

Biodynamique des œufs et larves d'helminthes dans les eaux de surface de Bamenda, Région du Nord-Ouest, Cameroun : impact sanitaire et influence des paramètres physico-chimiques

Mama MBOUOMBOU^{1,2,3*}, Gideon AJEAGAH¹, Ibrahim TCHAKALA², Dickson ENAH¹, Tomkouani KODOM², Yao Patrick HOEKOU³ et Baba GNON²

¹ Université de Yaoundé 1, Faculté des Sciences, Laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement, BP 812 Yaoundé, Cameroun

² Université de Lomé, Faculté des Sciences, Laboratoire de Chimie des Eaux, BP 1515 Lomé, Togo

³ Université de Lomé, Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires, BP 1515, Togo

* Correspondance, courriel : mbouomboumama1@gmail.com

Résumé

Une étude ayant pour but d'évaluer la dynamique d'abondance des œufs et larves d'helminthes en relation avec la qualité physico-chimique des eaux a été menée de janvier à décembre 2017 dans quatre cours d'eau de la ville de Bamenda (Région du Nord-Ouest, Cameroun). La méthode directe de sédimentation et la technique de concentration de Ritchie ont été utilisées pour l'identification des parasites. Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que les eaux ont une température moyenne de $21,28 \pm 2,21$ °C, un pH neutre ($7,45 \pm 0,46$), une oxygénation moyenne ($59,25 \pm 6,47$ %) avec des eaux peu turbides ($30,41 \pm 26,15$ FTU), moyennement colorées ($130,15 \pm 191,64$ Pt.Co) et des faibles teneurs en azote ammoniacal ($0,21 \pm 0,34$ mg/L de NH_4^+) et en salinité ($0,06 \pm 0,05$ PSU). Les résultats des analyses parasitologiques montrent la présence dans ces eaux de neuf espèces d'helminthes avec une domination des larves de *Strongyloïdes* sp. ($151,29 \pm 84,17$ Larves/L) et des œufs d'*Ascaris lumbricoïdes* ($51,99 \pm 26,89$ Œufs/L). Les plus fortes densités des parasites sont obtenues pendant la saison des pluies dans les stations Mnk3, Muf1, Aya1 et Aya3. Les analyses statistiques ($p \leq 0,05$) montrent que les œufs et larves d'helminthes sont corrélés positivement avec l'oxygène dissous et négativement avec la température, la salinité, les nitrates et les orthophosphates. Ces eaux doivent être traitées avant tout usage afin d'éviter ces parasitoses.

Mots-clés : *eaux de surface, paramètres physico-chimiques, œufs, helminthes, Bamenda.*

Abstract

Biodynamic of helminths eggs and larvae in the surface water of Bamenda (North West Region, Cameroon) : health impact and influence of physicochemical parameters

A study with the aim to evaluate the abundance dynamics of eggs and larvae of helminths in relation with the physico-chemical quality of water was carried out from January to December 2017 in four streams of the city of Bamenda (North West Region, Cameroon). The direct sedimentation method and the Ritchie concentration technique were employed in the identification of these parasites. The results of the physico-chemical analysis show an average temperature of 21.28 ± 2.21 °C, a neutral pH (7.45 ± 0.46), an average oxygenation

(59.25 ± 6.47 %) with slightly turbid water (30.41 ± 26.15 FTU), moderately colored (130.15 ± 191.64 Pt.Co) and low levels of ammonia (0.21 ± 0.34 mg / L) and salinity (0.06 ± 0.05 PSU). The results of the parasitological analysis of water reveal the presence of nine species of helminths with the domination of *Strongyloides* sp. (151.29 ± 84.17 Larvae / L) and eggs of *Ascaris lumbricoides* (51.99 ± 26.89 Eggs / L). The higher densities of parasites were obtained during the rainy season in the Mnk3, Muf1, Aya1 and Aya3 sampling stations. The statistical analysis ($p \leq 0.05$) show that parasites are correlated positively with dissolved oxygen and negatively with temperature, salinity, nitrates and orthophosphates. Water must be treated before any use in order to avoid waterborne diseases.

Keywords : *surface water, physicochemical parameters, eggs, helminths, Bamenda.*

1. Introduction

Le faible taux d'approvisionnement en eau de qualité observé dans la plupart des villes Camerounaises contraint les populations à utiliser les eaux de surface (fleuves, cours d'eau rivières et lacs) et les eaux souterraines pour leurs besoins quotidiens [1]. La ville de Bamenda (Nord-Ouest, Cameroun) ne fait pas exception. Pourtant en Afrique subsaharien et particulièrement dans la plupart des grandes métropoles des pays en voie de développement, les eaux usées domestiques, municipales et industrielles sont déversées dans l'environnement sans aucun traitement préalable. Ces eaux usées associées aux conditions d'hygiène précaires des populations, sont à l'origine de la contamination des eaux de surface par les microorganismes (bactéries, virus, protozoaires et helminthes) [2]. Parmi ces contaminants, les helminthes entéropathogènes occupent une place de choix. Ils sont à l'origine des maladies hydriques dues aux helminthes (helminthiases). Dans l'environnement aquatique, ces parasites sont retrouvés sous forme des larves ou des œufs qui assurent à la fois la résistance des parasites dans ce milieu et leur dissémination. L'homme se contamine en ingérant ces parasites à travers l'eau et les aliments souillés ou par pénétration directe des larves infestantes à travers la peau lors du contact avec l'eau contaminée [3]. Ils constituent l'une des causes majeures des parasitoses humaines liées à l'eau. La fréquence de ces maladies parasitaires et le profil des espèces causales varient en fonction de plusieurs facteurs tels que le niveau d'hygiène, les facteurs socio-économiques, les habitudes alimentaires et les facteurs géoclimatiques [4, 5]. Elles sont particulièrement sévères chez les enfants, chez qui elles affectent la santé et le développement, tandis qu'elles réduisent la productivité et la capacité de travail des adultes [6]. Les travaux antérieurs ont montré la présence des œufs et larves d'helminthes dans les eaux de surface de la ville de Yaoundé [7]. Cependant dans la ville de Bamenda, les études portant sur la dynamique des œufs et larves d'helminthes dans les eaux de surface sont au stade élémentaire. Les études hydrobiologiques menées n'ont porté que sur les analyses physico-chimiques et bactériologiques de quelques cours d'eau [8 - 10]. La présente étude a pour objectif général d'évaluer la dynamique d'abondance des œufs et larves d'helminthes en relation avec la qualité physico-chimique des eaux dans quatre cours d'eau (Mufueh, Formuki, Mankon et Ayaba) de la ville de Bamenda. Plus spécifiquement, il s'est agi de mesurer les principaux paramètres physico-chimiques de ces eaux, d'identifier les œufs et larves d'helminthes dans ces eaux et évaluer l'influence des paramètres physico-chimiques sur la distribution des parasites dans ces eaux.

2. Matériel et méthodes

2-1. Description du site d'étude et des stations d'échantillonnage

La ville de Bamenda est située au Sud de la Région du Nord-Ouest entre $5^{\circ} 55'$ et $6^{\circ} 03'$ de latitude Nord, $10^{\circ} 07'$ et $10^{\circ} 14'$ de longitude Est et d'une altitude minimale de 1 230 m et maximale de 1 510 m. D'après le recensement général de la population et de l'habitat [11], elle compte environ 700 000 habitants principalement concentrés dans le centre urbain. Le relief, couvert d'une végétation herbeuse et des petits

arbres, est constitué par des plateaux, des plaines et des pentes qui alternent avec des vallées profondes. Au plan pédologique, la ville de Bamenda présente en majorité des sols ferralitiques, des andosols et des vertisols, ce qui lui confère un pH légèrement acide à neutre [12]. Le climat est de type équatorial humide avec une longue saison des pluies de mi-mars à mi-octobre et une courte saison sèche de mi-octobre à mi-mars ; et la température moyenne est de 22°C. Les précipitations moyennes se situent entre 1700 et 2824 mm [10]. Pour cette étude, quatre cours d'eau ont été choisis (**Figure 1**) : Il s'agit du cours d'eau Mufueh situé en zone périurbaine et caractérisé par une végétation abondante sur les berges ; les cours d'eau Formuki, Mankon et Ayaba situés en zone urbaine et caractérisés par une végétation moins dense sur les berges. Sur chaque cours d'eau, trois stations ont été choisies, pour un total de 12 stations d'échantillonnage. Il s'agit des stations Muf1, Muf2 et Muf3 pour le cours d'eau Mufueh ; For1, For2 et For3 pour le cours d'eau Formuki ; Mnk1, Mnk2 et Mnk3 pour le cours d'eau Mankon et Aya1, Aya2 et Aya3 pour le cours d'eau Ayaba. Ces points de prélèvement ont été choisis en fonction des critères tels que la proximité avec les sources potentielles de pollution, l'intérêt des populations riveraines pour le cours d'eau et la représentation des trois compartiments du cours d'eau (la zone des sources ou crénon, le cours moyen ou rithron et le cours inférieur ou potamon) (**Tableau 1**).

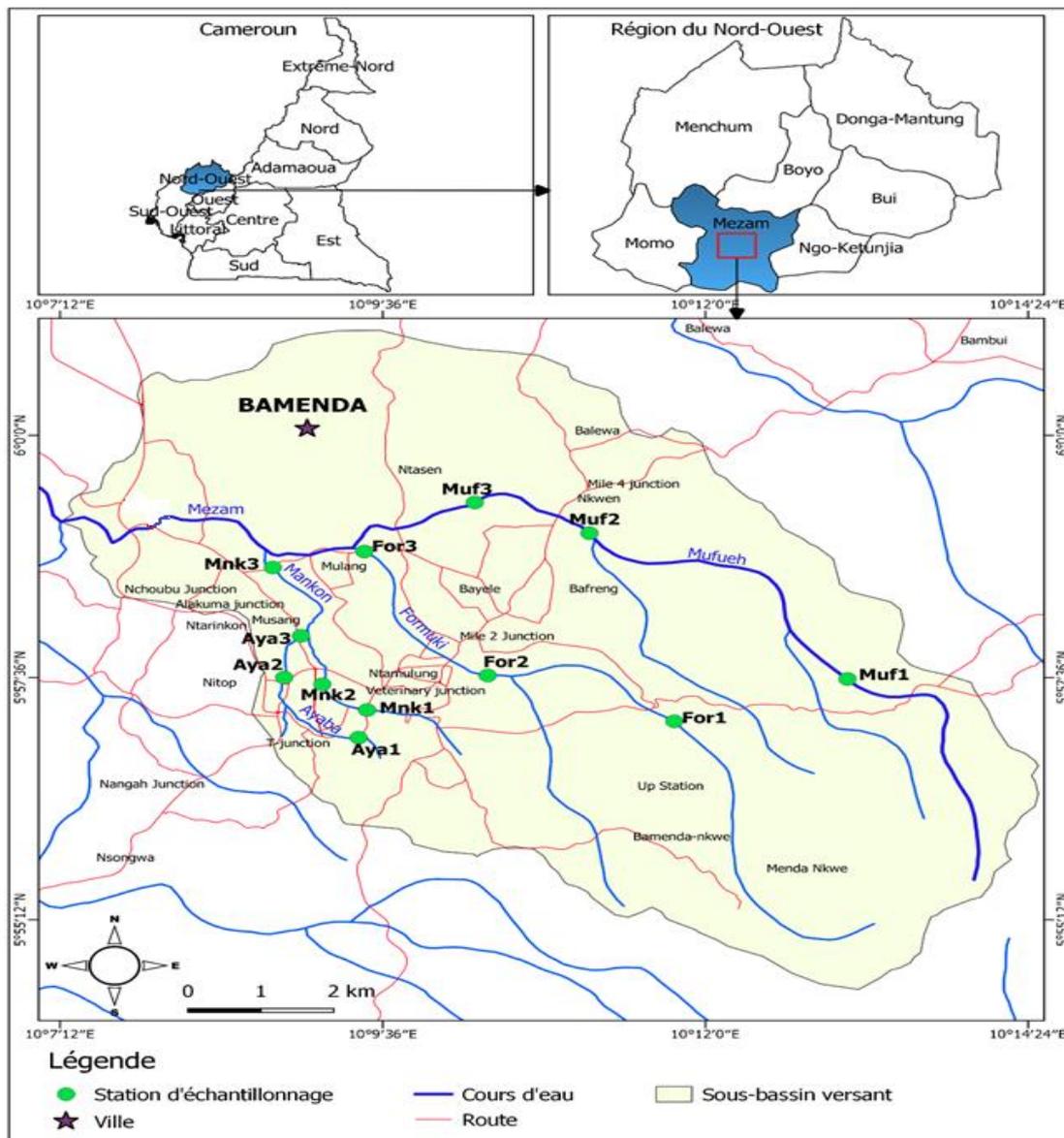


Figure 1 : Carte des cours d'eau et des stations d'échantillonnage

Tableau 1 : Caractéristiques des stations d'échantillonnage

Cours d'eau	Stations	Coordonnées géographiques	Altitude	Sources de pollution	Utilité de la station
Mufueh	Muf1	05° 57' 35,14"N 010° 13' 03,36"E	1172 m	Présence des latrines	Irrigation et tâches domestiques
	Muf2	05° 59' 01,82"N 010° 11' 08,16"E	1163 m	Présence des latrines et d'un garage	Lavage des véhicules
	Muf3	05° 59' 19,6"N 010° 10' 17,9"E	1162 m	Présence des latrines canons et pollution domestique	Irrigation et tâches domestiques
Formuki	For1	05° 57' 10,04"N 010° 11' 46,03"E	1194 m	Présence d'une ferme d'élevage	Tâches domestiques
	For2	05° 57' 16,7"N 010° 09' 29,0"E	1263 m	Pollution domestique	Irrigation
	For3	05° 58' 51,1"N 010° 09' 27,9"E	1129 m	Pollution domestique	Irrigation
Mankon	Mnk1	05° 57' 32,0"N 010° 09' 09,0"E	1232 m	Pollution domestique	Lavage des motos
	Mnk2	05° 57' 32,0"N 010° 09' 09,0"E	1232 m	Pollution domestique et urbaine	Irrigation et tâches domestiques
	Mnk3	05° 58' 41,4" N 010° 08' 46,9" E	1234 m	Présence des latrines canons et pollution domestique	Extraction du sable, irrigation et baignade
Ayaba	Aya1	05° 57' 00,3"N 010° 09' 25,2"E	1270 m	Pollution domestique	Tâches domestiques
	Aya2	05° 57' 36"N 010° 08' 52"E	1247 m	Pollution urbaine et domestique	Irrigation
	Aya3	05° 58' 00,8"N 010° 08' 59,5"E	1242 m	Pollution domestique	Tâches domestiques

2-2. Méthode d'échantillonnage

Des échantillonnages mensuels ont été effectués sur les 12 stations de ces cours d'eau de janvier à décembre 2017 suivant les recommandations de [13]. Les échantillons destinés pour les analyses physico-chimiques ont été prélevés dans des flacons en polyéthylène de 1000 mL et transportés au laboratoire en enceinte réfrigérée. Pour les analyses biologiques, les échantillons ont été prélevés dans des flacons stériles en polyéthylène de 1000 mL après avoir agité l'eau pour remettre les particules en suspension. Ces échantillons ont été conservés par l'ajout de formol 10 % (2 ml / L) et transportés au laboratoire pour l'analyse.

2-3. Analyses physico-chimiques

Sur le terrain, les paramètres physico-chimiques tels que la température de l'eau (en °C), l'oxygène dissous (en % de saturation), le pH, la salinité (en PSU) et les Solides Totaux Dissous (STD) (en mg/L) ont été mesurés respectivement à l'aide d'un thermomètre, d'un oxymètre, d'un pH mètre et d'un multiparamètre. La turbidité (en FTU), les Matières en Suspension (MES) (en mg/L), les nitrates (en mg/L de NO₃⁻), les orthophosphates (en mg/L de PO₄³⁻), la couleur (en Pt.Co) et l'azote ammoniacal (en mg/L de NH₄⁺) ont été mesurés au laboratoire à l'aide et d'un spectrophotomètre. L'oxydabilité (en mg/L de KMnO₄) a été mesurée par volumétrie.

2-4. Analyses parasitologiques

Les échantillons ont été laissés à la température ambiante au laboratoire pour décantation pendant 24 heures. Ensuite, les surnageants ont été jetés et les culots mesurés. Ces culots ont été distribués dans les tubes de

centrifugation et traités à l'aide de la méthode directe de sédimentation et la technique Ritchie au formol-éther. La technique de sédimentation permet de concentrer les œufs et larves d'helminthes au fond du tube. Pour ce faire, 5 mL du culot de centrifugation sont introduits dans un tube à essai. À cela, 1 mL de formol 10 % (fixateur) et 5 mL d'eau distillée sont successivement ajoutés et le mélange est centrifugé à 500 tours/minute pendant cinq minutes [2]. Les gouttes du culot sont prélevées au fond du tube, mélangées à quelques gouttes de colorant, déposées sur des lames et recouvertes des lamelles pour observation au microscope optique aux grossissements 20x et 40x. La technique de Ritchie au formol-éther permet d'éliminer les débris gras contenus dans le culot de centrifugation. Elle consiste à introduire 5 mL du culot dans un tube à essai et y ajouter successivement 2 mL de formol à 10 % et 3 mL d'éther. Le mélange est mixé manuellement, puis centrifugé à 1500 tours/minute pendant cinq minutes. Le contenu du tube se sépare en quatre couches : une couche supérieure d'éther, un bouchon de débris gras adhérent à la paroi du tube, une couche de formol et le culot. Les trois couches supérieures sont jetées et le culot restant est mélangé à quelques gouttes de colorant et examiné entre lame et lamelle au microscope optique et aux grossissements 20x et 40x. Les planches de l'Organisation Mondiale de la Santé [14] et celles de l'Institut national de santé publique du Québec [15] ont servi à l'identification de ces parasites.

2-5. Analyse des données

Les données obtenues ont été regroupées en saison : SS (saison sèche) de novembre à février et SP (saison des pluies) de mars à octobre. Le dénombrement des œufs et larves d'helminthes dans les échantillons est fait en utilisant la formule proposée par [16]. Le volume intégral (V_x) du culot est enregistré ; après homogénéisation du culot, un volume précis (V_y) est prélevé et réparti dans différents tubes à essais. La portion finale de chaque tube est répartie sur des lames, puis le nombre (X) de parasites obtenus dans 1 L d'échantillon est calculé en multipliant la valeur obtenue (y) sur toutes les lames par la fraction V_x/V_y et le résultat est enfin ramené au litre.

$$X = \frac{y.V_x}{V_y} \quad (1)$$

V_x étant le volume du culot dans 1 L d'échantillon, V_y le volume du culot utilisé pour observation et y le nombre de parasites observé dans V_y .

Le test de Kruskal-Wallis (test H) et le test de corrélation « r » de Spearman ont été effectués à l'aide du logiciel SPSS 20.0. Le test de Kruskal-Wallis est utilisé pour vérifier sur le plan spatiotemporel, la signification des différences (ou similarités) de variances des paramètres physico-chimiques et des densités des parasites. Le test de corrélation (r) de Spearman est utilisé pour évaluer les paramètres physico-chimiques qui influencent la distribution des parasites dans les eaux en fonction du degré de liaison entre les différents paramètres.

3. Résultats

3-1. Paramètres physico-chimiques

La température des eaux a varié de 18,75°C à la station Muf1 en Saison Sèche (SS) à 25,38°C à la station Aya2 pendant la même saison. Elle a augmenté du cours d'eau Mufueh au cours d'eau Ayaba avec des fortes valeurs relevées pendant la SS. La station Aya1 en Saison des Pluies (SP) a montré des eaux plus colorées (303,75 Pt.Co) tandis la station Muf1 a présenté la plus faible valeur de couleur (35,88 Pt.Co) pendant la même saison. Dans l'ensemble, les fortes valeurs de couleur sont obtenues en SP. Les Solides Totaux Dissous (STD)

ont fluctué entre 13,87 mg/L (Muf1 en SP) et 180 mg/L (Aya3 en SS) ; avec les plus grandes valeurs obtenues pendant la SS. Les Matières En Suspension (MES) et la turbidité ont varié de 6,5 à 57,75 mg/L et 8,75 à 58 mg/L respectivement avec les plus grandes valeurs obtenues en SP (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Résultats des paramètres physiques des eaux

Cours d'eau	Stations	Saisons	T (°C)	Coul (Pt.Co)	MES (mg/L)	Turb (FTU)	STD (mg/L)
Mufueh	Muf1	SS	18,75	99,75	13,25	25,75	15,25
		SP	19,31	35,88	11,12	15,37	13,87
	Muf2	SS	19,63	120,50	17,75	28,75	52,75
		SP	19,62	140,87	17,87	23,75	29,12
	Muf3	SS	19,63	78,50	13,25	23,50	58,50
		SP	20,18	117,62	12,22	16,50	32,75
Formuki	For1	SS	19,38	160,25	24,75	35,50	91,00
		SP	20,08	96,75	14,50	21,50	23,25
	For2	SS	21,13	111,75	17,25	30,75	64,00
		SP	20,75	70,50	41,62	58,00	40,62
	For3	SS	22,25	110,00	13,75	22,75	90,75
		SP	21,62	94,25	11,50	13,50	61,87
Mankon	Mnk1	SS	21,31	94,25	15,25	30,50	83,50
		SP	20,50	127,50	32,25	43,12	54,00
	Mnk2	SS	24,63	46,25	6,50	8,75	140,50
		SP	21,31	151,12	57,75	48,37	93,12
	Mnk3	SS	23,38	59,50	12,75	18,00	121,50
		SP	23,12	213,37	26,87	41,12	111,12
Ayaba	Aya1	SS	21,75	44,50	11,50	18,50	93,50
		SP	20,93	303,75	39,00	52,37	41,00
	Aya2	SS	25,38	119,50	13,50	14,25	142,00
		SP	22,26	218,37	27,75	37,37	153,5
	Aya3	SS	24,25	66,00	19,00	23,25	180,00
		SP	22,75	217,37	28,12	36,50	162,37

Le pH des eaux montre des valeurs qui oscillent entre 6,97 à la station Muf2 à 7,97 aux stations Aya2 et Aya3, avec une moyenne de $7,45 \pm 0,46$. Les grandes valeurs de pH sont obtenues en SS. L'oxygène dissous a varié entre 50,35 % (station Aya3) et 69,95 % (station Muf2). Pour chaque cours d'eau, les teneurs élevées sont obtenues en amont (stations Muf1, For1, Mnk1 et Aya1) pendant la SS et diminuent vers l'aval. Les teneurs des eaux en azote ammoniacal ont varié entre 0,07 mg/L de NH_4^+ à la station Mnk2 en SS et 0,46 mg/L de NH_4^+ à la station Aya1 en SP. La salinité a fluctué entre 0,01 PSU (station Muf1) et 0,17 PSU (station Aya3). Les grandes teneurs de salinité sont relevées en SS. Quant aux nitrates et orthophosphates, leurs teneurs ont oscillé respectivement entre 0,22 et 5,14 mg/L de NO_3^- ; et entre 0,32 et 3,09 mg/L de PO_4^{3-} , avec des teneurs élevées obtenues en SP (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Résultats des paramètres chimiques des eaux

Cours d'eau	Stations	Saisons	pH	O2 (%)	Sali (PSU)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)
Mufueh	Muf1	SS	7,54	69,73	0,01	1,46	0,58	0,13
		SP	7,17	64,96	0,01	0,45	0,22	0,09
	Muf2	SS	7,26	69,95	0,04	2,54	0,43	0,17
		SP	6,97	65,82	0,02	0,41	1,54	0,27
	Muf3	SS	7,35	66,33	0,03	1,78	0,60	0,15
		SP	7,06	63,03	0,02	0,76	0,53	0,15
Formuki	For1	SS	7,18	66,70	0,03	2,03	0,88	0,19
		SP	7,10	65,20	0,02	1,15	0,65	0,16
	For2	SS	7,45	57,60	0,06	2,64	1,73	0,15
		SP	7,23	58,41	0,03	0,71	0,58	0,12
	For3	SS	7,66	54,15	0,09	3,09	1,00	0,15
		SP	7,41	55,17	0,05	0,56	0,67	0,15
Mankon	Mnk1	SS	7,30	61,63	0,06	2,14	1,20	0,31
		SP	7,47	59,30	0,05	0,35	0,93	0,12
	Mnk2	SS	7,72	53,88	0,11	1,44	1,15	0,07
		SP	7,61	52,70	0,08	0,45	3,22	0,31
	Mnk3	SS	7,89	54,80	0,09	0,96	0,93	0,23
		SP	7,61	54,51	0,10	0,73	2,17	0,31
Ayaba	Aya1	SS	7,50	60,20	0,05	1,65	0,63	0,16
		SP	7,58	60,88	0,03	0,38	5,14	0,46
	Aya2	SS	7,97	53,60	0,14	2,49	1,73	0,16
		SP	7,84	54,21	0,14	0,32	3,59	0,36
	Aya3	SS	7,46	50,35	0,17	1,52	1,40	0,27
		SP	7,97	53,25	0,15	0,98	3,13	0,38

3-2. Analyses parasitologiques

Les analyses parasitologiques des eaux ont permis d'identifier 9 espèces d'helminthes appartenant aux classes des Nématodes, des Cestodes et des Trématodes. Les Nématodes sont représentés par les espèces telles que : *Ascaris lumbricoïdes* (51,99 ± 26,89 Œufs/L), *Enterobius vermicularis* (8,19 ± 6,25 Œufs/L), *Ancylostoma* sp. (2,41 ± 3,57 Œufs/L) et *Strongyloïdes* sp. (151,29 ± 84,17 Larves/L). Les espèces *Taenia* sp. (26,13 ± 14,25 Œufs/L), *Hyménolepis* sp. (11,07 ± 9,62 Œufs/L) et *Diphyllobothrium latum* (23,75 ± 26,70 Œufs/L) appartiennent à la classe des Cestodes. Les Trématodes sont représentés par les espèces *Fasciola hepatica* (1,56 ± 2,53 Œufs/L) et *Schistosoma haematobium* (2,15 ± 6,33 Œufs/L). Un total de 47.604 parasites d'helminthes repartis en 38.289 œufs et larves de Nématodes (80 %), 8.779 œufs de Cestodes (19 %) et 536 œufs de Trématodes (1 %) a été dénombré. La classe des Nématodes a dominé dans toutes les stations d'échantillonnage avec des abondances plus élevées en amont des cours d'eau Mufueh et Ayaba (stations Muf1 et Aya1) et en aval des cours d'eau Formuki et Mankon (For3 et Mnk3). Ces abondances ont varié entre 0 parasite pour les Trématodes (stations Mnk1, Mnk3 et Aya3) et 5006 parasites chez les Nématodes à la station Mnk3 (**Figure 2**).

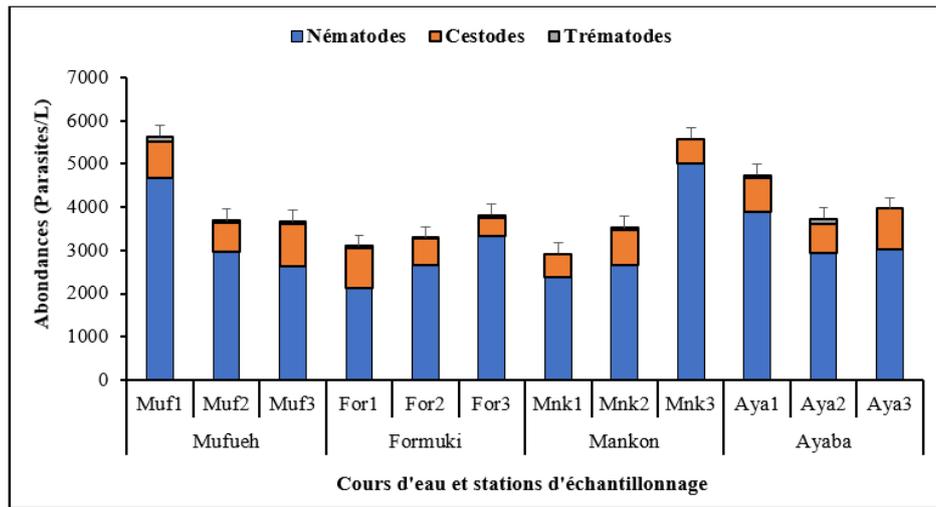


Figure 2 : Variations spatiales des abondances moyennes des classes d'helminthes

Sur le plan spatial, les larves de *Strongyloides* sp. ont dominé dans toutes les stations d'échantillonnage, suivies par les œufs d'*Ascaris lumbricoïdes*. Les densités moyennes des parasites ont varié de 0 Parasite/L pour *Ancylostoma* sp., *Hymenolepis* sp., *Schistosoma haematobium* et *Fasciola hepatica* ; à 308 Parasites/L pour *Strongyloides* sp. obtenue à la station Mnk3 (**Figure 3**). Globalement, les plus fortes densités des parasites ont été relevées aux stations Mnk3, Muf1 et Aya1, faisant ainsi des cours d'eau Mankon, Ayaba et Mufueh, les plus contaminés par ces parasites. La station Muf1 est la seule à être contaminée par toutes les neuf espèces d'helminthes identifiées.

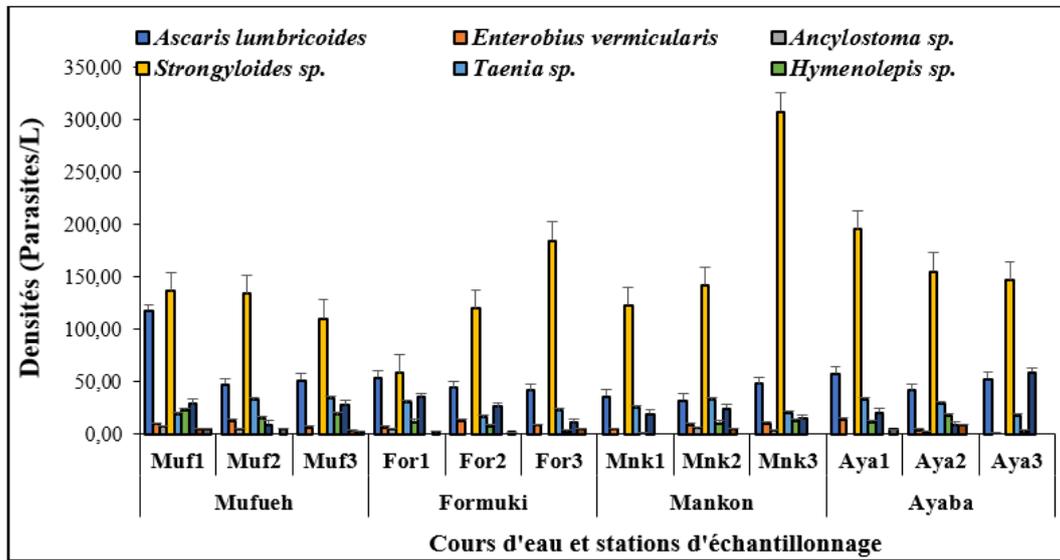


Figure 3 : Variations spatiales des densités moyennes des espèces d'helminthes

Au plan mensuel, le mois d'avril est celui qui a enregistré la plus grande densité moyenne des œufs et larves d'helminthes (49,67 Parasites/L). Il est suivi par les mois de février (49,67 Parasites/L) et de mars (38,37 Parasites/L). La plus faible densité moyenne des parasites est obtenue au mois de mai (9,68 Parasites/L). (**Figure 4**).

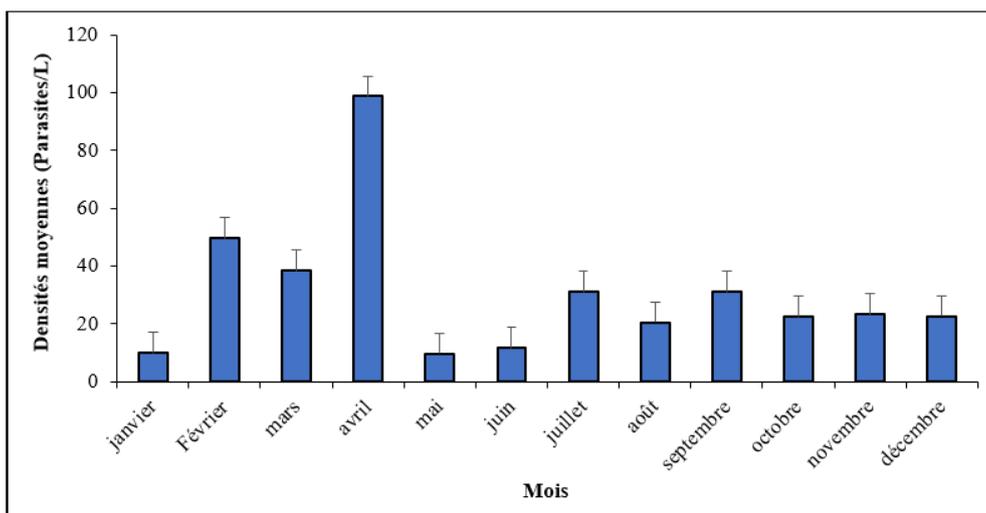


Figure 4 : Variations mensuelles des densités moyennes des espèces d'helminthes

Sur le plan saisonnier, les densités des œufs et larves d'helminthes ont varié entre 14,62 Parasites/L à la station For1 en SS et 69,94 Parasites/L à la station Mnk3 pendant la SP. Globalement, les densités moyennes élevées des œufs et larves d'helminthes sont observées pendant la SP à l'exception des stations Muf2, Aya2 et Aya3 où les densités des parasites sont plus élevées en SS (Figure 5).

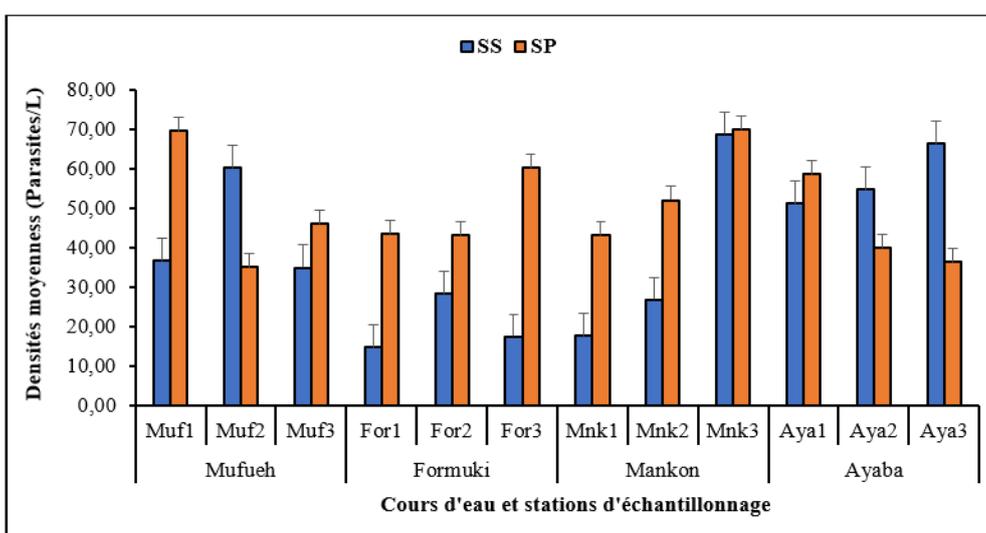


Figure 5 : Variations spatiales et saisonnières des densités moyennes des helminthes

3-3. Influence des paramètres physico-chimiques sur la distribution des parasites

La température de l'eau, le pH, l'oxygène dissous, l'oxydabilité, les solides totaux dissous, la salinité, la couleur, la turbidité, les formes d'azote et les orthophosphates ont été corrélés significativement avec certaines espèces de parasites identifiées. L'oxygène dissous et le pH sont corrélés significativement et positivement avec les œufs d'*Hymenolepis* sp., de *Fasciola hepatica* et les larves de *Strongyloides* sp. ; tandis que la température, la couleur, les nitrates, l'azote ammoniacal et les orthophosphates ont montré des corrélations négatives avec les espèces telles que : *Ascaris lumbricoïdes*, *Enterobius vermicularis*, *Tænia* sp., *Hymenolepis* sp. et *Fasciola hepatica* ($p \leq 0,05$). Bien qu'étant non significatives, les corrélations positives sont obtenues entre les matières en suspension et les densités des parasites (Tableau 4).

Tableau 4 : Coefficients de corrélation « r » de Spearman entre les paramètres physico-chimiques et les densités des parasites

Paramètres	<i>Ascaris</i>	<i>Entero</i>	<i>Ancylo</i>	<i>Strongy</i>	<i>Taenia</i>	<i>Hymeno</i>	<i>Diphyllo</i>	<i>Schisto</i>	<i>Fasciola</i>
T (°C)	-0,210*	-0,095	-0,05	0,097	-0,088	-0,049	-0,109	-0,018	-0,190*
pH	-0,059	0,05	-0,084	0,220**	-0,095	-0,06	-0,107	-0,083	-0,14
O ₂ (%)	0,081	0,034	0,055	-0,086	-0,029	0,220**	0,041	-0,005	0,194*
Oxyda (mg/L)	-0,172*	-0,216**	-0,094	-0,136	-0,091	-0,024	-0,147	-0,031	-0,055
Solid (mg/L)	-0,217**	-0,014	-0,149	0,105	0,029	-0,079	-0,083	-0,021	-0,139
Sali (PSU)	-0,222**	-0,022	-0,139	0,125	0,01	-0,188*	-0,125	-0,091	-0,201*
MES (mg/L)	0,131	0,018	-0,074	0,134	0,118	0,034	0,057	-0,088	-0,084
Coul (Pt.Co)	-0,261**	0,083	0,003	0,127	-0,133	-0,178*	-0,177*	-0,153	-0,137
Turb (FTU)	-0,180*	0,089	-0,08	0,108	-0,131	0,047	-0,06	-0,036	-0,057
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	-0,085	-0,119	-0,098	-0,025	-0,157	-0,094	-0,185*	0,028	-0,129
NO ₃ ⁻ (mg/L)	-0,343**	-0,054	0,001	-0,044	-0,173*	-0,124	-0,142	0,035	-0,097
NH ₄ ⁺ (mg/L)	-0,153	0,076	0,054	0,117	-0,209*	-0,155	-0,213*	-0,061	-0,077

Légende : T° = Température, pH = Potentiel Hydrogène, O₂ = Oxygène dissous, Oxyda = Oxydabilité, Solid = Solides Totaux Dissous, Sali=Salinité, MES = Matières en Suspension, Coul = Couleur, Turb = Turbidité, PO₄³⁻ = Orthophosphates, NO₃⁻ = Nitrates, NH₄⁺ = Ammonium ; *Ascaris* = *Ascaris lumbricoïdes*, *Entero* = *Enterobius vermicularis*, *Ancylo* = *Ancylostoma sp.*, *Strongy* = *Strongyloïdes sp.*, *Taenia* = *Taenia sp.*, *Hymeno* = *Hymenolepis sp.*, *Diphyllo* = *Diphyllobothrium latum*, *Schisto* = *Schistosoma haematobium*, et *Fasciola* = *Fasciola hepatica*. * = la corrélation est significative au seuil $p \leq 0,05$ et ** = la corrélation est significative au seuil $p \leq 0,01$.

4. Discussion

4-1. Paramètres physico-chimiques des eaux étudiées

Les faibles valeurs de certains paramètres physico-chimiques tels que la température, la couleur, la turbidité, les solides totaux dissous, la salinité et les matières en suspension obtenues dans le cours d'eau Mufueh pourraient se justifier d'une part, par la faible anthropisation de ce cours d'eau, et d'autre part, par le couvert végétal sur ses berges. Ce couvert végétal diminue l'impact des rayonnements solaires ainsi que celui des eaux de ruissellement sur les plans d'eau. Des résultats similaires [17, 18] ont été obtenus respectivement dans les cours d'eau périurbains de Yaoundé et de Douala. L'augmentation des valeurs de ces paramètres dans les cours d'eau Formuki, Mankon et Ayaba seraient la conséquence du phénomène d'anthropisation dans ces cours d'eau (rejet des déchets domestiques et les eaux des toilettes dans les cours d'eau, pratique de l'agriculture sur les berges, etc.). Les fortes valeurs de couleur, de turbidité et des MES relevées pendant la saison des pluies seraient essentiellement liées à la remise en suspension des particules par les eaux des pluies et aux eaux de ruissellement qui charrient les particules dans les cours d'eau pendant cette saison. En effet, les pluies favorisent l'érosion des particules du bassin versant et leur transport dans les eaux, provoquant ainsi leur enrichissement en matières organiques et leur brassage [19]. De plus, les tests statistiques ($p \leq 0,05$) ont montré des corrélations significatives et positives entre les MES et la turbidité ($r = 0,810$; $p = 0,001$), entre la couleur et les MES ($r = 0,687$; $p = 0,001$) et entre la turbidité et la couleur ($r = 0,614$; $p = 0,001$). La valeur moyenne du pH ($7,45 \pm 0,46$) obtenue montre que les eaux étudiées sont neutres. Les fortes valeurs relevées pendant la saison sèche seraient attribuables aux valeurs élevées de l'oxydabilité obtenues pendant cette saison et aux activités de lessives intensifiées pendant cette saison. D'après les auteurs de la référence [20], la dégradation de la matière organique et les activités de lessives contribuent à l'augmentation du pH de l'eau. Ces augmentations des valeurs du pH et de l'oxydabilité pendant

la SS seraient également liées aux valeurs élevées de la température et des solides totaux dissous. En effet, les tests statistiques ($p \leq 0,05$) ont montré des corrélations significatives et positives entre la température et l'oxydabilité ($r = 0,242$; $p = 0,003$), le pH ($r = 0,446$; $p = 0,001$) et les solides totaux dissous ($r = 0,727$; $p = 0,001$). La diminution de l'oxygène dissous de l'amont vers l'aval des cours d'eau serait la conséquence de l'augmentation de la température, du pH et des matières organiques. En effet, lorsque la quantité des matières organiques est élevée dans le milieu, les microorganismes consomment de l'oxygène dans le processus de minéralisation [2] ; ce qui entraîne une diminution de la teneur en oxygène du milieu. Des corrélations significatives et négatives ($p \leq 0,05$) ont d'ailleurs été obtenues entre l'oxygène dissous et le pH ($r = -0,357$; $p = 0,001$), et entre la température et l'oxygène dissous ($r = -0,552$; $p = 0,001$). Les faibles teneurs des eaux en orthophosphates ($1,06 \pm 0,84$ mg/L de PO_4^{3-}), en nitrates ($1,58 \pm 1,21$ mg/L de NO_3^-) et en azote ammoniacal ($0,21 \pm 0,10$ mg/L de NH_4^+) pourraient être dues à la dilution de ces composés azotés et phosphatés dans l'eau, à leur précipitation dans les sédiments [21], ou encore à leur utilisation par les végétaux pour leur croissance.

4-2. Analyses parasitologiques des eaux étudiées

Les résultats des analyses parasitologiques des eaux ont permis de mettre en évidence neuf espèces d'helminthes : *Ascaris lumbricoïdes*, *Enterobius vermicularis*, *Ancylostoma* sp., *Strongyloïdes* sp., *Taenia* sp., *Diphyllobothrium latum*, *Hyménolepis* sp., *Fasciola hepatica* et *Schistosoma haematobium*. La présence de ces parasites dans les eaux étudiées témoigne de la contamination fécale de ces eaux car ces parasites sont excrétés dans le milieu extérieur sous forme d'œufs ou larves éliminés avec les matières fécales [2, 21]. Ces parasites proviendraient des latrines canons et des eaux usées domestiques déversées soit directement dans les eaux, soit à travers les eaux de ruissellement. La présence des œufs et larves d'helminthes a également été signalée dans les eaux de surface au Cameroun, en Côte d'Ivoire, au Maroc et au Sénégal [7, 22 - 24]. La domination des espèces de la classe des Nématodes sur celles des Cestodes et des Trématodes serait due à la forte résistance de ces espèces aux stress environnementaux. Ceci pouvant s'expliquer par la présence de la triple couche observée chez la plupart de ces parasites. La prédominance des espèces de la classe des Nématodes a été rapportée par certains auteurs [23] qui ont également souligné que les œufs de la classe des Nématodes sont plus dominants et plus résistants que ceux des Cestodes et des Trématodes dans l'eau. Chez les espèces, les densités élevées des larves de *Strongyloïdes* sp. et des œufs d'*Ascaris lumbricoïdes* obtenues dans toutes les stations pourraient se justifier par leur écologie, leur biologie, ainsi que par la résistance élevée de ces parasites dans ces eaux. Les larves de *Strongyloïdes* sp. peuvent résister de nombreux mois en milieu humide. Elles ont une capacité d'adaptation très élevée en fonction du milieu. Elles peuvent résister à la chaleur, se développer et se reproduire de façon optimale dans un milieu humide ; ce qui facilite la poursuite du cycle naturel dans l'environnement [25], notamment lorsque les conditions sont favorables (une température comprise entre 20 et 30°C, un pH neutre, une oxygénation moyenne et la présence de la matière organique). L'abondance des œufs d'*Ascaris lumbricoïdes* serait due non seulement à leur forte résistance dans l'environnement, mais également à la capacité élevée des femelles adultes à pondre des œufs. Selon [26], une femelle d'*Ascaris lumbricoïdes* produit 200 000 œufs par jour. Les faibles charges en œufs d'*Ancylostoma* sp., de *Fasciola hepatica* et de *Schistosoma haematobium* s'expliqueraient non seulement par le fait que ces espèces résistent peu dans l'environnement, mais également à leur mode de transmission indirecte. Leur présence dans l'eau témoigne d'une contamination récente car les œufs émis dans le milieu extérieur éclosent rapidement dans l'eau et libèrent des larves qui vont pénétrer un hôte intermédiaire [5]. La diminution des densités des parasites de l'amont vers l'aval dans le cours d'eau Mufueh pourrait se justifier par le phénomène d'autoépuration et de sédimentation des parasites. Les fortes densités des œufs et larves d'helminthes obtenues au mois d'avril s'expliqueraient par le fait que pendant ce mois, il y a retour des pluies dans la ville. Ces pluies favoriseraient le drainage des déchets domestiques et urbains riches en matières organiques provenant des toilettes et des latrines à canons qui sont vidangées directement dans les cours d'eau pendant cette saison [19].

4-3. Influence des paramètres physico-chimiques sur la densité des parasites

Les analyses statistiques ($p \leq 0,05$) ont montré que la distribution des œufs et larves d'helminthes dans ces eaux est fonction des caractéristiques physico-chimiques de l'eau. Ainsi, les densités élevées des œufs d'*Hymenolepis* sp. et de *Fasciola hepatica* retrouvées à la station Muf1 seraient dues à la forte oxygénation des eaux de cette station. Ceci s'est traduit par des corrélations significatives et positives trouvées entre l'oxygène dissous, les œufs d'*Hymenolepis* sp. ($r = 0,220$; $p = 0,008$) et de *Fasciola hepatica* ($r = 0,194$; $p = 0,020$). Les corrélations négatives obtenues entre la salinité, les formes d'azote, les orthophosphates et les densités de certaines espèces d'helminthes entéropathogènes expliqueraient les faibles charges parasitaires observées dans certaines stations. En effet, les fortes concentrations en éléments minéraux du milieu peuvent augmenter l'inactivation et la destruction des formes de résistances des parasites par leur grande capacité de pénétration dans leurs membranes [2]. Les corrélations positives obtenues entre les MES et les densités de certains parasites montre que les œufs d'helminthes sont généralement adhérents aux matières organiques en suspension dans l'eau [19].

5. Conclusion

Les analyses physico-chimiques des eaux étudiées montrent que le cours d'eau Mufueh a des eaux bien oxygénées et présente de faibles valeurs de certains paramètres physico-chimiques comparé aux cours d'eau Formuki, Mankon et Ayaba. De plus, ces eaux sont contaminées par les œufs et larves d'helminthes provenant pour la plupart des eaux usées domestiques et des latrines canons situées sur les berges dont les produits sont directement évacués dans le cours d'eau. Cette contamination provient aussi des eaux de ruissellement qui charrient les matières organiques dans les eaux notamment pendant la saison des pluies. La distribution des œufs et larves d'helminthes dans les eaux étudiées est fonction de certains paramètres physico-chimiques tels que l'oxygène dissous, la température, la salinité, la turbidité, la couleur, les nitrates, les orthophosphates et l'azote ammoniacal. Les populations riveraines qui utilisent ces eaux s'exposent aux maladies hydriques dues aux helminthes (ascaridiases, schistosomiasis entre autres). Afin d'éviter ces parasitoses, nous recommandons aux populations le traitement de ces eaux par les méthodes de décantation, de filtration ou d'ébullition avant tout usage.

Références

- [1] - G. AJEAGAH et J. E. KARIE MOUNCHAROU, Dynamique de l'abondance des oocystes d'*Isospora belli* dans un milieu aquatique en zone tropicale (Cameroun). *Hydroécologie Appliquée*, 20 (2018) 85 - 102
- [2] - M. MBOUOMBOUO, G. AJEAGAH, J. NDJAMA, I. TCHAKALA, B. GNON, D. ENAH et G. YOGBACK, Dynamique d'abondance des charges oocystiques dans le bassin versant du Mezam à Bamenda (Région du Nord-Ouest, Cameroun). *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 112 (2019) 61 - 70
- [3] - R. LACOSTE, " Les parasites intestinaux chez le macaque crabier (*Macaca fascicularis*) : Etude expérimentale et recommandations pour la diagnose et la gestion des Rhizoflagellés et des ciliés " Thèse de Doctorat vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Créteil, (2009) 237 p.
- [4] - L. G. LEHMAN, N. KOUODJIP et C. F. BILONG BILONG, Diagnostic des parasitoses intestinales à l'aide de la microscopie à fluorescence, *Médecine d'Afrique Noire*, 59 (7) (2012) 1 - 9
- [5] - R. SAFAA, "Prévalence du portage parasitaire intestinal asymptomatique : Mise en évidence chez les professionnels de l'alimentation de la Région de Meknès". Thèse de Doctorat en Médecine, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Fès, (2017) 109 p.

- [6] - I. OSTAN, A. KILIMCIOGLU, N. GIRGINKARDESLER, B. OZYURT and M. E. LIMONCU, Health inequities : lower socio-economic conditions and higher incidences of intestinal parasites. *BMC Public Health*, 7 (2007) 34 - 42
- [7] - G. A. AJEAGAH, S. FOTO MENBOHAN, S. N. TALOM, M. NTWONG MOHOM, J. TOMBI, M. NOLA et T. NJINE, Propriété physico-chimique et dynamique d'abondance des formes de dissémination des helminthes intestinaux dans les eaux usées et de surface à Yaoundé (Cameroun). *European Journal of Scientific Research*, 1 (1) (2014) 44 - 63
- [8] - M. A. TITA, A. MAGHA and V. B. KAMGANG KABEYENE, Microbial pollution of the Mezam river system and its health impact in Bamenda (North-West Cameroon). *African Journal of Microbiology Research*, 7 (42) (2013) 4940 - 4948
- [9] - N. P. CHIA, C. N. UKAGA, K. A. YONGABI, B. NWOKE and P. M. TIH, Baseline study on the occurrence of *Cryptosporidium* Spp. from streams water after torrential rains in Bamenda, Cameroon. *Global Journal of Biology, Agriculture and Health Sciences*, 4 (3) (2015) 62 - 69
- [10] - A. MAGHA, M. TITA, G. D. KOUANKAP, P. WOTCHOKO, M. AYUK et V. KAMGANG, Physicochemical and bacteriological characterization of spring and well water in Bamenda III (North-West Region, Cameroon), *American Journal of Environmental Protection*, 4 (3) (2015) 163 - 173
- [11] - RGPH, Troisième recensement général de la population et de l'habitat. Présentation des résultats, (2010) 65 p.
- [12] - T. AZINWI, D. TSOZUE, M. TITA, A. BOUKONG, T. NGNIPA, T. NTANGMO et Z. MVONDO - Effect of topographic position and seasons on the micronutrient levels in soils and grown huckleberry (*Solanum scabrum*) in Bafut (North-West, Cameroon), *World Journal of Agricultural Research*, 5 (2) (2017) 73 - 87
- [13] - J. RODIER, B. LEGUBE, N. MARLET et R. BRUNET, L'analyse de l'eau, 9^e édition, Dunod, Paris, (2009) 1579 p.
- [14] - OMS, Planches pour le diagnostic des parasites intestinaux, Genève, (1994) 29 p.
- [15] - K. THIVIERGE, Identification morphologique des parasites intestinaux. Cahier de stage. Institut national de santé du Québec, (2014) 69 p.
- [16] - G. A. AJEAGAH., T. NJINE, C. F. BILONG BILONG, S. FOTO MENBOHAN, M. WOUAFO NDAYO, M. NOLA, G. D. DI GIOVANNI et S. HUW, Seasonal Distribution of Enteric Opportunistic *Cryptosporidium* spp. oocysts and *Giardia* spp. cysts in a tropical Water Basin, Cameroun. *Water*, 12 (1) (2010) 44 - 57
- [17] - S. FOTO MENBOHAN, S. TCHAKONTÉ, G. A. AJEAGAH, S. H. ZÉBAZÉ TOGOUET, C. F. BILONG BILONG et T. NJINÉ, Water quality assessment using benthic macroinvertebrates in a periurban stream (Cameroon). *The International Journal of Biotechnology*, 2 (2013) 91 - 104
- [18] - S. TCHAKONTÉ, "Diversité et structure des peuplements de macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de Douala (Cameroun)". Thèse de Doctorat/Ph.D, Université de Yaoundé I, Yaoundé, (2016) 232 p.
- [19] - G. A. AJEAGAH, A. L. CHUMTCHOUA, M. MBOUOMBOUO, S. FOTO MENBOHAN et T. NJINE, Évaluation de l'abondance des kystes des protozoaires flagellés dans les eaux usées exploitées pour l'agriculture maraîchère en zone urbaine : Cas de Yaoundé, Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, 107 (2016) 10450 - 10459
- [20] - A. EL OUALI LALAMI, M. MERZOUKI, O. EL HILLALI, S. MANIAR et S. IBNSOUDA KORAICHI, Pollution des eaux de surface de la ville de Fes au Maroc : typologie, origine et conséquences. *Larhyss Journal*, 9 (2010) 55 - 72
- [21] - A. L. CHUMTCHOUA, G. A. AJEAGAH, J. ZEBAZE MEGUIE et T. NJINE, Biodynamique des kystes d'amibes intestinales dans les eaux usées exploitées en agriculture maraîchère en zone urbaine : Cas de la ville de Yaoundé (Cameroun). *Afrique Science*, 12 (5) (2016) 246 - 257, <http://www.afriquescience.info>
- [22] - M. CISSÉ, F. N'GUESSAN, Y. KARAMOKO, K. TIGOLI, F. DJE BI DJE et G. GOURENE, Charge parasitaire des eaux usées du collecteur « Gouro » traversant les communes d'Abobo, Adjamé et Cocody (District d'Abidjan). *Les technologies de laboratoire*, 6 (25) (2011) 96 - 105

- [23] - A. EL OUALI LALAMI, A. ZANIBOU, K. BEKHTI, F. ZERROUQ et M. MERZOUKI, Contrôle de la qualité microbiologique des eaux usées domestiques et industrielles de la ville de Fès au Maroc. *Journal Material Environmental Science*, 5 (1) (2014) 2325 - 2332
- [24] - Y. AKPO, G. J. SAWADOGO et R. G. DEGNON, Évaluation de la contamination parasitologique des eaux usées domestiques collectées et traitées à la station d'épuration de Cambérène (Dakar). *Journal of Applied Biosciences*, 69 (2013) 5449 - 5455
- [25] - M. P. NANFAH WODA, "Etude du polyparasitisme intestinal à l'INRSP dans le district de Bamako-Mali", Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Bamako, (2008) 137 p.
- [26] - R. FEACHEM, D. BRADLEY, H. GARELICK et D. MARA, Sanitation and disease: Health aspects of excreta and wastewater management. *In: Gallizzi K. (Eds): Co-composting reduces helminth in faecal sludge. A field study in Kumasi, Ghana. SANDEC, Switzerland, (1983) 46 p.*