

Effacité d'élimination des larves de *Strongyloides stercoralis* dans un système de traitement hybride filtre-planté à Yaoundé et facteurs environnementaux

Francine V. NGONO NGONO*, Gideon A. AJEAGAH, Arnold L. FOTSEU KOUAM
et Nadège OKOA AMOUGOU

Université de Yaoundé I, Faculté des sciences, Laboratoire d'hydrobiologie et environnement,
P.O. Box 812, Yaoundé, Cameroun

(Reçu le 14 Mars 2023 ; Accepté le 10 Juillet 2023)

* Correspondance, courriel : fngono32@gmail.com

Résumé

L'étude évalue l'efficacité d'élimination des larves de *Strongyloides stercoralis* dans la station d'épuration des eaux de type filtre-planté de la cité verte à Yaoundé. Pour ce faire, les analyses concernent la filière eau et s'effectuent suivant un pas bi-saisonnier de l'année 2021. Les variables physico-chimiques s'évaluent suivant les recommandations de Rodier et les techniques de sédimentation et de kato katz s'appliquent pour les observations des larves de *Strongyloides stercoralis*. Les résultats des analyses physico-chimiques présentent des performances épuratoires assez satisfaisantes durant la GSS (supérieurs à 50 %) contrairement à la GSP où elles sont faiblement satisfaisantes. Les analyses biologiques montrent des taux d'abattement très satisfaisants (100 % en GSS et 99 % GSP) bien que la densité des larves rejetées à l'exutoire durant la GSP soit de 6 larves/L. En outre, les taux des polluants enregistrés à l'exutoire sont pour la plus part au-dessus des valeurs limites acceptables par les Normes Camerounaises et de l'OMS. Ces derniers mettent en exergue des risques sanitaires et environnementaux auxquels s'exposent les usagers et les écosystèmes qui entrent en contact avec cette eau une fois libérée à l'exutoire.

Mots-clés : *Strongyloides stercoralis*, station d'épuration, système filtre-planté, Yaoundé.

Abstract

Removal efficiency of *Strongyloides stercoralis* larvae in the hybrid filter-planted treatment plan in Yaounde and environmental factors

The study assesses the effectiveness of *Strongyloides stercoralis* larvae removal in the filter-plant type water treatment plant of the "cité verte" in Yaounde. To do this, the analyses concern the water sector and are carried out on a bi-seasonal basis in 2021. The physico-chemical variables were evaluated in accordance with Rodier's recommendations, and sedimentation and kato katz techniques were used to observe *Strongyloides stercoralis* larvae. The results of the physico-chemical analyses showed fairly satisfactory purification performance during the LDS (over 50 %), in contrast to the LRS, performance was less than satisfactory. Biological analyses showed very satisfactory removal rates (100 % in LDS and 99 % in LRS), although the density of larvae discharged at the outlet during LRS was 6 larvae/L. In addition, the levels of pollutants

recorded at the outfall are for the most part above the limit values acceptable under Cameroonian and WHO standards. These standards highlight the health and environmental risks to which users and ecosystems that come into contact with this water are exposed once it is released at the outlet.

Keywords : *Strongyloides stercoralis*, wastewater treatment plant, planted filter system, Yaounde.

1. Introduction

Les eaux usées non canalisées, les immondices et les voiries dégradées sont devenues les cauchemars de la ville africaine [1]. Des études révèlent que 90 % des eaux usées domestiques générées en 2020 dans les pays dits du Sud ont été rejetées dans l'environnement sans avoir fait l'objet d'un traitement sûr [2]. Cette faiblesse du système d'assainissement est à l'origine des nombreuses parasitoses digestives telles que les géo-helminthiases [3]. Au Cameroun, la ville de Yaoundé est celle qui présente la prévalence la plus élevée des maladies diarrhéiques chez les enfants soit 15 % [4]. Les géo-helminthiases font parties des maladies tropicales négligées et les principales espèces parasitaires à l'origine de ces géo-helminthiases sont *Ascaris lumbricoïdes*, *Trichuris trichura*, *Necator americanum*, *Ancylostoma duodenale* et *Strongyloides stercoralis* [5]. Elles prédominent dans les pays en développement où différents facteurs concourent à sa transmission : la chaleur, l'humidité et le péril fécal [3]. L'infection à *Strongyloides stercoralis* ou anguillulose est très fréquente puisqu'on estime que plus de 600 millions de personnes sont infestées [6]. Les œufs de *S. stercoralis* (50 à 55 µm) sont très rares dans la nature car ils sont vite transformés en larves. Les formes larvaires qui mesurent entre 250 et 300 µm de long [7] sont plus abondantes dans l'environnement. Le ver adulte mâle vit uniquement dans la terre, il n'est pas un parasite tissulaire ; les femelles adultes par contre sont très petites et presque transparentes et vivent enfoncées entre les entérocytes de l'intestin grêle chez l'humain [8]. Les anguilles ont un cycle de vie unique et complexe. Elles peuvent ainsi se multiplier dans l'intestin de l'homme ou entamer un cycle parasitaire dans l'environnement sous certaines conditions [9]. L'homme se contamine dans le sol pollué par les matières fécales. La contamination se fait essentiellement par voie transcutanée au cours de la marche pieds nus dans les boues. Une contamination muqueuse et sexuelle est possible [3]. L'évolution chronique de la maladie donne suite à des pancréatites et à des duodénites qui sont secondaires à l'hyper infection de *S. stercoralis* chez des personnes ayant une consommation chronique d'alcool [10]. De plus, l'hyper infection due à la strongyloïdose est à l'origine d'un taux de mortalité de 87% [11]. Au regard de ce qui précède, la lutte contre la morbidité liée à *Strongyloides stercoralis* s'ajoute aux objectifs fixés par l'OMS à l'horizon 2030. Afin de limiter les risques sanitaires liés à la gestion des eaux usées, ces eaux sont assainies dans les pays développés au moyen des stations d'épuration avant leur rejet dans l'environnement [12]. Des travaux antérieurs réalisés dans la ville de Yaoundé révèlent la présence des larves de *Strongyloides stercoralis* dans les marais [13], eaux souterraines [14] et le sol [15]. Ces études statuent sur la propagation de *Strongyloides stercoralis* via les eaux usées dans la ville et donc sur le risque sanitaire encouru. Toutefois, peu de données sont disponibles sur la stratégie de gestion des eaux usées dans la ville de Yaoundé. La présente étude a pour but de déterminer l'efficacité d'élimination des larves de *Strongyloides stercoralis* dans les stations d'épuration des eaux usées domestiques de la ville. Ainsi, elle vise à asseoir la politique du développement durable et contribue à remédier à cette entorse à la santé publique dans la cité capitale du Cameroun.

2. Matériel et méthodes

2-1. Cadre géographique

La ville de Yaoundé est la capitale politique du Cameroun. Elle est située sur la bordure du plateau Sud-Camerounais et dans l'interfluve des fleuves Nyong et Sanaga entre 3°52'12" N et 11°31'12" E à 750 m d'altitude [16]. Le climat qui y règne est de type équatorial (Yaoundéen), caractérisé par l'alternance de deux saisons sèches et deux saisons de pluies. Pour ce qui est de la prévalence démographique, la ville de Yaoundé a connu une explosion démographique passant de 59000 en 1957 à près de 3000000 habitants à nos jours [17].

2-2. Station d'épuration du type hybride filtre-planté

Le site d'étude est la station d'épuration située dans l'arrondissement de Yaoundé 2 sis au carrefour MECC dont les coordonnées géographiques sont comprises entre 03°51.648' et 03°52.254' de latitude Nord et entre 011°29.167' et 011°29.605' de longitude Est à 694 d'altitude. Elle reçoit des affluents domestiques en provenance du camp sic de la Cité verte qui compte 10000 Habitants et ses effluents se déversent dans le bassin de l'Abiergue. Cette station possède un système hybride filtre-planté avec une capacité hydraulique de 805 m³/j conçue pour 5000 HA. Le traitement biologique s'effectue par action conjointe d'un filtre géotextile et des macrophytes de l'espèce *Echinochloa pyramidalis*. La **Figure 1** présente la station d'épuration constituée de deux niveaux de traitement (primaire et secondaire) et de huit bassins de traitement à savoir : le collecteur-dégrilleur (CV1), le dessableur (CV2), le déshuileur (CV3), le décanteur-digesteur (CV4), le regard d'appréciation (CV5), le bassin biologique rectangulaire (CV6), le bassin biologique circulaire (CV7) et l'exutoire (CV8).

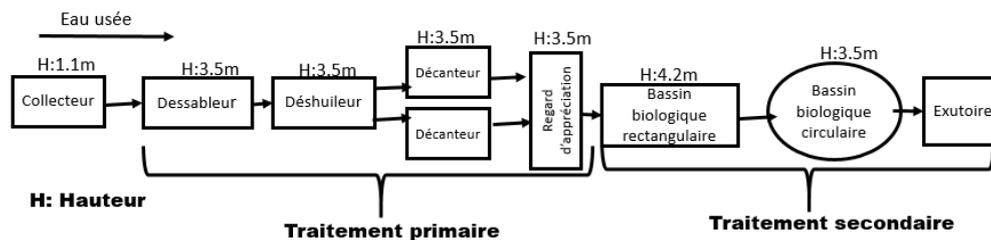


Figure 1 : Caractéristique des bassins de traitement de la station d'épuration des eaux de la Cité Verte (Yaoundé)

2-3. Analyses physico-chimiques des eaux usées à la station

Les prélèvements de la filière eau pour les analyses physico-chimiques se réalisent deux fois par saison durant la grande saison sèche (GSS) et la grande saison de pluies (GSP) de l'année 2021. Ces derniers sont en relation avec les collectes trimestrielles recommandées par l'ANOR [18] pour la surveillance des rejets d'effluents au Cameroun. Les échantillonnages se réalisent à la surface de chaque bassin à l'aide des flacons à double bouchage et d'un litre stériles. Les analyses des paramètres MES, couleur, turbidité, TDS, nitrates, orthophosphates et NH₄₊ se font suivant les recommandations de [19].

2-4. Analyses biologiques des eaux usées à la station

Les prélèvements pour le compte des analyses biologiques s'effectuent à la surface de chaque bassin dans un flacon d'un litre puis ramenés au laboratoire après fixation au formol 10 % [20]. Une fois au laboratoire, les échantillons sont laissés pour décantation pendant 24 heures et les techniques de sédimentation et kato katz s'appliquent pour les observations des larves de *Strongyloides stercoralis*. Ces dernières sont portées pour examen direct [21] au microscope de marque Olympus CK2 à l'objectif 40X ; le décompte des larves se fait à l'aide de l'expression mathématique suivante [22].

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

V_x , étant le volume du culot dans 1L d'échantillon, V_y le volume du culot utilisé pour observer et y le nombre de kystes et œufs observés dans V_y . La densité des larves x s'exprime en nombre de larves/L.

2-5. Analyse des données

Le test de l'ANOVA associé au test T de Tukey permettent de déterminer si un paramètre varie de façon significative d'un bassin à une autre ou d'une saison à une autre. Les corrélations de rang de Person réalisées par le logiciel SPSS version 20.0 évaluent le degré de dépendance entre les paramètres physico-chimiques et biologiques mesurés. Les rendements épuratoires (R) se déterminent à l'aide de l'expression mathématique suivante [23] :

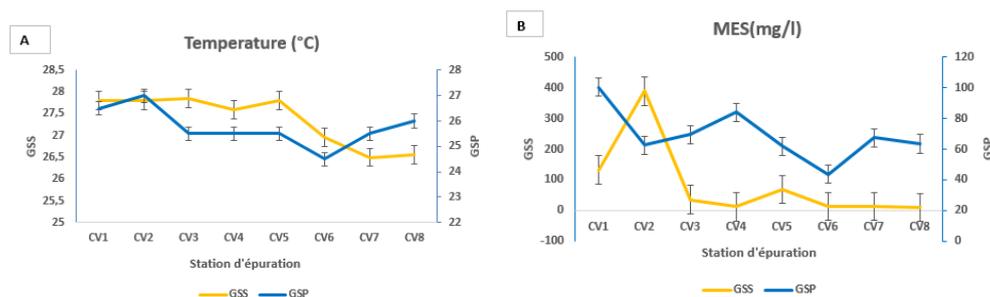
$$R = \frac{F_a - F_r}{F_a} \times 100 \quad (2)$$

F_a , étant le flux de substances admis et F_r le flux de substances rejeté.

3. Résultats

3-1. Résultats des paramètres physiques

La température varie autour de $27,35 \pm 0,52$ °C durant la GSS et de $25,75 \pm 0,56$ °C lors de la GSP (**Figure 2A**). La courbe de variation de la température décroît progressivement du collecteur à l'exutoire durant la GSS. Cependant, durant la GSP la température varie en dents de cis et présente un pic au dessableur (27°C). Les analyses statistiques montrent des différences significatives sur le plan saisonnier au seuil 5 % ($P = 0,000$). Les teneurs en MES enregistrées présentent une valeur maximale de 389 mg/L durant la GSP au niveau du dessableur, De plus, 63,5 mg/L de MES sont obtenus à l'exutoire durant la GSP (**Figure 2B**). Les analyses montrent des différences non significatives entre les deux saisons au seuil 5 % ($P = 0,999$). La couleur de l'eau oscille autour de $549,94 \pm 436$ U.Pt.co lors de la GSS et de $317,13 \pm 39$ U.Pt.co lors de la GSP (**Figure 2C**). Les analyses présentent des différences non significatives sur le plan saisonnier au seuil 5 % ($P = 0,984$). Les TDS fluctuent autour de 526 ± 21 mg/L durant la GSS et de 662 ± 51 mg/L lors de la GSP. Les teneurs en TDS varient significativement d'un bassin à un autre ($P = 0,000$). Le profil de variation de la turbidité montre un maximum de 147,5 FTU durant la GSP et un minimum de 5,5 FTU lors de la GSS (**Figure 2D**). Des différences significatives s'enregistrent au seuil 5% sur le plan spatial ($P = 0,000$). Le test « r » de Person met en évidence des corrélations significatives et positives au seuil 1% entre la couleur et la Turbidité ($r = 0,396$) et ($p = 0,004$).



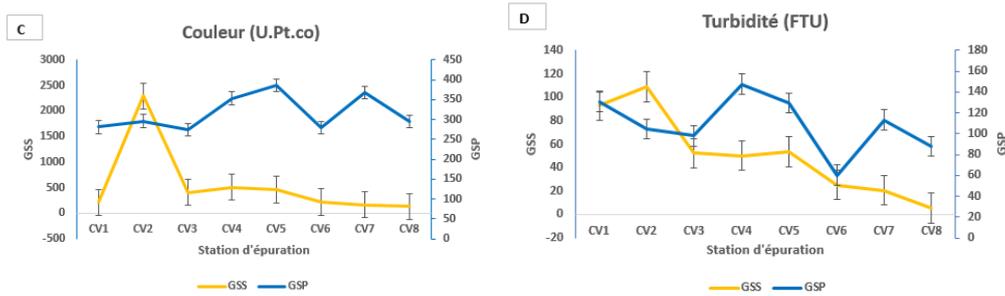


Figure 2 : Variations saisonnières de la température (A), des MES (B), de la couleur (C) et de la turbidité (D)

3-2. Résultats des paramètres chimiques

Les teneurs en Dioxyde de Carbone décroissent du collecteur à l'exutoire (**Figure 3A**). A l'exutoire, les teneurs en CO_2 sont respectivement de 51,5 mg/L et 71,28mg/L à la GSS et la GSP. Les analyses statistiques ne montrent aucune différence de signification sur le plan spatial ($P = 0,118$) et saisonnier ($P = 0,128$). Les teneurs en alcalinité fluctuent autour de $27,875 \pm 10,875$ mg/L de HCO_3^- lors de la GSS et autour de $8,375 \pm 1,125$ au cours de la GSP. La valeur la plus élevée s'enregistre durant la GSS au niveau du dessableur (51 mg/L) (**Figure 3B**). Des différences significatives sont observées au seuil 5 % sur le plan saisonnier ($P = 0,001$). Les taux d'orthophosphates varient en dents de cis tout au long de la filière de traitement et la plus grande valeur (4,73 mg/L) s'observe au niveau du décanteur durant la GSS (**Figure 3C**). Les valeurs des orthophosphates présentent des différences non significatives d'une saison à une autre au seuil 5 % ($P = 0,472$). Le test « r » de Person met en évidence des corrélations significatives et négatives au seuil 5 % entre la température et les orthophosphates ($r = -0,321$) et ($p = 0,02$). Les valeurs de NO_3^- oscillent autour de $20,85 \pm 5,55$ mg / l lors de la GSS et autour de $9,85 \pm 3,65$ mg/L durant la GSP. De plus, le taux de nitrates à l'exutoire est de 18,8 mg/L durant la GSP (**Figure 3D**). Les analyses montrent des différences significatives sur le plan saisonnier au seuil 5 % ($P = 0,007$).

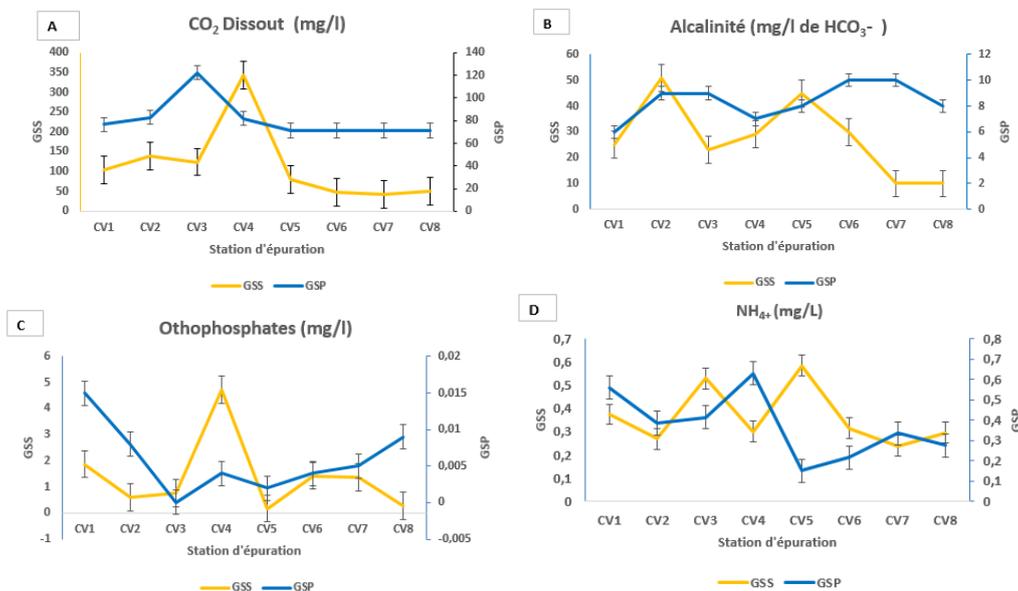


Figure 3 : Variations saisonnières du CO_2 (A), de l'alcalinité (B), des orthophosphates (C), et du NH_4^+ (D)

3-3. Rendements épuratoires des variables physico-chimiques

Les rendements épuratoires appliqués aux variables physico-chimiques (**Tableau 1**) sont au-dessus de 50 % durant la GSS mises à part ceux des TDS et de la couleur. Cependant, ces rendements sont inférieurs à 50 % pendant la GSP.

Tableau 1 : Rendement épuratoire des variables physico-chimiques

Paramètres	GSS			GSP		
	Entrée	Sortie	R%	Entrée	Sortie	R%
MES (mg/L)	132	9	93,18	100,5	63,5	36,82
Turbidité (FTU)	93	5,5	94,08	130,5	88	32,57
TDS (mg/L)	711,5	665,5	6,47	528	505	4,35
Couleur (U.Pt.co)	210,5	130,5	38	281	296	<0
NO ₃ ⁻ (mg/L)	23,6	11,7	50,42	9,5	18,8	<0
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,34	0,29	-	0,56	0,27	-
CO ₂ (mg/L)	104,72	51,5	50,82	76,56	67,75	11,51
PO ₄ (mg/L)	1,87	0,28	85,02	0,01	0,009	-

3-4. Résultats des variables biologiques

Les observations microscopiques des eaux usées analysées mettent en évidence des larves rhabditoïdes L1 (**Figure 4A**), des larves infectantes L3 (**Figure 4C**) et des larves endommagées (**Figure 4B**). De plus, la densité moyenne des larves de *Strongyloides stercoralis* est plus abondante au cours de la GSP soient 259 ± 172 larves/L contre 44 ± 54 larves/L observées au cours de la GSS. Les analyses statistiques ne montrent pas des différences significatives sur le plan spatial et saisonnier au seuil 5 %.



Figure 4 : Larves de *Strongyloides stercoralis*

Le **Tableau 2** présente des variations de taux de larves de *Strongyloides stercoralis* au cours de la GSS et de la GSP ainsi que leurs rendements épuratoires à chaque niveau de traitement. Il en ressort que durant la GSS, la densité est de 155 larves/L au collecteur-dégrilleur et de 0 larves/L à l'exutoire avec un taux d'abattement de 100 %. Alors que durant la grande saison de pluies, cette densité est de 714 larves /L au collecteur et de 6 larves/L à l'exutoire avec un rendement de 99 %/. Les taux d'abattements les plus élevés s'évaluent à la fin du traitement secondaire. Cependant, une recrudescence des larves s'observe au niveau du deuxième bassin biologique durant la GSP. Le test « r » de Person met en évidence des corrélations significatives et positives au seuil 1 % entre les larves et la turbidité ($r = 0,405$) et ($p = 0,003$).

Tableau 2 : Répartition saisonnière des densités et rendements des larves de *Strongyloides stercoralis* à chaque niveau de traitement

Saisons	Niveau de traitement	CV1	CV2	CV3	CV4	CV5	CV6	CV7	CV8	Total
GSS	Densité (larve/L)	155	138	86	40	31	0	0	0	57
	Rendement %	11	37,7	53,5	22,5	100	-	-	-	100
GSP	Densité (larve/L)	714	580	520	240	45	8	14	6	265
	Rendement %	18,8	10,3	53,8	81,3	82,2	<0	57,14	-	99

4. Discussion

L'assainissement des agglomérations a pour but de procéder aux traitements des eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel, par des modes compatibles avec des exigences de la santé publique et de l'environnement [12]. Le suivi permanent des taux des variables physiques, chimiques et biologiques à la station participe à la connaissance des niveaux d'assainissement exact des systèmes.

4-1. Efficacité d'épuration des paramètres physiques

Sur le plan physico-chimique, les rendements épuratoires des paramètres turbidité et MES sont très satisfaisants (94 %, 93 % respectivement) durant la GSS. Ceci est lié à l'action catalytique de la température sur les réactions de minéralisation dans les filtres. Les résultats enregistrés à la GSS sont similaires à ceux de, [24] qui ont obtenu un taux d'abattement de MES de 82,2 % dans une station expérimentale filtre plante à Yaoundé. Par contre, ces paramètres semblent plus difficilement dégradables durant la GSP (32 %, 36 % respectivement). De plus, ces derniers enregistrent des taux moyens à l'exutoire au-delà des seuils acceptables qui sont de 50mg/L pour les MES [18] et de 2 FTU pour la turbidité [19]. Ces faibles performances épuratoires durant la GSP seraient liées aux conditions saisonnières telles que la baisse de la température, l'augmentation de la pluviométrie et le fort débit d'eaux dans les bassins en saison pluvieuse. Par conséquent, la pluviométrie et les débits des courants induisent la réduction du temps de séjour de l'eau dans les bassins et le lessivage de la biomasse épuratrice au niveau des rhizomes des plantes. La couleur de l'eau présente de faibles rendements épuratoires, soient 38 % durant la GSS et inférieures à 0 durant la GSP. Les taux de couleur enregistrés à l'exutoire sont également au-dessus du seuil recommandé qui est 15 U.Pt.co [25]. Les présences d'écumes et d'algues microscopiques dans les bassins biologiques seraient responsables de cette inefficacité du système à restaurer la clarté de l'eau. Cela se traduit par une teneur variable en fines particules, maintenues en suspension dans l'eau par le courant [12]. Ceci est d'autant plus conforté par des corrélations significatives et positives au seuil 1 % qui existent entre la couleur et la turbidité.

4-2. Efficacité d'épuration des paramètres chimiques

Les taux d'abattement des nitrates et du CO₂ sont moyennement satisfaisants (50%) durant la GSS alors que durant la GSP ces taux sont faibles (11 % et < 0). De plus, les valeurs enregistrées à l'exutoire au cours de cette saison sont au-delà des seuils recommandés. Pour ce qui est du CO₂, une néo-pollution est enregistrée et celle-ci serait due à la respiration bactérienne lors de la dégradation de la matière et à l'utilisation réduite du CO₂ par les plantes. En effet, la baisse de l'ensoleillement durant la période de pluie induit la baisse de l'activité photosynthétique des plantes épuratrices et donc de l'utilisation du CO₂. En outre, les nitrates sont des sous-produits de la dégradation de la matière organique par nitrification du NH₄₊ [19]. De ce fait, une oxydation biologique s'effectue en deux phases sous l'action de micro-organismes autotrophes qui utilisent l'énergie de la réaction pour réduire le CO₂ et ainsi incorporer le carbone. Les analyses statistiques montrent

des corrélations positives et significatives entre la température et les nitrates au seuil 5 %. Ainsi, cette dégradation de la matière est tout aussi fonction de la température qui est un facteur limitant de la biodégradabilité [12]. La teneur moyenne en ion HCO_3^- est plus élevée et varie considérablement durant la GSS ceci est due à l'augmentation de la température qui induit celle des bicarbonates. En effet, la concentration des bicarbonates dans l'eau est fonction de la teneur en CO_2 car ce dernier est très soluble dans l'eau et sa solubilité dépend de la température [26]. Les taux d'orthophosphates sont faibles durant les périodes d'étude en dépit du taux d'abattement qui est de 85 % lors de la GSS. Donc la station d'épuration libère dans la nature une eau qui contient une faible concentration en phosphate. Des corrélations négatives et significatives sont décelées entre ce dernier et la température au seuil 1 %. En effet, les phosphates sont des nutriments importants pour le développement d'*Echinochloa pyramidalis*, la consommation de ce nutriment serait accrue avec l'élévation de la température au cours de la photosynthèse. Ces résultats sont en adéquation avec ceux de [27].

4-3. Efficacité d'élimination des larves de *Strongyloides stercoralis*

Dans les milieux chauds tropicaux où les larves de *Strongyloides stercoralis* sont endémiques et les conditions d'assainissement sont inadéquats, les larves des parasites sont excrétées dans les selles des personnes infectées, puis contaminent le sol [6]. De plus, *Strongyloides s.* entre dans le sillage des maladies tropicales négligées et plusieurs cas sont signalés en climat tempéré [28]. Les infections dues aux larves provoquent une anémie, la malnutrition, l'altération du développement physique et cognitif, les douleurs abdominales et la diarrhée [5]. La présence de ces microorganismes dans les eaux usées rejetées dans la nature contribuerait à leur dissémination dans l'environnement. Sur le plan biologique, les analyses révèlent la présence des larves de *Strongyloides stercoralis* dans les différents niveaux de traitement de la station. Les rendements épuratoires des larves sont très satisfaisants dans l'ensemble soient 100 % en GSS et 99 % en GSP. Ces résultats sont similaires à ceux de [29] en Algérie où les œufs de *Strongyloides stercoralis* présentent un taux d'abattement de plus de 90 %. Cependant une densité de 6 larves/L s'observe au niveau de l'exutoire durant la GSP. Cette densité des larves est au-dessus de la valeur limite acceptable pour les eaux épurées. En effet, l'OMS [30] recommande ≤ 1 helminthe/L dans les eaux usées traitées destinées à une réutilisation. De plus, une recrudescence du taux de larves s'observe au niveau du premier bassin biologique qui est fait d'un filtre à gravier recouvert de sable et d'une couche de terrain où sont plantés les macrophytes. Cette recrudescence peut s'expliquer par la capacité de la larve à entamer un cycle parasitaire dans l'environnement [9]. En effet, le massif filtrant offre des micro-habitats favorables pour le déroulement du cycle long de *Strongyloides stercoralis*. De plus, les plus grandes densités des larves s'observent durant la GSP qui se caractérise par une forte pluviométrie, des basses températures et des surcharges hydrauliques dans la station. En effet, les causes d'insuffisance des performances se situent souvent dans la déficience de la collecte et dans la défaillance ou la vétusté des canalisations, induisant des surverses par temps de pluies et des infiltrations d'eaux parasites dans le réseau [12]. Les analyses statistiques montrent des corrélations significatives et positives entre la turbidité et les larves de *Strongyloides stercoralis*. Ces corrélations sont dues à l'adhérence des larves sur les particules en suspension. En effet, les particules en suspension jouent un rôle important dans la dissémination des œufs et larves des helminthes dans l'environnement du fait des liaisons intra-ionique, covalente et d'hydrogène [31].

5. Conclusion

Cette étude évalue l'efficacité d'élimination des larves de *Strongyloides stercoralis* dans un système de type filtre-planté à Yaoundé. L'analyse des résultats révèle que cette station présente de faibles rendements épuratoires pour les paramètres couleur, MES, turbidité, TDS, CO_2 durant la GSP. En outre, l'analyse parasitologique révèle la présence des larves *Strongyloides stercoralis* à tous les niveaux de traitement avec des taux d'abattements très satisfaisants. Il convient de ne pas se satisfaire du seul bon rendement de

traitement de la pollution collectée car la comparaison des taux moyens des variables physico-chimiques et biologiques observés à l'exutoire au cours de cette étude, avec les valeurs acceptables par l'OMS montrent que les eaux usées traitées à la station sont impropres pour une réutilisation humaine et pour l'environnement. Pour pallier aux risques auxquels s'exposent les usagers et les écosystèmes qui entrent en contact avec cette eau une fois libérée à l'exutoire, il est nécessaire d'améliorer le système de fonctionnement ainsi que le système d'entretien de la station.

Références

- [1] - J. R. NGAMBI, "Déchets solides ménagers de la ville de Yaoundé (Cameroun) : de la gestion linéaire vers une économie circulaire", Thèse de Doctorat, Université du Maine, (2015) 492 p.
- [2] - C. LI, V. GOETZ and S. CHIRON, "Copper oxide/peroxydisulfate system for urban wastewater disinfection : performances, reactive species and antibiotic resistance genes removal", *Science of The Total Environment*, 806 (4) (2022)
- [3] - P. AUBRY et B. A. GAÛZERE, "parasitoses digestives dues à des nématodes. Centre René Labusquière, Institut de Médecine Tropicale", Université de Bordeaux, 33076 Bordeaux (France) Texte mis à jour le 14 décembre, (2021) www.medecinetropicale.com
- [4] - MINSANTE, "Enquête démographique et de santé 2018", Rapport, Cameroun, (2020) 739 p.
- [5] - OMS, "Lutter contre les maladies tropicales négligées pour atteindre les objectifs de développement : Feuille de route pour les maladies tropicales négligées 2021-2030", Soixante-Treizième Assemblée mondiale de la Santé, (2021) 194 p.
- [6] - OMS, "Lignes directrices : La chimioprévention pour combattre les géohelminthiases dans les groupes de population à risque", Genève, (2018) 78 p.
- [7] - G. MANDELL, J. BENNETT and R. DOLIN, "Principles and practice of infectious diseases", Ed. 7 Churchill Livingstone, *Elsevier*, Vol. 1, (2010) 4155 p.
- [8] - WGO (World Gastroenterology Organisation), "Prise en charge de la Strongyloïdose", Global Guidelines, (2018) 28 p.
- [9] - A. AYMAN, EL-BADRY, A. DOAA, HAMDY, M. WEGDAN and EL WAHAB, "Strongyloides stercoralis larvae found for the first time in tap water using a novel culture method", *Parasitology Research*, 117 (2018) 3775 - 3780
- [10] - U. KHAN, G. TCHOMBE, S. VAKHARIA, M. SURYADEVARAB and S. NAGARAKANTI, "A case of Strongyloides Stercoralis induced duodenitis and pancreatitis", *Elsevier Ltd*, 27 (4) (2022)
- [11] - T. B. NUTMAN, "Human infection with Strongyloides stercoralis and other related Strongyloides species", *Parasitology*, 144 (3) (2017) 263 - 73
- [12] - R. BOURRIER, M. SATIN et B. SELMI, "Guide technique de l'assainissement : Collecte, Epuration, Conception, Exploitation", 5^{ème} Ed. LE MONITEUR, (2017) 70 p.
- [13] - G. AJEAGAH and K. FOTSEU, "Dissemination of the resistant forms of intestinal worms in the marshy areas of the city of Yaounde (Cameroon): importance of some abiotic factors of the medium", *Applied Water Science*, 9 (19) (2019) 9 p.
- [14] - A. OKOA, G. AJEAGAH, A. ASI, K. FOTSEU, Y. TCHOUAPI et E. OWONA, "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", *Afrique SCIENCE*, 17 (5) (2020) 210 - 219
- [15] - A. AWONO, N. DJIEUKAP et NTONGA, "Soil-transmitted protozoans and helminthes from market gardening sites of Yaounde, Cameroun", *Journal of environmental science and public health*, 4 (2) (2020) 61 - 70

- [16] - <https://fr.db-city.com/Cameroun--Centre--Yaoundé> Texte mise à jour le 16 septembre 2021 à 08:58:54
- [17] - B. MOUGOUE et E. L. NYA, "Croissance de la ville de Yaoundé et résilience aux pandémies", *Revue Espace Géographique et Société Marocaine*, 43 (44) (2021) 339 - 353
- [18] - Normes Camerounaise, "Environnement—exigences relatives aux rejets des effluents liquides industrielles", Document de travail MINEPDED, NC, 2867 (2021) 71 p.
- [19] - J. RODIER, N. MERLET et B. LUGUBE, 'L'analyse de l'eau', 9^{ième} Ed. Dunod, Paris, (2009) 1579 p.
- [20] - WHO, "Number you should know. Reaching a billion and Ending Neglected tropical diseases. A gate way to universal DXhealth coverage", 5th progress report on the London declaration on NTDs, (2017) 9 p.
- [21] - C. GUIGUEN, B. AUTIER, J. P. GANGNEUX et D. CHABASSE, "Coprologie parasitaire : conduite de l'examen et pièges diagnostiques", *Revue Francophone des Laboratoires, Elsevier*, 529 (2021) 32 - 42
- [22] - G. AJEAGAH, M. FOTO, S. N. TALOM, M. NTWONG, J. TOMBI, M. NOLA and T. NJINE, "Physicochemical and dynamic property of abundance of the intestinal forms of dissemination of the helminths in worn water and from surface in Yaounde (Cameroon)", *Eur J Sci Res*, 120 (2014) 44 - 63
- [23] - J. CHOUBERT, S. MARTIN-RUEL, H. BUDZINSKI, C. MIEGE, M. ESPERANZA, C. SOULIER, C. LAGARRIGUE et M. COQUERY, "Évaluer les rendements des stations d'épuration Apports méthodologiques et résultats pour les micropolluants en filières conventionnelles et avancées", Extrait numérique de Techniques Sciences Méthodes, 1 (2) (2011) 44 - 62
- [24] - M. S. MBOG, E. M. NGUIDJOE, P. F. DJOCCOUE et J. M. BELL, "Evaluation de la gestion des déchets liquides du Centre Hospitalier Universitaire de Yaoundé 1 (CHU) : cas des eaux usées", *Science et technique, Science naturelle et appliquées*, 38 (2) (2019) 131 - 145
- [25] - Santé Canada, "Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada Tableau sommaire Comité fédéral-provincial-territorial sur la santé et l'environnement", (2020) 32 p.
- [26] - K. D. BSIMWA, "Caractérisation physic-chimique des eaux usées d'abattoir en vue de la mise en oeuvre d'un traitement adéquat : cas de « Elakat » Bukavu RD Congo", *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 12 (4) (2014) 491 - 498
- [27] - S. EL FANSSI, N. OUAZZANI et L. MANDI, "Efficacité de l'épuration des eaux usées domestiques par filtres plantés et essais de réutilisation des eaux usées épurées en milieu rural marocain", *Geo-Eco-Trop*, 43 (3) (2019) 385 - 393
- [28] - D. BUONFRATE, D. BISANZIO, G. GIORLI, P. ODERMATT, T. FÜRST and C. GREENAWAY, "The global prevalence of Strongyloides stercoralis infection", *Pathogens*, 9 (6) (2020) 468 p.
- [29] - HAMAIDI-CHERGUI, D. ZOUBIRIN and K. HAMAIDI, "Occurrence and removal of pathogens and a preliminary study of microfauna in the Madea sewage treatment plant", *LARHYSS Journal*, P-ISSN 2521:9782, (2016) 183 - 208
- [30] - WHO, "Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater use in agriculture, Geneva, Switzerland, Vol. 4, (2013) 182 p.
- [31] - G. AJEAGAH, Q. ASI et M. NOLA, "Bioqualité Des Formes De Dissémination Des Protozoaires Flagellés Entériques Dans Les Eaux Souterraines (Sources Et Puits) En Zone Anthropisée (Yaoundé-Cameroun)", *Eur Sci J*, 33 (12) (2016) 1857 - 7431