

Bio- Evaluation De La Qualité Des Eaux De Sources Par Les Protozoaires Intestinaux En Zone Equatoriale (Yaoundé, Cameroun)

Bio Evaluation of the Quality of Underground Water by the Intestinal Protozoan in an Equatorial Zone (Yaounde, Cameroon)

TSOMENE NAMEKONG Pierre and AJEAGAH Gideon AGHAINDUM

Laboratoire d'hydrobiologie et environnement, Université de Yaoundé 1

BP 337 Yaoundé, Cameroun.



Resumé – Dans le but d'évaluer la qualité physicochimique et biologique des eaux de source consommées dans l'arrondissement de Yaoundé 4 (Kondengui), une étude a été menée de juin à novembre 2017. Les analyses physico-chimiques ont été réalisées sur le terrain et au laboratoire. L'observation des kystes et des oocystes a été faite au microscope IVYMEN à l'objectif 40X et 100X après concentration des échantillons par la méthode de sédimentation et la technique de Faust. Les résultats physico-chimiques révèlent que les eaux des sources étudiées sont légèrement acides ($6,18 \pm 0,08$ U.C), moyennement minéralisées ($324,26 \pm 18,18$ μ S/cm) avec une température moyenne ($24,15 \pm 0,12$ °C). Les analyses biologiques montrent la présence des kystes d'amibes ($5 \pm 0,4$ parasite/l), de Ciliés ($1 \pm 0,2$ parasite/l), de Flagellés ($4 \pm 0,3$ parasite/l) et des sporozoaires (11 ± 2 parasite/l). Les sporozoaires ont dominé avec l'espèce *Cryptosporidium* spp. (45 ± 6 parasites/l). Les densités les plus élevées des protozoaires ont été enregistrées pendant la petite saison sèche (PSS). La présence de ces microorganismes indique une pollution fécale des eaux des sources étudiées. La dégradation de la qualité de ces eaux est favorisée par leur proximité des sources de pollution et aux conditions d'hygiène précaires des populations. Ces eaux doivent être traitées avant toute consommation.

Mots clés – Eaux de sources, kystes, oocystes, pathogène, Yaoundé

Abstract – In order to assess the physicochemical and biological quality of spring waters consumed in Yaoundé cysts and protozoan oocysts were isolated and identified in spring in the Yaounde 4th district from June to November 2017 following a monthly sampling frequency. The physicochemical analyzes were carried out in the field and in the Laboratory. The observation of the cysts and Oocysts of carried out under the microscope of the IVYMEN brand in the 40X objective after concentration. samples by the sedimentation method and the Faust technique. The physicochemical results reveal that the waters of the studied sources are slightly acidic (6.18 ± 0.08 UC), moderately mineralized (324.26 ± 18.18 μ S / cm) with an average temperature (24.15 ± 0.12 °C). The results of the biological analyzes reveal the presence of the forms of resistance of the intestinal protozoa such as: amoeba cysts (5 ± 0.4 parasite/l), flagellates (4 ± 0.3 parasite/l) ciliates (1 ± 0.2 parasite/l), oocysts and Sporozoan sporocyst (*Cryptosporidium* spp ...). In the samples studied, an average of 45 cysts and oocysts / l was identified with sizes ranging from 4 to 63 μ m. Small cysts and oocysts are the most abundant with a predominance of *Cryptosporidium* spp. Oocysts. (2672 oocysts). With the highest cystic densities recorded during the small Dry Season (PSS). The presence of all these microorganisms indicates faecal pollution of the water. The degradation of the water quality is favored by their proximity to sources of pollution and precarious hygienic conditions. These waters must be treated before any consumption.

Keywords – Spring, Cysts, Oocysts, pathogen, Yaounde

I. INTRODUCTION

L'eau est une ressource naturelle indispensable à la vie des êtres vivants. L'avoir à sa disposition en quantité et en qualité suffisante contribue au maintien de la santé de l'homme et de son environnement. Mais depuis le XIX^{ème} siècle l'eau est reconnue également comme un moyen de contamination des êtres vivants et de leur environnement [3]. En effet 1,1 milliards d'êtres vivants dans le monde n'ont pas accès à l'eau [10]. Au Cameroun, l'approvisionnement en eau potable en quantité suffisante reste un problème majeur [6]. En fait, le volume d'eau produit par la CAMWATER (Cameroon water) et distribué par la Camerounaise des eaux (CDE), ne couvre pas les besoins en eau des populations. La ville de Yaoundé est une grande agglomération à forte croissance démographique où l'accès à l'eau potable reste un privilège pour certaines populations. Cette insuffisance oblige une grande partie de la population à recourir aux eaux souterraines en l'occurrence les puits et les sources [7] sans se préoccuper de leur qualité [8]. Il est démontré que le milieu souterrain est un habitat qui héberge de nombreux parasites parmi lesquels les protozoaires intestinaux, qui sont responsables des maladies qui affectent la population [18].

L'évaluation biologique de la qualité des eaux passe par la recherche des organismes indicateurs de contamination fécale. Les protozoaires, au moins ceux considérés comme enteropathogènes ou entériques, sont associés aux maladies hydriques *et peuvent de ce fait être de bons indicateurs pour l'évaluation des risques sanitaires vu leur taux de prévalence élevé, leur grand pouvoir d'infection et leur résistance à la désinfection*. C'est dans ce sens qu'une étude visant à évaluer la qualité physicochimique et microbiologique des eaux de sources a été menée au quartier Kondengui à Yaoundé (Cameroun).

Cette étude consiste à évaluer la dynamique des différentes formes de résistance des protozoaires intestinaux présents dans les eaux de sources du quartier Kondengui.

II. MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

Cette étude a été menée à Yaoundé, capitale politique du Cameroun et chef-lieu du Département du Mfoundi. Plus

précisément au quartier Kondengui qui est caractérisé par quatre saisons, dont deux humides et deux sèches, qui peuvent être subdivisées de la manière suivante : une grande saison sèche (GSS) de mi-novembre à mi-mars, une petite saison des pluies (PSP) de mi-mars à mai, une petite saison sèche (PSS) de juin à août, une grande saison des pluies (GSP) de septembre à novembre [17]. Il repose principalement sur une colline de 745 m d'altitude comprenant trois flancs (sud, nord et ouest). Il est traversé par deux cours d'eau à la limite des quartiers Anguissa et Nkolndongo et le cours d'eau Akwé au nord-sud-Est limitrophe avec le quartier Essomba pour le cours d'eau Nton [16]. Les stations d'échantillonnage ont été choisies en fonction du niveau piézomètre, la présence des sources de pollution, l'intérêt des populations pour le point d'eau. Ainsi 10 sources ont été choisies dénommées de S1(source 1) à S10 (source 10) (figure 1). La deuxième phase allant de juin à novembre 2017, a consisté à l'échantillonnage et à la mesure des paramètres physicochimiques et biologiques suivant une fréquence mensuelle de prélèvements. *Dans l'ensemble, ces eaux de sources sont utilisées pour la boisson, la cuisson des repas, la lessive, l'irrigation des jardins et les activités ménagères*

Etude des paramètres physico-chimiques

Les prélèvements d'eau pour les analyses physico-chimiques se sont déroulés sur le terrain suivant les recommandations de Rodier *et al.* [13]. Les échantillons d'eau ont été prélevés à l'aide des flacons en polyéthylène à double bouchage de 250 et 1000 ml et rapportés au laboratoire en enceinte réfrigérée. La température, la conductivité électrique, les TDS (Solides Totaux Dissous) et le pH (Potentiel D'Hydrogène) ont été mesurés sur le terrain à l'aide d'un multi paramètre. Les MES (Matières En Suspension) la turbidité et la couleur ont été mesurés au laboratoire à l'aide d'un spectrophotomètre. Les mesures des teneurs de l'eau en orthophosphates ont été faites par colorimétrie au spectrophotomètre alors que les mesures de la teneur de l'eau en CO₂ dissous, oxygène dissous l'alcalinité, l'oxydabilité ont été réalisés par volumétrie.

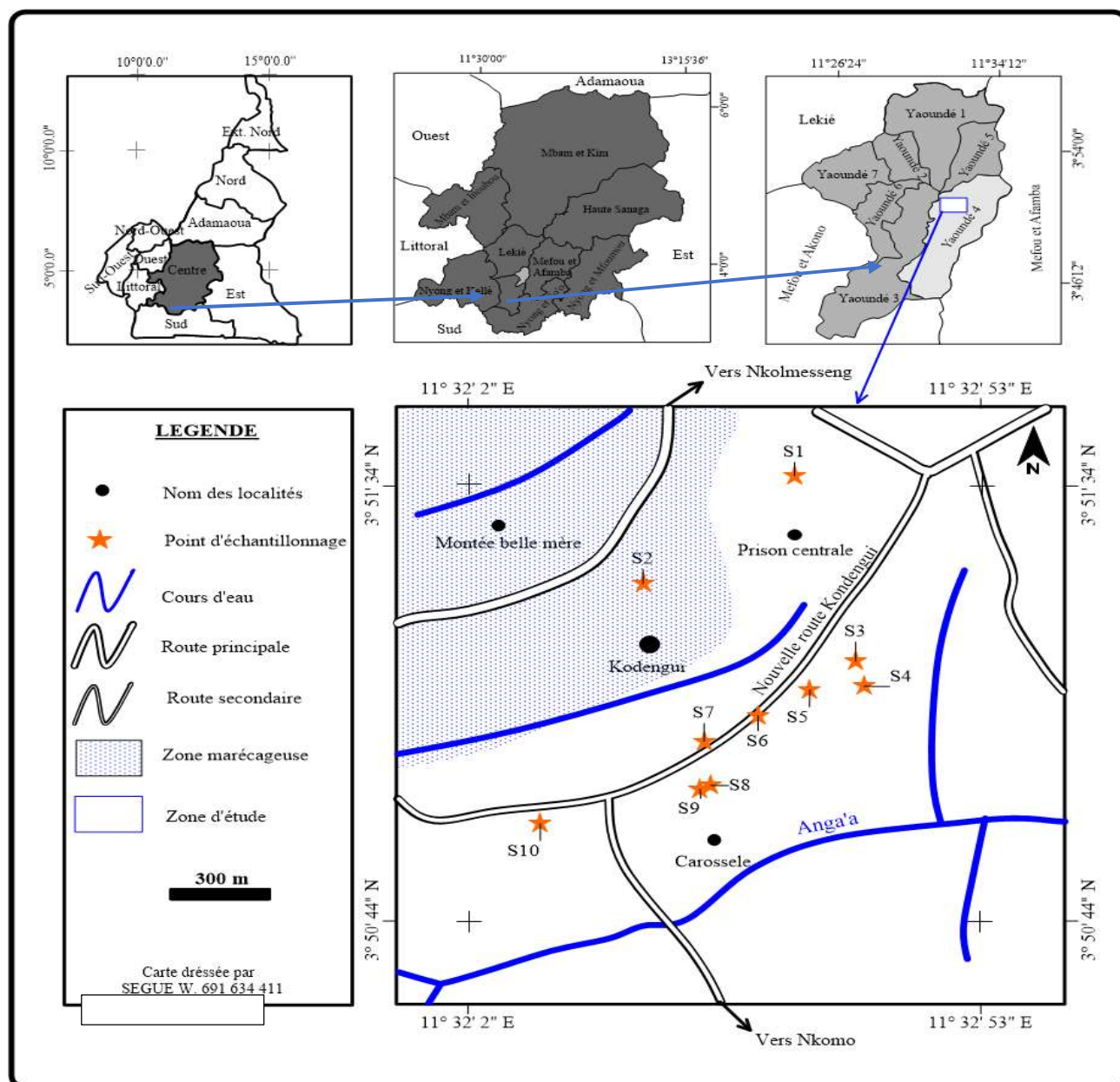


Figure 1 : Carte du quartier Kondengui présentant les différentes stations d'étude

Identification des protozoaires

Pour l'identification des protozoaires intestinaux deux méthodes ont été utilisées :

- la méthode de sédimentation : après homogénéisation du culot, 5 ml de l'échantillon ont été prélevés et introduits dans un tube à essai. Puis, 1 ml de formol à 10 % a été ajouté pour assurer la fixation des organismes, 5 ml d'eau distillée et 2 gouttes de lugol ont été successivement ajoutés. Le mélange obtenu a été porté à la centrifugation à 1500 tours/min pendant 5 min. Par la suite, 1 à 2 gouttes du culot ont été

prélevées et déposées sur une lame porte-objet et recouvertes d'une lamelle ;

- la technique de Faust : après homogénéisation du culot, 5 ml de l'échantillon ont été prélevés et introduits dans un tube à essai. À cela, 1 ml de formol à 10 % et 3 ml de sulfate de zinc à 33 % (densité spécifique de 1,18) ont été successivement ajoutés. Le mélange obtenu a été centrifugé à 500 tours/min pendant 4 à 5 min. Ensuite, la couche superficielle du surnageant est prélevée à l'aide d'une pipette et étalée entre lame et lamelle.

L'identification des organismes a été réalisée selon plusieurs critères, notamment la taille, la forme, le nombre de noyaux, le contenu du cytoplasme, ceci à l'aide des planches de l'OMS [9], Viviane Guillaume [19] et Cheikhrouhou Fatma [5]. La taille des kystes a été mesurée à l'aide du micromètre oculaire. Le dénombrement a été effectué à l'aide de la formule proposée par Ajeegah *et al* [1]. Le nombre (x) de kystes contenus dans 11 d'échantillon a été obtenu par la formule : $x = \frac{y \cdot Vx}{Vy}$, avec Vx = le volume du culot dans 11 d'échantillon, Vy = le volume du culot utilisé pour observer, y le nombre de kystes observé dans Vy . Les résultats sont donnés en nombre de kystes /l.

Test de corrélation de rang « r » de Spearman

La distribution ne suivant pas une loi normale d'après le test de Kolmogorov et Smirnov, les corrélations de rang de Spearman ont permis d'évaluer le degré de liaison entre les paramètres physicochimiques d'une part, et physico-chimiques et biologiques d'autre part. Les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel SPSS 16.0 et les résultats appréciés au seuil de sécurité de 99 % ($P < 0,01$) et 95 % ($P < 0,05$).

Tests de comparaison des moyennes

La variation spatiale des paramètres physico-chimiques et biologiques mesurés a été testée à l'aide du test de Kruskal-Wallis associé au test de Mann-Whitney. Le test de Kruskal-Wallis a ainsi permis de déterminer si un paramètre varie de façon significative d'une station à une autre. Le test de Mann-Whitney appliqué aux paramètres qui varient d'une station à une autre a permis de déceler la source de variation. Les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel SPSS 20.0 et les résultats appréciés au seuil de sécurité de 95 % ($P < 0,05$).

III. RESULTATS

Les valeurs de la température obtenues pendant la période d'étude varient entre $23,33 \pm 2$ °C à la source S8 en GSP et $25 \pm 1,73$ °C à la source S10 en PSS (figure 2A). Les valeurs des matières en suspension (MES) obtenues varient de 1 ± 1 mg/l à la source S7 en PSS à $33,33 \pm 24,78$ mg/l observée à la source S4 en PSS (figure 2 B) avec une valeur moyenne de $7,11 \pm 1,43$ mg/l. Les valeurs de la turbidité ont varié de 0 ± 0 FTU à $40 \pm 30,19$ FTU respectivement aux stations S1 et S8 pendant la GSP (figure 2 C), avec une moyenne de $12,28 \pm 2,36$ FTU. Les valeurs de la couleur enregistrées pendant la période d'étude ont varié de $5,33 \pm 6,11$ Pt.Co à $113,33 \pm 23,50$ Pt-Co respectivement au niveau des sources S1 et S8 en PSS et GSP (figure 2D).

Les valeurs du pH enregistré pendant l'étude fluctuent entre $5,75 \pm 0,49$ à la source S2 pendant la GSP et $6,79 \pm 0,46$ U.C à la source S3 durant la PSS (figure 3A). La teneur en oxygène dissous varie de $0,33 \pm 0,21$ mg /L à la source S1 pendant la PSS à $0,78 \pm 0,23$ mg /l enregistrée à la source S3 pendant la GSP (figure 3B). Les valeurs de l'oxydabilité varient de $0,98 \pm 0,39$ mg/l d'O₂ en PSS à la source S5 à $4,92 \pm 5,16$ mg/l d'O₂ en GSP à la source S3 (figure 3C).

L'analyse biologique (figure 4) révèle la présence des kystes, oocystes des protozoaires entéropathogènes. Sur le plan spatial, les densités les plus élevées de kystes, oocystes des protozoaires entériques ont été obtenues à la source S1 (763 ± 4 3 parasites/l). Sur le plan temporel ces microorganismes ont été plus abondantes en PSS. Des quatre groupes d'organismes identifiés les coccidies ont été le plus représentés avec une abondance élevée d'oocystes de *Cryptosporidium* sp., tandis que celui des ciliés a été le moins représenté.

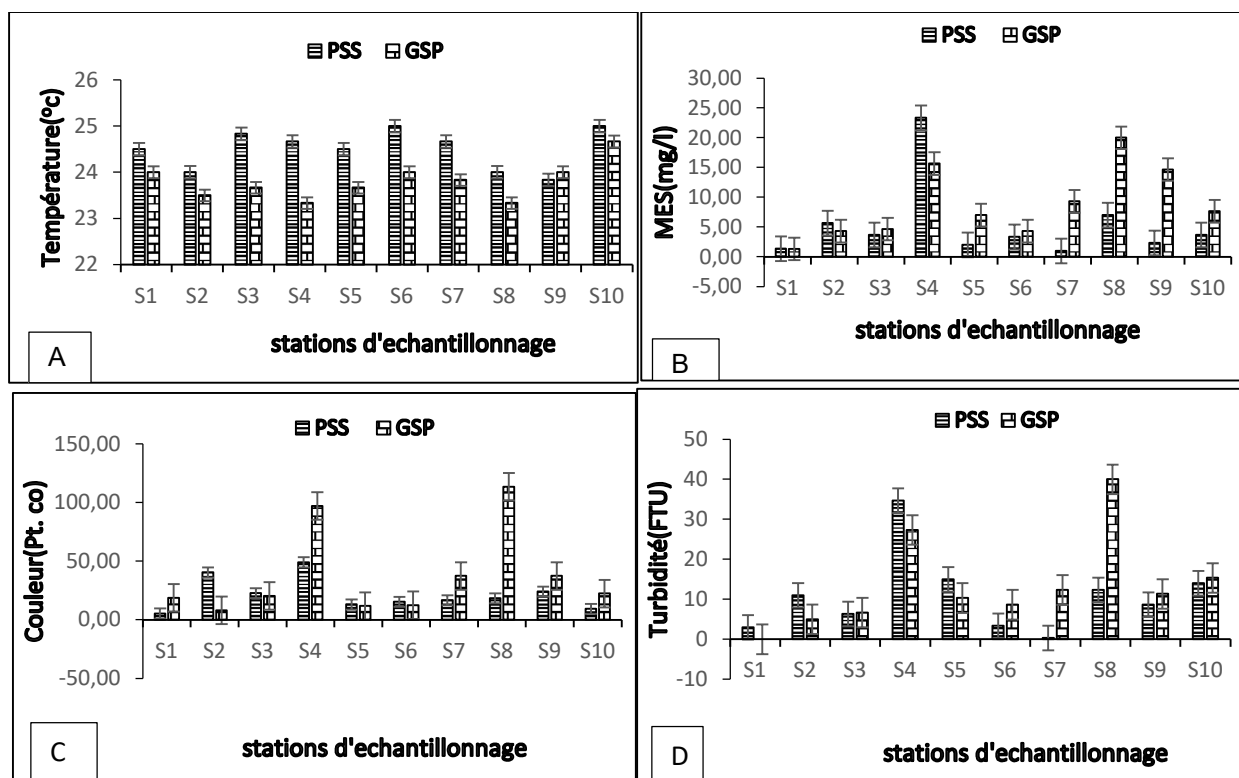


Figure 2: Variation spatiotemporelle des variables physiques dans les eaux de sources : Température (A) , Matières en Suspension (B), Couleur (C), Turbidité (D).

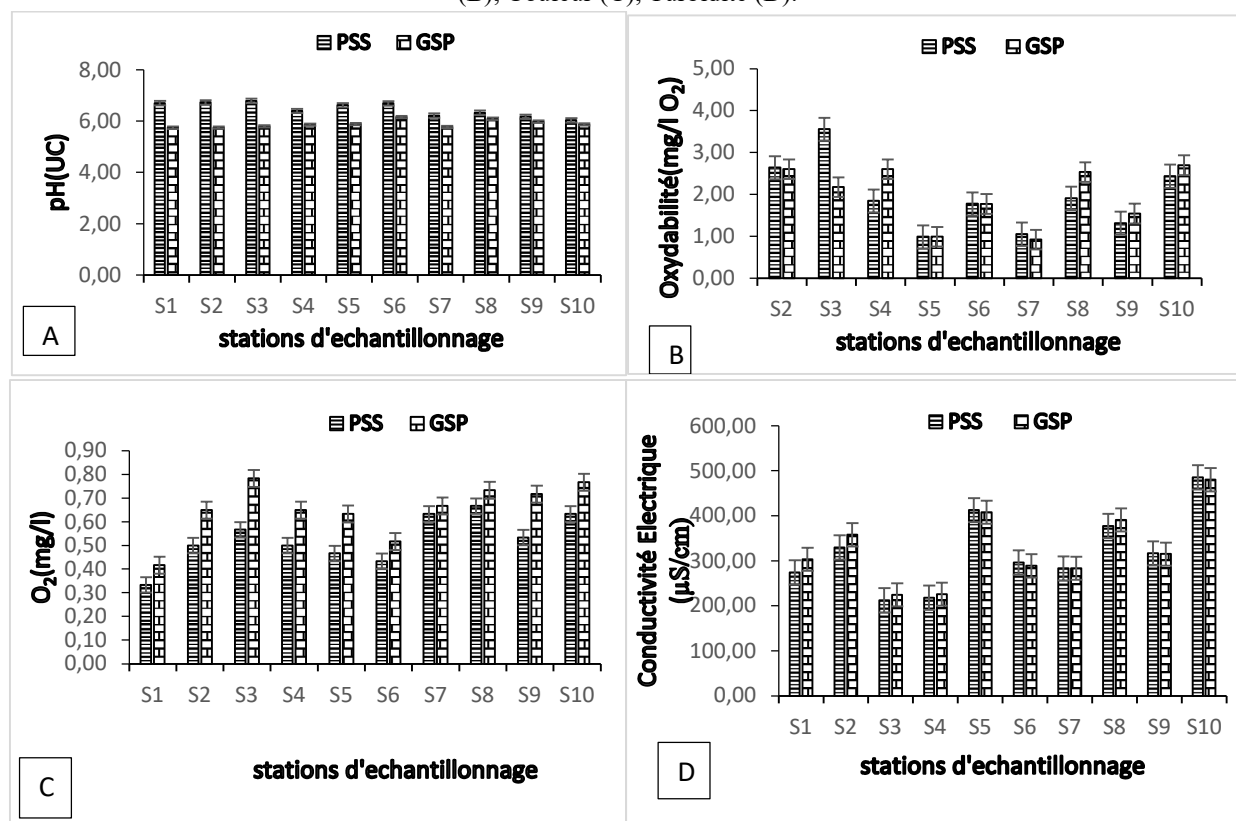


Figure 3 : Variations spatiotemporelles des variables chimiques mesurées dans les eaux de sources pendant la période d'étude : pH (A), oxygène dissous (B) Oxydabilité (C), conductivité électrique (D)

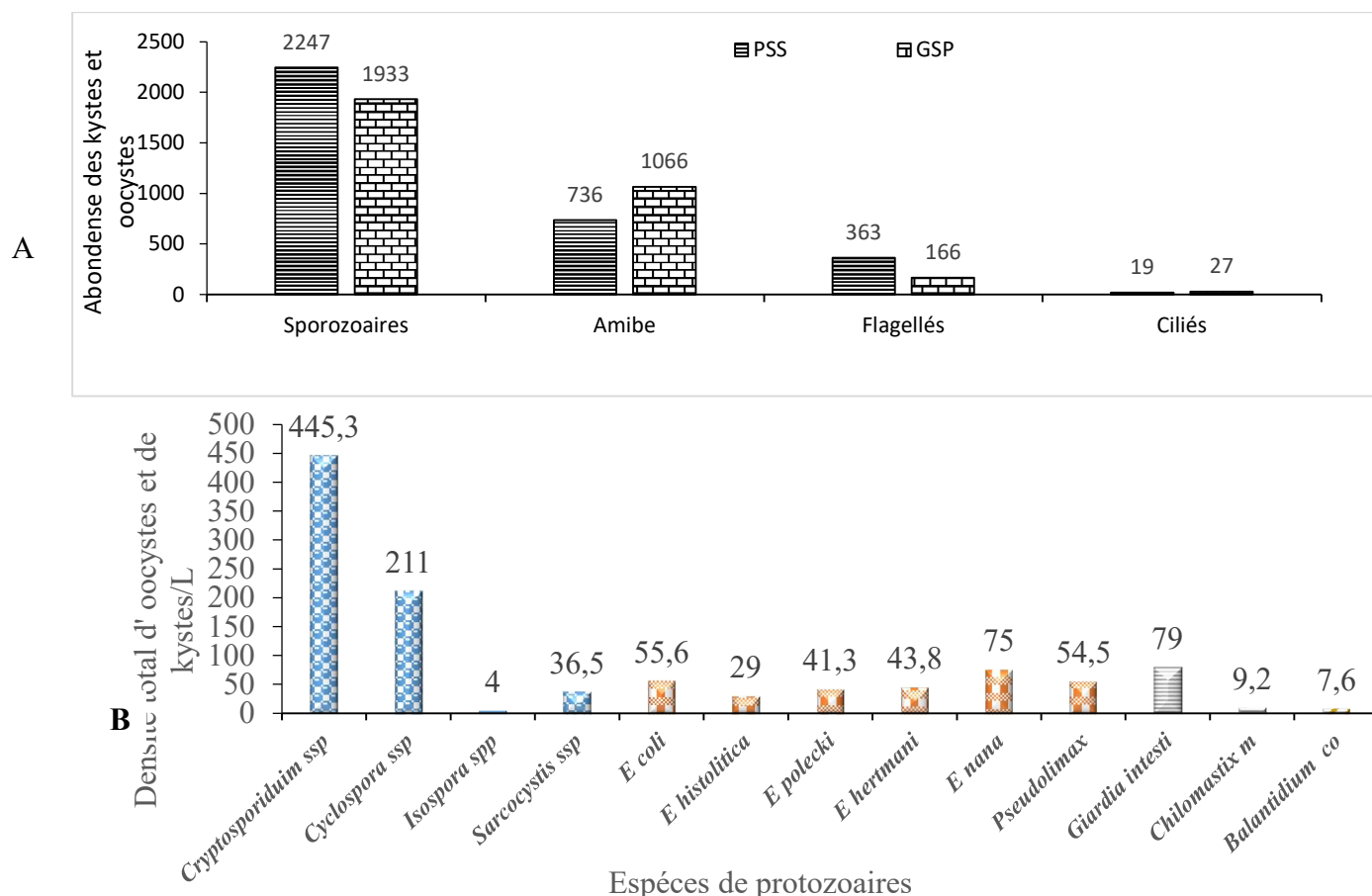


Figure 4 : Abondance relative des différents groupes (A) et densité moyenne des différentes espèces (B) de protozoaires entéropathogènes identifiés pendant la période d'étude.

IV. DISCUSSION

Les valeurs de la température obtenues pendant l'étude montrent que les eaux de sources ont une température qui se rapproche de celle de l'air 25°C ce qui serait dû à l'ouverture du système aquifère. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Tuékam Kayo [14] dans les eaux souterraines du bassin versant du Mfoundi.

Les teneurs en MES relativement élevées pendant la petite saison sèche (PSS) seraient dues aux apports latéraux qui drainent les déchets provenant des dépôts d'ordures et des latrines situées en amont de cette source. Ces valeurs élevées de MES augmentent celles de la turbidité et de la couleur à cette station. En effet, selon l'OMS [12], la couleur et la turbidité de l'eau sont liées à la présence de la matière organique associée à l'humus et aux particules en suspension dans l'eau. Ces MES sont corrélées significativement aux *Pseudolimax* et *Endolimax*. À ce propos Rodier *et al.* [13] soulignent que les argiles et les particules organiques ayant une large surface d'absorption constituent un support idéal

pour les ions, les molécules diverses et les agents biologiques tels que les protozoaires. Les valeurs élevées de la couleur et de la turbidité à la source S8 pendant la GSP seraient dues aux eaux de lessivage des sols qui transportent la matière organique dans le milieu puisque cette source est ouverte avec un débit presque nul. La valeur moyenne du pH obtenue ($6,18 \pm 0,08$ U.C) traduirait la nature acide des eaux étudiées. Ceci s'expliquerait par la nature acide des sols de la région : Nola *et al.* [8] soulignent que le pH d'une eau dépend de la nature des sols traversés. Cette valeur du pH est en dessous de celle préconisée pour les eaux de consommation qui est de 6,5 à 8,5 [12]. La teneur moyenne en oxygène dissous serait liée au fait qu'il est fixé directement à la sortie du sol. Les valeurs de l'oxydabilité sont situées juste au-dessus de la norme des eaux de boisson d'après la norme [11] (figure 3B). Les valeurs de la conductivité électrique enregistrées au cours de l'étude indiqueraient des eaux moyennement minéralisées selon la classification de Rodier *et al.* [13]. Ce qui pourrait s'expliquer par le fait que ces eaux ne reçoivent pas

directement les polluants mais des eaux de lessivage des sol (figure 3D)

La présence des différents protozoaires serait due une part aux infiltrations des eaux contaminées dans la nappe phréatique ou aux populations qui viennent aux sources avec des récipients contaminés. D'après l'OMS [15] cette présence traduit une contamination des eaux par la matière fécale.

La plus grande abondance de protozoaires à la source S1 pourrait s'expliquer par le fait que cette source reçoit les eaux usées issues de nombreuses habitations situées le long de cette station et elle est située juste à environ un mètre d'une fosse à fond perdu : à ce propos, Bouhoum [4] affirme que le nombre et la variété d'organismes pathogènes retrouvés dans les eaux usées sont liés au niveau d'infestation de la population humaine ou animale desservie. Les densités élevées en oocystes de *Cryptosporidium* spp. S'expliqueraient par leur proportion élevée dans les fèces, leur petite taille et leur capacité d'adhésion aux matières en suspension, leur permettant de mieux résister aux différents stress environnementaux. Ashbolt [2] souligne que les microorganismes généralement liés aux substrats présentent une forte résistance. La faible abondance—de kystes de

Balantidium coli pourrait s'expliquer par l'absence de porcheries à proximité des stations d'échantillonnage. En effet, Schuster et Visvesvara [15] mentionnent que le porc est le principal facteur de dissémination ces kystes. Les plus faibles densités observées en GSP seraient liées à l'augmentation de la vitesse d'écoulement. A ce propos M.mbouombouo et al[20] souligne que Les oocystes et les kystes des parasites sont généralement liés aux matières organiques en suspension dans l'eau. Ainsi, la diminution des densités pendant la saison des pluies de ces parasites s'expliquerait par l'augmentation des vitesses d'écoulement des eaux qui entraînent la dérive des particules et par ricochet, les oocystes.

Des corrélations ont été enregistrées entre les variables physicochimiques et les densités parasitaires. La température est corrélée avec le pH, l'oxygène, et la couleur. Les MES sont corrélées à la couleur et à la turbidité. Concernant la biologie, des corrélations significatives ont été relevées entre quelques paramètres physico-chimiques (oxydabilité, MES, couleur, turbidité entre autres) et les densités des formes de dissémination des protozoaires d'autre part. Ces corrélations sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 1 : Représentation des stations d'étude

Stations	Coordonnées GPS	Altitudes (m)	Source de pollution	Usage
S1	03°51'35.4''N, 011°32'34.5''E	717	eaux usée des ménages +toilettes (latrine)	cuisine, lessive et la baignade
S2	03°51'22.9''N, 11°32 19.6''E	750	eaux usée des ménages	cuisine, lessive ,boisson et baignade
S3	03°51'13.9''N, 011°32' 40.5''E	710	eaux usée des ménages	cuisine, lessive et baignade
S4	03°51'51.11''N, 011°32'41.3''E	708	eaux usée des ménages	cuisine, lessive et baignade
S5	03°51'10.6''N, 011°32'36.0''E	718	déchets des ménages	cuisine, lessive, boisson et baignade
S6	03°51'07.6''N, 011°32'30.9''E	716	Toilettes (latrine)	cuisine, lessive, boisson et baignade
S7	03°51'04.6''N, 011°32'25.6''E	719	Toilettes (latrine)	cuisine, lessive, boisson et baignade
S8	03°50'59.5''N, 011°32 26.2''E.	720	eaux usée des ménage + toilette (latrine)	cuisine, lessive et baignade
S9	03°50'59.1''N , 011°32 25.2''E	721	eaux usée des ménage	cuisine, lessive et baignade

S10	03°51'55.1''N, 011°32'09.5''E	719	toilettes (latrine)	cuisine, lessive, boisson et baignade
-----	----------------------------------	-----	---------------------	---------------------------------------

Tableau 2:Corrélations entre certains paramètres physicochimiques et la densité des kystes,oocystes

	Variables	Temp	O ₂	CO ₂	MES	Turbi
Kystes et Oocystes	<i>Cryptospora</i> spp.	0,27	-0,48*	-0,19	-0,11	0,03
	<i>Entamoeba histolytica</i>	0,47*	-0,26	-0,48*	0,38	0,29
	<i>Entamoeba polecki</i>	-0,18	0,45*	0,39	-0,09	-0,11
	<i>Entamoeba hartmani</i>	-0,18	0,42	0,34	-0,02	-0,06
	<i>Endolimax nana</i>	0,15	0,00	0,28	0,01	-0,07
	<i>pseudolimax Butschlii</i>	0,14	-0,15	-0,39	0,64**	0,54*
	<i>Balantidium coli</i>	-0,04	0,19	-0,09	0,73**	0,53*

Temp=température, Resis=résistivité, coul=couleur, Turbi=turbidité,

*= corrélation significative au seuil 5 %

**= corrélation significative au seuil 1 %

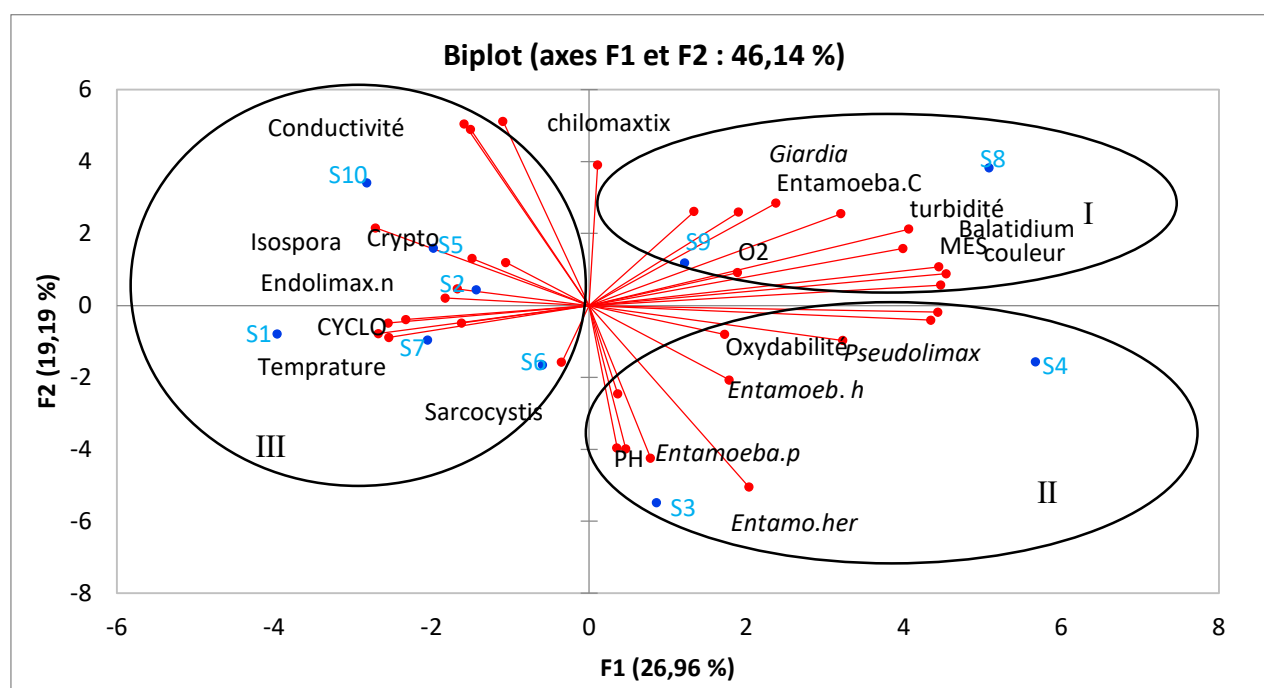


Figure 5 : Analyse en Composante Principales des variables physico-chimiques et biologique

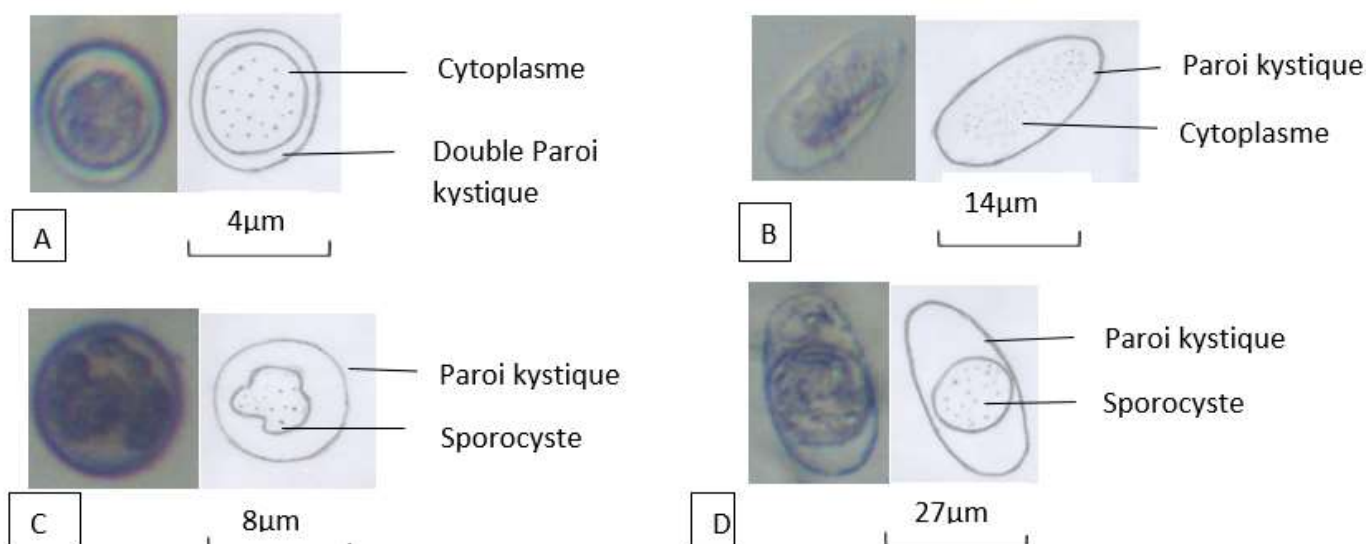


Figure 20 : Différentes formes de dissémination des coccidies observées pendant la période d'étude(photo et dessin) : *Cryptosporidium* spp. (A), *Sarcocystis* spp. (B), *Cyclospora* spp (C), *Isospora* spp (D)



Figure 7 : Vue partielle des sources échantillonnées pendant la période d'étude (Echelle : 1 /50cm)

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) montre que les deux premiers axes(x,y) cumulent 46,14 % de la variance totale. Cette analyse a présenté un regroupement de l'ensemble des paramètres mesurés en 3 noyaux. Dans le noyau I, les paramètres physico-chimiques tels que les MES, la couleur, la turbidité, l'oxygène dissous sont liés avec les formes parasitaires de *Balantidium coli*, *Entamoeba coli* et *Giardia intestinalis*. Ces paramètres caractérisent les sources S8 et S9 qui se distinguent de toutes les autres sources par leur degré de pollution biologique. Le noyau II montre des liaisons entre les paramètres physico-chimiques tels que le pH, l'oxydabilité et les formes de résistance de *Entamoeba hartmani*, *Entamoeba histolytica*, *Entamoeba polecki*, *Iodamoeba butschlii*. Ces paramètres caractérisent les sources S4 et S3 qui sont très proches des maisons d'habitation. Le noyau III montre des affinités entre les paramètres physico-chimiques tels que la température et la conductivité électrique et les formes de résistance des protozoaires intestinaux tels que *Sarcocystis* spp., *Cyclospora* spp, *Cryptosporidium* ssp, *Isospora* spp. et *Endolimax nana* et caractérisent les stations S1, S5, S10, S1 et S6 qui sont rhéocrènes, favorables au déplacement des kystes et oocystes (figure 5).

V. CONCLUSION

Au terme de ce travail, il ressort que les eaux de sources étudiées sont légèrement acides, moyennement minéralisées et riches en matières en suspension. Nous avons pu identifier et dénombrer les kystes et oocystes des protozoaires entéropathogènes tels que : *Entamoeba histolytica*, *Entamoeba coli*, *Entamoeba hartmani*, *Entamoeba polecki*, *Endolimax nana*, *Iodamoeba butschlii*, *Giardia intestinalis*, *Chilomastix mesnili*, *Isospora* spp, *Sarcocystis* spp., *Cryptosporidium* spp., *Cyclospora* spp et *Balantidium coli* dans les eaux de sources étudiées, indiquant une contamination fécale de ces eaux. La présence de ces microorganismes protozoaires dans ces eaux met en exergue les risques sanitaires auxquels s'exposent les populations lors de leur utilisation. Les plus grandes densités des protozoaires intestinaux ont été enregistrées au niveau des sources non aménagées, ce qui montre que l'entretien des sources influencerait la dissimulation de ces microorganismes. Afin de limiter les risques sanitaires liés à l'utilisation de ces eaux et éviter une transmission prépondérante de ces groupes d'organismes, nous pouvons recommander aux populations de traiter leurs eaux de source par les méthodes simples avant consommation et de respecter des règles d'hygiène (entretiens corporel et environnemental).

VI. REMERCIEMENTS ET AUTRES MENTIONS

Les auteurs tiennent à remercier le laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement de l'Université de Yaoundé 1

RÉFÉRENCES

- [1] Ajeagah G., Njine T., Bilong Bilong C & al .2010- Seasonal distribution of Enteric Opportunistic *Cryptosporidium* Spp. Oocysts and *Giardia* Spp.Cysts in a tropical water basin, *Cameroon. Water* ;2: 44-57.
- [2] Ashbolt N. 2004-Microbial contamination of drinking water and diseases outcomes in developing regions. *Toxicology*; 198: 229-38.
- [3] Bertrand I., Gantzer C., Chesnot T., Schwartzbrod J.2004- Improved specificity for *Giardia lamblia* cystsin quantification wastewater by development of areal-tim PCR. *Microbiology and Methods Journal*;57: 41-53.
- [4] Bouhoum K., Mahmid O., Habba K., Schwartzbrod.1997- Devenir des œufs d'helminthes et des kystes de protozoaires dans un canal à ciel ouvert alimenté par les eaux usées de Marrakech. *Revue des Sciences de l'Eau* ; 2 : 217- 232.
- [5] Cheikhrouhou F. 2010-Les amibes, laboratoire de parasitologie-mycologie faculté de médecine-Sfax,100p
- [6] Djeuda T., Tanawa E., Ngnikam E. L'eau au Cameroun 2001 : Tome I. L'approvisionnement en eau potable, PUY, Yaoundé, 35pp
- [7] INS (Institut National de la Statistique).2013- Étude pilote sur la pollution des eaux de surface et souterraines à Yaoundé et son impact sur la santé des populations riveraines. Rapport technique publié à Yaoundé, Hanovre, Bonn, 335 pp.
- [8] M. Mbouombouo · G. Ajeagah · J. Ndjama · I. Tchakala · B. Gnon · D. Enah · G. Yogback .2019-Dynamique d'abondance des charges oocystiques dans le bassin versant du Mezam à Bamenda (région du Nord-Ouest, Cameroun). *Société de pathologie exotique* 112:61-70.
- [9] Nola M., Njine T. & Boutin C. 1998-Variabilité de la qualité des eaux souterraines dans quelques stations de Yaoundé (Cameroun). *Mémoires Biospéologie* ; 25 : 183-191.
- [10]OMS.1994- Planches pour le diagnostic des parasites intestinaux. Genève, 29 pp
- [11]OMS.2011- Guidelines for drinking-water quality. 4th edition, Geneva, 564pp

- [12]OMS.2004-Directives de qualité pour l'eau de boisson, critères d'hygiène et documentation à l'appui 2^{ème}édition, 1050 pp
- [13]OMS.2012-Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. Utilisation des eaux usées et des excréta en aquaculture, Genève, 63 pp.
- [14]Rodier J, Legube B, Merletet N & al. 2009-L'analyse de l'eau (Editions). Dunod, Paris,9^eédition entièrement mise à jour ; 1 -1579
- [15]Santé Canada.2017- Protozoaires entériques dans l'eau potable : *Giardia* et *Cryptosporidium* Document de consultation publique, 4pp
- [16]Schuster F & Visvesvara G. 2004-Amebae and ciliated protozoa as causal agents of water borne zoonotic disease. *Veterinary Parasitology Journal* ; 126 : 91-120.
- [17]Study international. 2015 -Étude d'assainissement des eaux usée de la ville de Yaoundé, Mission 1 : Tome 1. Etude commanditée par la communauté Urbaine de Yaoundé,435 pp.
- [18]Suchel B.1973- La répartition des pluies et des régions pluviométriques au Cameroun. Travaux et Documents de Géographie Tropicale, 5 : 20 – 28.
- [19]Tuekam K. 2013-Essai de biotypologie faunistique des eaux souterraines de quelques localités des régions du Centre et Littoral du Cameroun : influence de quelques facteurs abiotiques. Thèse présenter en vue d'obtention du Doctorat/ Ph. D en biologie des organismes animaux, Université de Yaoundé I, 165p ;2013
- [20]Viviane G .2007- Parasitologie,auto-évaluation manipulation édition Boeck Université Bruxelles