2,61	27	23
Moyenne	24,4	7,29	176	321	0,83	8,496	427,83	0,844	0,09	15,73	0,008	4,76	20	37,1	39,3	2,65	25	21

4.- Rivière Sukiankasa

1.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en saisons pluvieuses de 2020-2021.

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	28,4	7,62	207	366	0,50	8,637	409,20	1,218	0,08	11,49	0,047	4,39	17	32,6	36,3	2,33	26	34
	28,1	7,61	201	362	0,54	8,635	409,17	1,215	0,07	11,47	0,045	4,38	18	32,2	35,5	2,30	30	36
	28,1	7,59	201	361	0,54	8,633	409,17	1,215	0,07	11,47	0,045	4,37	19	32,3	35,8	2,30	30	36
	27,8	7,66	195	359	0,58	8,635	409,14	1,212	0,06	11,45	0,043	4,38	18	32,1	35,6	2,27	34	38
Moyenne	28,1	7,62	201	362	0,54	8,635	409,17	1,215	0,07	11,47	0,045	4,38	18	32,3	35,8	2,30	30	36
II	29,1	7,69	226	424	0,63	8,945	411,09	0,918	0,05	13,48	0,054	4,93	19	33,6	37,1	2,94	55	38
	28,5	7,67	223	420	0,69	8,947	411,05	0,916	0,06	13,51	0,052	4,92	20	33,4	37,2	2,88	64	47
	28,5	7,67	222	421	0,68	8,949	411,05	0,914	0,05	13,50	0,052	4,93	21	33,3	37,3	2,89	64	46
	29,5	7,73	229	427	0,52	8,947	411,13	0,916	0,08	13,59	0,058	4,90	20	33,7	37,6	3,05	49	37
Moyenne	28,9	7,69	225	423	0,63	8,947	411,08	0,916	0,06	13,52	0,054	4,92	20	33,5	37,3	2,94	58	42
III	29,2	7,77	235	414	0,60	8,786	407,77	0,854	0,08	12,33	0,050	4,72	19	33,4	36,2	3,32	57	41
	28,8	7,71	232	411	0,60	8,783	407,75	0,853	0,06	12,26	0,049	4,68	18	33,1	35,9	3,30	58	42
	28,1	7,72	231	409	0,80	8,780	407,74	0,852	0,07	12,28	0,044	4,69	20	33,0	35,7	3,26	62	46
	28,1	7,74	230	410	0,80	8,783	407,74	0,853	0,07	12,27	0,045	4,67	19	32,9	35,8	3,24	63	47
Moyenne	28,5	7,74	232	411	0,70	8,783	407,75	0,853	0,07	12,28	0,047	4,69	19	33,1	35,9	3,28	60	44

2.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en saisons sèches de 2020-2021

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	26,1	7,33	185	330	0,69	12,460	418,94	1,507	0,09	15,69	0,009	5,05	21	36,7	37,8	2,55	21	17
	25,7	7,37	179	326	0,74	12,466	418,90	1,503	0,07	15,67	0,007	5,09	22	36,4	37,5	2,55	20	16
	25,5	7,36	176	324	0,76	12,462	418,92	1,505	0,08	15,68	0,008	5,05	20	36,4	37,5	2,50	24	20
	25,5	7,38	176	324	0,77	12,464	418,92	1,505	0,08	15,68	0,008	5,09	21	36,1	37,3	2,52	23	19
Moyenne	25,7	7,36	179	326	0,74	12,463	418,92	1,505	0,08	15,68	0,008	5,07	21	36,4	37,5	2,53	22	18
II	26,8	7,42	194	362	0,78	13,013	423,98	1,195	0,08	18,94	0,013	5,85	22	36,7	38,1	2,66	48	20
	26,2	7,39	190	360	0,85	13,015	423,96	1,197	0,06	18,89	0,012	5,82	24	36,9	38,3	2,61	53	23
	26,2	7,40	189	359	0,84	13,018	423,96	1,197	0,06	18,89	0,012	5,88	23	36,9	38,2	2,62	52	22
	26,8	7,43	195	363	0,77	13,015	423,94	1,199	0,08	18,92	0,011	5,85	23	37,1	38,2	2,67	47	19
Moyenne	26,5	7,41	192	361	0,81	13,015	423,96	1,197	0,07	18,91	0,012	5,85	23	36,9	38,2	2,64	50	21
III	26,9	7,46	199	375	0,86	12,857	415,30	1,100	0,07	17,04	0,009	5,32	23	35,7	37,9	2,79	51	20
	26,8	7,49	196	373	0,84	12,854	415,28	1,101	0,08	17,03	0,009	5,30	22	35,1	37,7	2,76	53	22
	26,7	7,49	193	371	0,82	12,852	415,28	1,101	0,09	17,08	0,010	5,35	21	35,4	37,7	2,73	55	24
	26,8	7,48	196	373	0,84	12,853	415,26	1,102	0,08	17,05	0,008	5,31	22	35,6	37,9	2,76	53	22
Moyenne	26,8	7,48	196	373	0,84	12,854	415,28	1,101	0,08	17,05	0,009	5,32	22	35,4	37,8	2,76	53	22

4.- Rivière Sukiankasa

1.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en saisons pluvieuses de 2020-2021.

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	28,4	7,62	207	366	0,50	8,637	409,20	1,218	0,08	11,49	0,047	4,39	17	32,6	36,3	2,33	26	34
	28,1	7,61	201	362	0,54	8,635	409,17	1,215	0,07	11,47	0,045	4,38	18	32,2	35,5	2,30	30	36
	28,1	7,59	201	361	0,54	8,633	409,17	1,215	0,07	11,47	0,045	4,37	19	32,3	35,8	2,30	30	36
	27,8	7,66	195	359	0,58	8,635	409,14	1,212	0,06	11,45	0,043	4,38	18	32,1	35,6	2,27	34	38
Moyenne	28,1	7,62	201	362	0,54	8,635	409,17	1,215	0,07	11,47	0,045	4,38	18	32,3	35,8	2,30	30	36
II	29,1	7,69	226	424	0,63	8,945	411,09	0,918	0,05	13,48	0,054	4,93	19	33,6	37,1	2,94	55	38
	28,5	7,67	223	420	0,69	8,947	411,05	0,916	0,06	13,51	0,052	4,92	20	33,4	37,2	2,88	64	47
	28,5	7,67	222	421	0,68	8,949	411,05	0,914	0,05	13,50	0,052	4,93	21	33,3	37,3	2,89	64	46
	29,5	7,73	229	427	0,52	8,947	411,13	0,916	0,08	13,59	0,058	4,90	20	33,7	37,6	3,05	49	37
Moyenne	28,9	7,69	225	423	0,63	8,947	411,08	0,916	0,06	13,52	0,054	4,92	20	33,5	37,3	2,94	58	42
III	29,2	7,77	235	414	0,60	8,786	407,77	0,854	0,08	12,33	0,050	4,72	19	33,4	36,2	3,32	57	41
	28,8	7,71	232	411	0,60	8,783	407,75	0,853	0,06	12,26	0,049	4,68	18	33,1	35,9	3,30	58	42
	28,1	7,72	231	409	0,80	8,780	407,74	0,852	0,07	12,28	0,044	4,69	20	33,0	35,7	3,26	62	46
	28,1	7,74	230	410	0,80	8,783	407,74	0,853	0,07	12,27	0,045	4,67	19	32,9	35,8	3,24	63	47
Moyenne	28,5	7,74	232	411	0,70	8,783	407,75	0,853	0,07	12,28	0,047	4,69	19	33,1	35,9	3,28	60	44

2.- Paramètres physico-chimiques (mg/L) et hydrologiques mesurés en saisons sèches de 2020-2021

STATIONS	T°	pH	Turb	Cond	O	Ca	CO ₂	Mg	NH ₄	NO ₃	NO ₂	PO ₄	SO ₄	DB05	DCO	Larg	Prof	Vite
I	26,1	7,33	185	330	0,69	12,460	418,94	1,507	0,09	15,69	0,009	5,05	21	36,7	37,8	2,55	21	17
	25,7	7,37	179	326	0,74	12,466	418,90	1,503	0,07	15,67	0,007	5,09	22	36,4	37,5	2,55	20	16
	25,5	7,36	176	324	0,76	12,462	418,92	1,505	0,08	15,68	0,008	5,05	20	36,4	37,5	2,50	24	20
	25,5	7,38	176	324	0,77	12,464	418,92	1,505	0,08	15,68	0,008	5,09	21	36,1	37,3	2,52	23	19
Moyenne	25,7	7,36	179	326	0,74	12,463	418,92	1,505	0,08	15,68	0,008	5,07	21	36,4	37,5	2,53	22	18
II	26,8	7,42	194	362	0,78	13,013	423,98	1,195	0,08	18,94	0,013	5,85	22	36,7	38,1	2,66	48	20
	26,2	7,39	190	360	0,85	13,015	423,96	1,197	0,06	18,89	0,012	5,82	24	36,9	38,3	2,61	53	23
	26,2	7,40	189	359	0,84	13,018	423,96	1,197	0,06	18,89	0,012	5,88	23	36,9	38,2	2,62	52	22
	26,8	7,43	195	363	0,77	13,015	423,94	1,199	0,08	18,92	0,011	5,85	23	37,1	38,2	2,67	47	19
Moyenne	26,5	7,41	192	361	0,81	13,015	423,96	1,197	0,07	18,91	0,012	5,85	23	36,9	38,2	2,64	50	21
III	26,9	7,46	199	375	0,86	12,857	415,30	1,100	0,07	17,04	0,009	5,32	23	35,7	37,9	2,79	51	20
	26,8	7,49	196	373	0,84	12,854	415,28	1,101	0,08	17,03	0,009	5,30	22	35,1	37,7	2,76	53	22
	26,7	7,49	193	371	0,82	12,852	415,28	1,101	0,09	17,08	0,010	5,35	21	35,4	37,7	2,73	55	24
	26,8	7,48	196	373	0,84	12,853	415,26	1,102	0,08	17,05	0,008	5,31	22	35,6	37,9	2,76	53	22
Moyenne	26,8	7,48	196	373	0,84	12,854	415,28	1,101	0,08	17,05	0,009	5,32	22	35,4	37,8	2,76	53	22