

## Bioévaluation des formes de résistance des helminthes intestinaux dans les puits et les sources dans une zone rurale de la région du Centre, Mbalmayo, Cameroun

Thérèse Nadège OKOA AMOUGOU\*, Gideon AJEAGAH AGHAINDUM, Quiggle ASI ATUD, Arnold Landry FOTSEU KOUAM, Yvonne Laure TCHOUAPI et François Désiré OWONA EDOUARD

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

\* Correspondance, courriel : [nadegeamougou21@yahoo.com](mailto:nadegeamougou21@yahoo.com)

### Résumé

Dans le but d'évaluer la qualité des eaux fréquemment consommées par les populations, une étude descriptive et analytique a été menée d'août 2018 à mars 2019 dans quatre sources et quatre puits de la ville Mbalmayo. La technique de concentration Formol-éther et la technique Kato-katz ont été utilisées pour l'identification des parasites. Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que les eaux sont légèrement acides, très turbides, très colorées et moyennement minéralisées avec des valeurs maximales respectives (6,78 U.C), (23 FTU), (117 Pt-Co), (812,50  $\mu$ S/cm). Les résultats des analyses biologiques quant à eux révèlent la présence des œufs et des larves d'helminthes intestinaux dans ces eaux, avec des densités maximales de 15 œufs/L pour *Ascaris lumbricoides*, 10 Larves/L pour *Strongyloides* sp., 10 œufs/L pour *Ankylostoma* sp., 10 œufs/L pour *Taenia* sp., 10 œufs/L pour *Enterobius vermicularis*, 9 œufs/L pour *Trichostrongylus* sp., 9 œufs/L pour *Fasciola hepatica* et 8 œufs/L pour *Schistosoma* sp. Dans l'ensemble, les densités des œufs et des larves ont été plus élevées pendant la grande saison de pluies. La dynamique d'abondance de ces helminthes intestinaux et de certaines variables physico-chimiques a été largement au-dessus des normes préconisées par l'Organisation Mondiale de la Santé. La qualité de ces eaux est donc détériorée; de ce fait, elle doit être traitée avant toute consommation.

**Mots-clés :** Bioévaluation, puits, source, helminthes intestinaux, forme de résistance.

### Abstract

**Bioassessment of resistance forms of intestinal helminths in wells and springs in a rural area of the Center region, Mbalmayo, Cameroon**

In order to assess the quality of water frequently consumed by the population, a descriptive and analytical study was conducted from August 2018 to March 2019 in four springs and four wells in the town of Mbalmayo. The formalin-ether concentration technique and the Kato-katz technique were used for the identification of parasites. The results from physico-chemical analysis show that the water from the wells and springs are slightly acid moderately mineralized with high values of turbidity and color with respective maximum values (6.78 U.C), (23 FTU), (117 Pt-Co), (812.50  $\mu$ S/cm). The results from biological analysis reveal the presence of eggs and larvae of intestinal helminths in these waters, with maximum densities of 15 eggs/L for

*Ascaris lumbricoides*, 10 Larvae/L for *Strongyloides* sp., 10 eggs/L for *Ankylostoma* sp, 10 eggs/L for *Taenia* sp., 10 eggs/L for *Enterobius vermicularis*, 9 eggs/L for *Trichostrongylus* sp., 9 eggs/L for *Fasciola hepatica* and 8 eggs/L for *Schistosoma* sp. Overall, eggs and larvae densities were higher during the long rainy season. The abundance of dynamics of these intestinal helminths and some physico-chemical variables were above the standards values recommended by the World Health Organization. The quality of this water is therefore deteriorating and must be treated before consumption.

**Keywords :** *Bioassessment, well, spring, intestinal helminths, form of resistance.*

## 1. Introduction

L'eau est indispensable à la vie et tous les hommes doivent disposer d'un approvisionnement satisfaisant en eau (suffisant, sûr et accessible). Cependant, l'approvisionnement en eau potable en quantité suffisante demeure un problème majeur. Pour faire face au dysfonctionnement du réseau de distribution de l'eau et réduire la pénurie en eau potable, la majorité (70 à 80 %) des populations, en l'occurrence celles des zones périurbaines de la région du Centre a recours aux eaux souterraines jugées sur l'unique aspect physique (eaux claire), généralement accessibles au niveau des puits et des sources [1, 2]. Malheureusement, la qualité de ces milieux est souvent douteuse et à l'origine de nombreux problèmes de santé [3 - 5]. En effet, l'expansion rapide des habitations rend difficile la gestion des services urbains de base (gestion des ordures ménagères, implantation des latrines, gestion des eaux usées), ce qui constitue une source potentielle de contamination des eaux souterraines. En outre, les eaux souterraines peuvent abriter de nombreux agents pathogènes (bactéries, protozoaires, helminthes, etc.) responsables de plusieurs maladies parmi lesquelles les helminthiases. Les géohelminthiases sévissent dans toutes les régions tropicales et surtout en Afrique subsaharienne, avec un taux de 85 % de personnes infectées et un fort pourcentage d'enfants même élevés dans de bonnes conditions d'hygiène, sont porteurs d'helminthes comme *Schistosoma mansoni*, *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides*, *Taenia saginata* [6, 7]. Ces parasitoses mettent à mal le parcours scolaire des enfants du fait qu'elles entraînent une insuffisance pondérale, des retards de croissance, d'importants coûts pour les soins, un manque d'attention en classe, l'absentéisme à l'école [8]. Outre ces effets néfastes, d'autres études ont montré que les enfants atteints de ces parasitoses intestinales sont plus affectés par différentes autres maladies infectieuses comparées à d'autres non infestés [9]. Ainsi ces pathologies constituent des causes de morbidité dans les pays tropicaux surtout parmi les enfants affectés par le Virus de l'Immunodéficience Humaine [10]. Les travaux antérieurs montrent la présence des protozoaires flagellés entériques dans les eaux souterraines à Yaoundé [11]. Cependant, il existe peu données disponibles sur la présence des œufs et des larves d'helminthes dans les eaux de puits et de sources en zone périurbaines de Yaoundé. La présente étude vise à faire une bioévaluation des formes de résistance des helminthes intestinaux dans les puits et les sources dans la ville de Mbamayo. Il s'agit plus spécifiquement, de mesurer les paramètres physico-chimiques de ces eaux, d'identifier les œufs et les larves d'helminthes dans ces eaux et de comparer les valeurs obtenues aux normes préconisées par l'Organisation Mondiale de la Santé.

## 2. Méthodologie

### 2-1. Présentation de la zone d'étude

Mbamayo est une commune du Cameroun située dans la région du Centre et le département du Nyong-et-Sou'o dont elle est le chef-lieu. Elle se trouve sur les bords du fleuve Nyong, à environ 50 km au sud de la capitale Yaoundé à 3°31 de latitude Nord et à 11°30 de longitude Est. Elle est située entre 650 et 800 m d'altitude et est caractérisée par un climat guinéen à 4 saisons comprenant : une grande saison sèche (GSS) qui s'étend de mi-novembre à mi-mars, une petite saison de pluies (PSP) qui va de mi-mars à fin mai, une

petite saison sèche (PSS) de juin à août, une grande saison de pluies (GSP) qui va de septembre à mi-novembre avec une pluviosité moyenne annuelle de 1600 mm. La température moyenne annuelle est de l'ordre de 23°C et le degré hygrométrique moyen est de 78 % [12]. La ville de Mbalmayo tout comme les villes des pays en développement et plus particulièrement celles d'Afrique subsaharienne, connaît une forte croissance démographique. Les causes de cette croissance rapide s'expliquent par l'urbanisation effrénée, le faible coût de terrain à bâtir et l'occupation anarchique des sols. L'insalubrité et la dégradation des conditions socio-économiques sont les principaux maux qui rongent la ville de Mbalmayo.

## 2-2. Cadre de l'étude et description des stations d'échantillonnage

L'étude s'est déroulée en deux phases. La première phase (Mai à Juin 2018) a consisté à une prospection de la zone d'étude suivant les critères tels que le niveau piézométrique, la proximité aux sources de pollution, l'accord des propriétaires, le niveau d'urbanisation et la fréquence d'utilisation de l'ouvrage. 8 stations d'échantillonnage (4 puits et 4 sources) ont été choisies dans les quartiers de Ngallan, Mbockulu, Oyack et Obeck. Il s'agit des stations MS1 (Mbalmayo source 1), MS2 (Mbalmayo source 2), MS3 (Mbalmayo source 3), MS4 (Mbalmayo source 4), MP1 (Mbalmayo puits 1), MP2 (Mbalmayo puits 2), MP3 (Mbalmayo puits 3) et MP4 (Mbalmayo puits 4) (*Figure 1*). La deuxième phase (Septembre 2018 à Mars 2019) quant à elle a consisté aux campagnes d'échantillonnage avec une fréquence mensuelle de prélèvement.

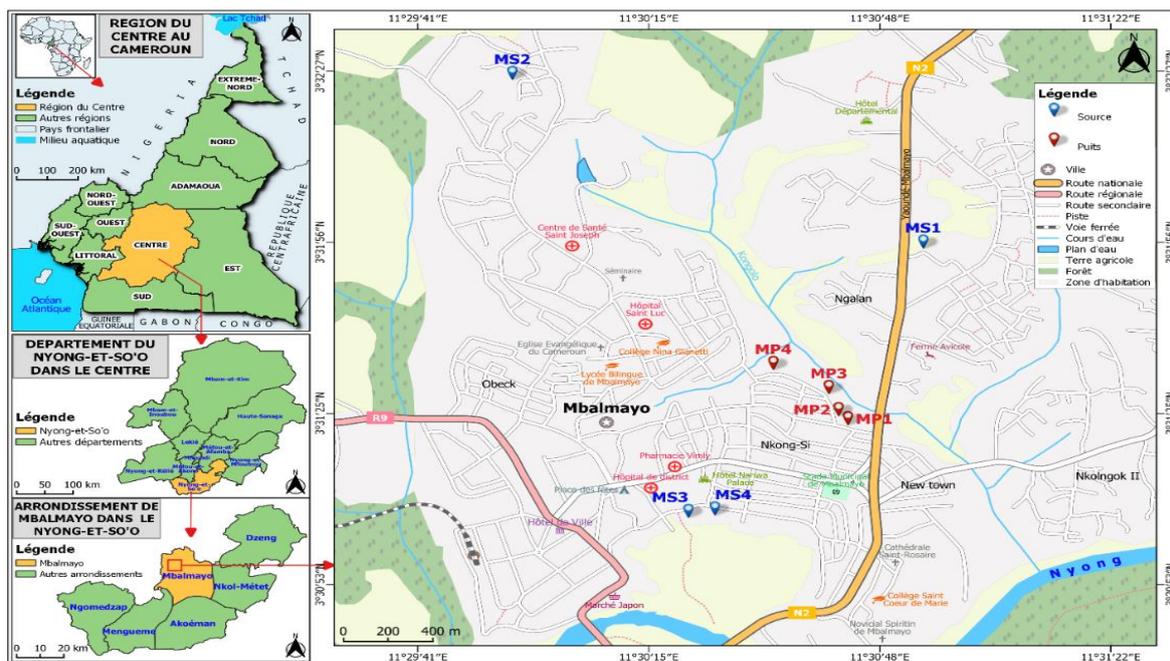


Figure 1 : Carte de la ville Mbalmayo présentant les stations d'échantillonnage

Les eaux des sources et des puits étudiés sont pour la plupart utilisées pour la boisson, la baignade, l'hygiène dentaire, la cuisson des repas, la lessive, l'arrosage des cultures et pour les activités domestiques (*Tableau 1*). Cependant, la majorité de ces points d'eau ne reçoit aucun traitement.

**Tableau 1 : Coordonnées Géographiques et caractérisation des points d'eau**

Points d'échantillonnage	Coordonnées géographiques	Altitudes (m)	Types de pollution aux alentours du point d'eau	Taux de fréquentation du point d'eau par jour	Niveau de protection
MP1	03°52'27.7"N 011°51'21.1"E	646	Effluents domestiques	40 à 60 personnes	Non protégé
MS1	03°53'18.4"N 011°51'51.6"E	644	Insalubrité	80 à 100 personnes	Non aménagée
MP2	03°52'30.0"N 011°51'19.8"E	660	Insalubrité	25 à 40 personnes	Aménagé (couvrecl + margelle)
MS2	03°54'04.8"N 011°49'86.0"E	650	Effluents domestiques	70 à 80 personnes	Non aménagée
MP3	03°52'32.4"N 011°51'18.0"E	647	Effluents des latrines + déjections animales	40 à 60 personnes	Sommairement aménagé
MS3	03°51'81.9"N 11°50'57.3"E	645	Effluents domestiques	25 à 50 personnes	Non aménagée
MP4	03°52'44.9"N 011°51'13.6"E	648	Insalubrité	60 à 80 personnes	Non aménagé
MS4	03°51'83.1"N 01°50'67.9"E	649	Effluents domestiques	70 à 85 personnes	Non aménagée

### 2-3. Analyses morphométriques et hydrologiques

La hauteur de la colonne d'eau, la profondeur et le diamètre du puits ont été mesurés à l'aide d'une corde lestée et graduée. Les coordonnées géographiques et l'altitude des différentes stations ont été obtenues à l'aide d'un GPS Harmin model Etrex 30. Le débit d'écoulement d'eau des sources a été déterminé par la formule, avec  $Q$  = débit  $m^3/s$ ,  $V$  = vitesse d'écoulement en  $m/s$ ,  $S$  = section d'eau en  $m^2$ .

### 2-4. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques se sont déroulées à la fois sur le terrain et au laboratoire suivant la méthode de [13, 14]. Pour les paramètres mesurés au laboratoire, les échantillons d'eau ont été prélevés à l'aide des flacons en polyéthylène à double bouchage de 250 et 1000 mL, et ramenés au laboratoire en enceinte réfrigérée. La température, teneur en oxygène dissous, la conductivité électrique, les TDS et le pH ont été mesurés sur le terrain à l'aide d'un multiparamètre de marque HANNA HI 9829. Les MES, la turbidité et la couleur de l'eau ont été mesurés au laboratoire à l'aide d'un spectrophotomètre HACH DR/3900. Les mesures des teneurs de l'eau en nitrates et en orthophosphates ont été faites par colorimétrie au spectrophotomètre HACH DR/3900 alors que les mesures de la teneur de l'eau en  $CO_2$  dissous, l'alcalinité, l'oxydabilité a été réalisée par volumétrie.

### 2-5. Analyses biologiques

Les échantillonnages d'eau pour l'identification des œufs et larves d'helminthes intestinaux ont été effectués dans les sources et les puits à des endroits caractérisés par une accumulation de la matière organique ou la présence de l'herbier. Les échantillons d'eau ainsi collectés ont été immédiatement introduits dans des flacons stériles en polyéthylène de 1000 mL puis transportés au laboratoire dans une glacière. Au laboratoire, les échantillons ont été placés pour décantation pendant 24 heures. Le surnageant a été versé et le culot restant

a été mesuré. La concentration des éléments parasitaires a ensuite été effectuée à l'aide des techniques Kato-Katz et formol-éther, suivie de leur observation au microscope inversé de marque Olympus CK2, à un grossissement de 40X.

### **2-5-1. Technique de Kato-Katz**

Un fragment de culot issu d'une centrifugation à 500 tours/min pendant 5 minutes a été prélevé et déposé au centre d'une lame. Cette dernière a été recouverte par un rectangle de papier cellophane imbibé de glycérol et à l'aide d'un tube à essai, le culot a été étalé entre la lame et la cellophane en un frottis. La préparation ainsi obtenue a été directement observée au microscope optique pour l'identification des œufs d'Ankylostomes et au moins 30 minutes plus tard pour celle des autres entéropathogènes.

### **2-5-2. Technique de concentration formol-éther**

Après homogénéisation du culot, 5 mL ont été prélevés à l'aide d'une seringue graduée et introduits dans un tube à essai de 10 mL. A cela, 2 mL de formol et 3 mL d'éther ont été successivement ajoutés. Le mélange obtenu a été porté à centrifugation à 500 tours/min pendant 5 minutes à l'aide d'une centrifugeuse de marque MEDIFRIGER (le contenu du tube se sépare en 4 couches: une couche supérieure d'éther, un bouchon de débris gras, une couche de formol et le culot). A l'aide d'une baguette, le bouchon de débris gras a été décollé et les trois couches supérieures ont été jetées en une fois. Puis, 2 ou 3 gouttes de solution colorante ont été ajoutées (lugol ou violet de crésyl) et une goutte de suspension a été transférée sur une lame pour examen sous une lamelle.

### **2-5-3. Identification et Dénombrement des œufs et larves d'helminthes**

L'identification de ces œufs et larves a été réalisée à l'aide des planches de [15]. Ainsi, le dénombrement a été effectué à l'aide de la **Formule** proposée par [16]. Le nombre ( $x$ ) d'œufs et larves contenus dans 1 L d'échantillon est obtenu par :

$$x = \frac{y \cdot V_x}{V_y} \quad (1)$$

$V_x$  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 observés dans  $V_y$ .

## **3. Résultats**

### **3-1. Résultats des analyses morphométriques et hydrologiques**

Les résultats des différentes analyses morphométriques et hydrologiques réalisées sur les eaux de puits et des sources étudiés sont consignés dans le **Tableau 2**. Cette étude joue un rôle important dans la détermination de la qualité de l'eau. Seul le puits MP2 présente un couvercle dans l'ensemble des puits étudiés. Les diamètres varient de 0,6 m (MP3) à 1,26 m (MP2). Les épaisseurs moyennes des couches d'eau vont de  $0,50 \pm 0,00$  m (MP4) en grande saison sèche (GSS) à  $1,85 \pm 0,49$  m (MP2) en grande saison de pluies (GSP). Les débits moyens d'écoulement d'eau varient de  $0,0003 \pm 0,00004$  m<sup>3</sup>/s en GSS (MS3) à  $0,060 \pm 0,0566$  m<sup>3</sup>/s en PSP (MS1). Dans l'ensemble, le débit d'écoulement des sources et l'épaisseur de la colonne d'eau des puits ont été plus élevés en grande saison de pluies comparativement à la grande saison sèche. En effet, en saison de pluies, les eaux de pluies s'infiltrent et augmentent le niveau de la nappe. Dans ce même ordre d'idée, [17] ont montré qu'en saison de pluie, la nappe emmagasine d'importante quantité d'eau par le processus d'infiltration.

**Tableau 2 : Caractéristiques morphométriques et hydrologiques des puits et sources échantillonnés**

Paramètres	Couvercle	Diamètre puits (m)	Profondeur puits (m)	Épaisseur couche d'eau (m)		Débit d'écoulement (m <sup>3</sup> /s).10 <sup>-4</sup>		
				GSP	GSS	Sources		GSP
Puits						Sources		
MP1	Absent	1	1,3	0,73 ± 0,04	0,55 ± 0,07	MS1	0,060 ± 0,0566	0,0515 ± 0,04738
MP2	Présent	1,26	2,26	1,85 ± 0,49	0,80 ± 0,02	MS2	0,003 ± 0,0006	0,0003 ± 0,00004
MP3	Absent	0,6	1,4	1,05 ± 0,35	0,65 ± 0,07	MS3	0,002 ± 0,0006	0,0013 ± 0,00035
MP4	Absent	0,7	3	1,05 ± 0,64	0,50 ± 0,00	MS4	/	/

### 3-2. Résultats des analyses physico-chimiques : comparaison entre les eaux de puits et des étudiés et les normes de l'OMS

La comparaison des mesures des paramètres physico-chimiques (*Tableau 3*) avec les directives de l'OMS usuelles permet d'effectuer certains constats. 50 % des paramètres physico-chimiques des eaux étudiées présentent des teneurs supérieures aux normes admissibles.

**Tableau 3 : Analyse comparée des mesures des paramètres physico-chimiques avec les directives de l'OMS**

Paramètres physico-chimiques	Paramètres statistiques								Normes de l'OMS
	Minimum		Moyenne		Maximum		Ecart-type		
	GSP	GSS	GSP	GSS	GSP	GSS	GSP	GSS	
Temp (°C)	24,25	24,5	24,69	24,69	25,25	25,25	0,97	0,35	25 °C
pH (U.C)	5,23	5,38	6,02	6,11	6,63	6,78	0,30	0,44	6,5 - 8,5 UC
Cond (µS/cm)	76,00	49	325,31	333,75	728,50	812,50	43,22	111,55	1000 µS/cm
TDS (mg/L)	38,00	24,50	162,75	187,13	364,00	405,00	21,74	27,22	1000 mg/L
MES (mg/L)	7	2	10	4	15	7	5	2	0 mg/L
Coul (Pt-Co)	53	2	79	18	117	37	27	12	15 Pt-Co
Turb (NFU)	4,50	2,50	11,44	10,63	19,50	23	5,04	6,19	5 FTU
Nit (mg/L)	0	1,8	1,97	3,56	4,25	9,5	0,84	1,68	50 mg/L de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Phos (mg/L)	0,12	0,14	0,51	0,60	0,7	2,19	0,62	0,44	5 mg/L de PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
O <sub>2</sub> dissous (mg/L)	60,75	48,20	62,10	56,32	63,85	62,00	6,61	32,32	25 mg/L d'O <sub>2</sub>

*Légende : Temp = Température, pH = Potentiel d'Hydrogène, Cond = Conductivité électrique; TDS = Solides Totaux Dissous; MES = Matières en Suspension, Coul = couleur, Turb = Turbidité, Nit = Nitrates, Phos = Phosphates, O<sub>2</sub> = Oxygène dissous, GSP = grande saison de pluies, GSS = grande saison sèche.*

### 3-3. Résultats des analyses biologiques : comparaison entre les eaux de puits et des sources étudiés et les normes de l'OMS

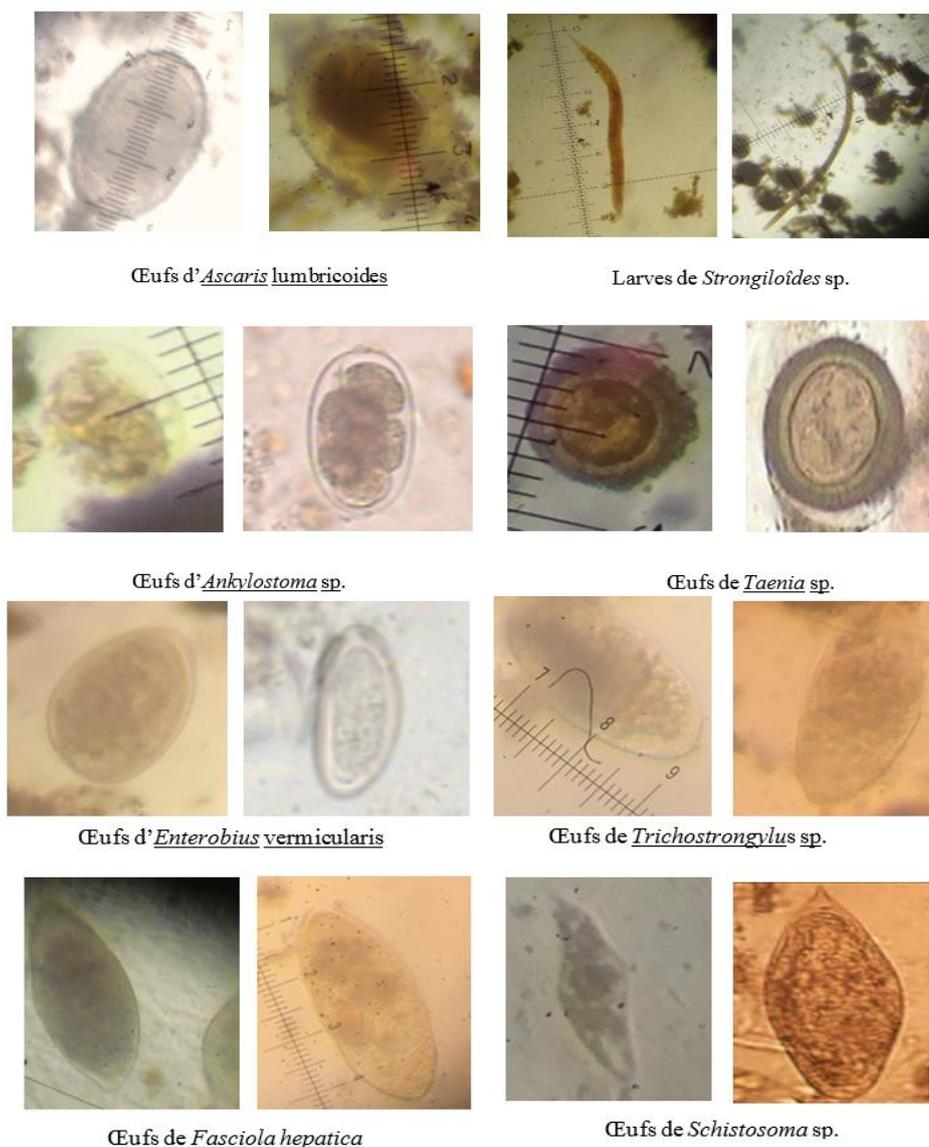
Les résultats des analyses biologiques réalisées sur les eaux de quelques puits et sources sont présentés dans le *Tableau 4*. On note la présence importante des œufs et des larves d'helminthes intestinaux signalant une forte charge parasitaire laquelle indique que ces eaux sont impropres à la consommation et aux besoins domestiques.

**Tableau 4 : Analyse comparée des mesures des paramètres biologiques avec les directives de l'OMS**

Paramètres biologiques	Paramètres statistiques								Normes de l'OMS
	Minimum		Moyenne		Maximum		Ecart-type		
	GSP	GSS	GSP	GSS	GSP	GSS	GSP	GSS	
<i>Ascaris lumbricoides</i> .	8	7	10	8	15	9	1,05	0,50	1 œuf/L
<i>Strongyloides</i> sp.	0	0	6	5	10	9	1,31	0,73	1 larve/L
<i>Ankylostoma</i> sp.	0	0	7	6	10	8	0,91	0,88	1 œuf/L
<i>Taenia</i> sp.	0	0	5	4	10	9	1,53	0,70	1 œuf/L
<i>Enterobius vermicularis</i>	0	0	6	5	10	7	0,92	0,84	1 œuf/L
<i>Trichostrongylus</i> sp.	0	0	5	4	9	7	0,75	0,70	1 œuf/L
<i>Fasciola</i> sp.	0	0	6	5	9	7	1,07	0,75	1 œuf/L
<i>Schistosoma</i> sp.	0	0	6	5	8	7	1,10	0,82	1 œuf/L

Légende : GSP = grande saison de pluies, GSS = grande saison sèche.

**3-4. Photographies de quelques formes de résistances (œufs/larves) des helminthes intestinaux retrouvées dans les eaux des puits et des sources étudiées à Mbalmayo**



**Figure 2 : Œufs et larves d'helminthes identifiés dans les eaux des puits et des sources échantillonnées**

## 4. Discussion

### 4-1. Paramètres physico-chimiques des eaux étudiées

La température des eaux étudiées a peu varié en fonction des saisons, avec un maximum de 25,25 °C pendant les deux saisons. Cette valeur est légèrement supérieure à 25 °C qui est la limite acceptable recommandée par l'OMS. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les sources et les puits étant ouverts, les rayons du soleil atteignent la nappe d'eau. En effet, les eaux souterraines ayant les températures proches de celles de l'air, indiquent l'ouverture du système aquifère [18]. Des résultats similaires [19] ont été obtenus dans les eaux souterraines de Mbalmayo. Les eaux des puits et des sources étudiées sont acides avec un maximum de 6,78 UC pendant la saison sèche et un minimum de 5,23 UC pendant la saison des pluies. Cette valeur minimale de pH est en dessous de la valeur normale qui est de 6,5 à 8,5 [20]. Des résultats identiques [21, 22], ont été obtenus avec un pH compris entre 4 et 6 dans les eaux souterraines des villes de Yaoundé. Le caractère acide pourrait s'expliquer par la nature siliceuse du socle. Les eaux étudiées ont enregistré des valeurs élevées MES, de la couleur et de la turbidité avec des valeurs maximales respectives de (15 mg/L), (117 Pt-Co) et (19,50 mg/L) pendant la saison des pluies. Ces fortes valeurs pourraient être dues à leur mauvais état de protection. En effet, la protection des puits et des sources, par l'aménagement de margelles hautes d'au moins 0,5 m d'après [23] préviendrait les risques de pollution des eaux [17, 20]. Les teneurs en oxygène dissous enregistrées dans les eaux étudiées pendant les deux saisons, révèlent que ces eaux sont fortement oxygénées, avec une valeur maximale de 63,85 mg/L pendant la saison de pluie et une valeur minimale de 48,20 mg/L pendant la saison sèche. Ces valeurs sont largement supérieures à celles préconisées par l'OMS soit, 25 mg/L. En définitive, l'analyse des variables physico-chimiques montre que les eaux de puits et sources étudiées ne sont pas pour la plupart des paramètres, dans la gamme des valeurs acceptables tel que recommandé par l'OMS et sont donc par conséquent, impropres à la consommation humaine.

### 4-2. Paramètres parasitologiques des eaux étudiées

Les observations effectuées au microscope dans le cadre de cette étude, ont permis d'identifier des formes de résistance des helminthes intestinaux présentes dans les eaux des points d'eau échantillonnés. Il s'agit: des œufs d'*Ascaris lumbricoides* (15 œufs/L), des larves de *strongyloïdes* (10 larves/L), des œufs d'*Ankylostoma* sp. (10 œufs/L), des œufs de *Taenia* sp. (10 œufs/L), des œufs d'*Enterobius vermicularis* (9 œufs/L), des œufs de *Trichostrongylus* sp. (9 œufs/L), des œufs de *Fasciola hepatica* (8 œufs/L) et des œufs de *Schistosoma* sp. (8 œufs/L). Ces valeurs sont largement au-dessus des normes préconisées par l'OMS. En effet, l'OMS exige une concentration en œuf qui doit être inférieure ou égale à 1 œuf/L. Les œufs et les larves d'helminthes retrouvés dans les eaux des puits et des sources étudiées témoignent des conditions de vie précaire dont sont soumises les populations de cette localité. En réalité, les organismes pathogènes présents dans les eaux d'une collectivité, en reflètent l'état sanitaire [24]. La représentation des trois classes d'helminthes (nématodes, cestode et trématodes), indique le niveau d'infestation de la population. Le nombre et la variété de parasites retrouvés dans les eaux sont liés au niveau d'infestation de la population humaine et/ou animale desservies car ces parasites sont excrétés dans le milieu extérieur sous forme d'œufs ou de larves avec les matières fécales de son hôte. Ces résultats corroborent avec ceux de [25]. Les œufs d'*Ascaris* ont été les plus abondants pendant les deux saisons. Ceci s'explique et par leur caractère cosmopolite, par leur structure trimembranaire qui leur permet de résister dans l'environnement. A ce propos, [26] déclarent que la particularité des œufs d'helminthes réside dans leur capacité à survivre longtemps, même dans les environnements très hostiles. Ce résultat est en accord avec les travaux antérieurs de [27] qui ont révélé la présence d'un grand nombre d'œufs d'*Ascaris* sp dans les eaux usées à Dschang. La consommation des eaux contaminées par ces microorganismes pourrait augmenter chez l'homme le nombre de la flore intestinale déjà riche et variée, ce qui peut engendrer un déséquilibre métabolique [28].

## 5. Conclusion

Cette étude consiste à l'évaluation physico-chimique et parasitologique des ressources en eau de la ville de Mbalmayo, chef-lieu du département du Nyong et So'o. Les variables physico-chimiques et biologiques ont été utilisées pour évaluer la qualité de ces eaux. L'analyse des résultats révèle que ces eaux sont légèrement acides, très turbides, très colorées et faiblement minéralisées. En outre, les analyses parasitologiques révèlent la présence des œufs et des larves d'helminthes intestinaux avec des densités élevées, mettant en exergue le niveau de pollution des eaux souterraines. La comparaison des teneurs des variables physico-chimiques et biologiques obtenues au cours de notre étude, avec les valeurs acceptables par l'OMS, révèle que les eaux des puits et des sources échantillonnées sont impropres à la consommation humaine. Pour pallier au problème de contamination des eaux souterraines, il est nécessaire respecter les normes de construction des points d'eau tel que préconisé par l'OMS, de respecter les règles d'hygiène et l'assainissement entre autres.

## Références

- [1] - B. M. KAMGHO TEZANOU, "L'accès à l'eau potable et à l'assainissement au Cameroun : situation actuelle, contraintes, enjeux et défis pour l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD 7)", (2008) 13 p.
- [2] - MINEE, "Plan d'action national de gestion intégrée des ressources en eau (PANGIRE) : état des lieux du secteur", *Global Water Partnership*, (2009) 235 p.
- [3] - D. MELAKE, W. AMARE, T. ERITREA, M. SEID et G. TAMIRAT, "Module sur les maladies transmises par l'eau", Université d'Alemaya : Ethiopie, (2003) 84 p.
- [4] - Agence Nationale de sécurité Sanitaire Alimentaire, Environnement, Travail (ANSES), "Analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation d'eau grises pour des usages domestiques", France, Edition scientifique, Rapport, (2015) 144 p.
- [5] - OMS, "Directives de qualité pour l'eau de boisson", 4<sup>e</sup> éd. Intégrant le premier additif, Genève, (2017), CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- [6] - L. A. TCHUEM TCHUENTE, "La lutte contre la schistosomiase : un défi et perspectives pour le XXI<sup>ème</sup> siècle", *Bulletin de la Société de pathologie exotique*, 99 (2005) 372 - 376
- [7] - L. NYANTEKYI, M. LEGESSE, G. MEDHIN, A. ANIMUT, K. TADESSE, C. MACIAS, A. DEGAREGE and B. ERKO, "Community awareness of intestinal parasites and the prevalence of infection among community members of rural Abaye Deneba area, Ethiopia" *Asian Pac J Trop Biomed*, 4 (2014) 15 - 27
- [8] - H. MAMO, "Intestinal parasitic infections among prison inmates and tobacco farm workers in Shewa Robit, north-central Ethiopia", *PLoS One*, 9 (2014) 99 - 559
- [9] - D. N. YENTUR, F. YIDIZ ZEYREK, Z. SIMSEK and D. ZEYREK, "The effects of intestinal parasites on anemia of children", *Turkiye Parazitoloj Derg*, 38 (2014) 85 - 90
- [10] - E. F. JEGEDE, E. T. OYEYI, A. H. BICHI, H. A. MBAH and K. TORPEY, "Prevalence of intestinal parasites among HIV/AIDS patients attending Infectious Disease Hospital Kano", Nigeria, *Pan Afr Med J*, 17 (2014) 295 p.
- [11] - G. A. AJEAGAH, Q. A. ASI et M. NOLA, "Bioqualit  Des Formes De Dissémination des protozoaires flagellés entériques dans les eaux souterraines (Sources et Puits) en zone anthropisée (Yaoundé-Cameroun)", *European Scientific Journal*, 12 (2016) 1857 - 7881
- [12] - B. FOAHOM, "Note de présentation de l'antenne de Mbalmayo (Etat d'avancement des recherches)", Yaoundé, Cameroun, Institut de Recherche Agricole, (1983) 18 p.
- [13] - APHA, "Standard method for examination of water and wastewater", American Public Health Association, 20th ed. Washington, (1998) 1150 p.

- [14] - J. RODIER, B. LEGUBE et N. MERLET, “*L’analyse de l’eau*”, 9e ed. Dunod, Paris, (2009) 1526 p.
- [15] - OMS, “Planches pour le diagnostic des parasites intestinaux”, Genève, (1994) 29 p.
- [16] - G. A. AJEAGAH, T. NJINE, C. F. BILONG BILONG, S. M. FOTO, N. M. WOUAFO, M. NOLA, G. G. D. DI and S. HUW, “Seasonal Distribution of Enteric Opportunistic Cryptosporidium Spp. Oocysts and Giardia Spp. Cysts in a tropical water basin, Cameroon Water, 2 (2010) 44 - 57
- [17] - L. GASTON, M. GIL, P. JEAN- EMMANUEL, S. ERIC, L. N. HELENE, S. DANIEL, E. E. GEORGES et D. ALAIN, “Changement des régimes hydrologiques dans les rivières du Sud-Cameroun : un impact de la variabilité alimentaire en zone équatoriale”, HyroScience Montpellier, (2002) 158 - 168
- [18] - A. MBAWALA, ABDOU, M. B. NGASSOUM et OUENDO, “Pollution physico-chimique et microbiologique de l’eau de puits de Deng-Ngaoundéré au Camerou”, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6 (2010) 1962 - 1975
- [19] - R. P. TUEKAM KAYO, “Essai de biotypologie faunistique des eaux souterraines de quelques localités des régions du Centre et Littoral du Cameroun : influence de quelques facteurs abiotiques” Thèse de Doctorat d’État, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, (2013) 291 p.
- [20] - OMS, “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, (2012) 63 p.
- [21] - M. NOLA, T. NJINE et C. BOUTIN, “Variabilité de la qualité des eaux souterraines dans quelques stations de Yaoundé (Cameroun)”, *Biospéologie*, 25 (1998a) 183 - 191
- [22] - S. H. ZÉBAZÉ TOGOUET, C. BOUTIN, T. NJINÉ, N. KEMKA and S. FOTO MENBOHAN, “First data on the groundwater quality and aquatic fauna of some wells and springs from Yaounde (Cameroun)” *European Journal Water Quality*, 40 (2009) 1 - 24
- [23] - OMS, “Guidelines for Drinking-water Quality”, 4e ed. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, (2011) 541 p.
- [24] - C. BOUTIN, “L’eau des nappes phréatiques superficielles, une richesse naturelle vitale mais vulnérable, l’exemple des zones rurales du Maroc”, *Revue Science de l’eau*, 3 (1993) 357 - 365
- [25] - K. BOUHOUM, O. MAHMID, K. H. HABBA et SCHWARTZBROD, “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 (1997) 217 - 232
- [26] - S. RAWEH, K. ELKHARRIM, M. CISSE, Y. EL GUAMRI, Y. ABCHIR et D. BELGHYTI, “Aspect parasitologique des eaux usées rejetées dans le bas Sebou (Kenitra, Maroc)” *World Journal of Biological Research*, (2010) 12 p.
- [27] - H. NTANGMO TSAFACK, E. TEMGOUA et T. NJINE, “Persistance de E. coli, des œufs d’helminthes et de kystes de protozoaires contenus dans les eaux usées urbaines d’arrosage sur les cultures maraichères à Dschang, Ouest-Cameroun”, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13 (2019) 81 - 90
- [28] - A. EL OUALI LALAMI, A. ZANILBOU, 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 (Microbiological Control wastewater domestic and industrial city of Fes Morocco)”, *Journal of Materials and Environmental Science*, 13 (2019) 81 - 90