

Effets De L'extrait Aqueux Du Moringa Oleifera Sur L'abondance Des Oocystes De Protozoaires Intestinaux Des eaux Usées D'origine Hospitalière À Yaoundé-Cameroun

*Tsomene Namekong Pierre,
Ajeegah Gideon Aghaindum,
Fotseu Kouam. Arnold,
Asi Quiggle Atud,
Okoa Amougou Thérèse Nadège,*

Département de Biologie et Physiologie Animale, Laboratoire
d'Hydrobiologie et Environnement, Faculté des Sciences, Université de
Yaoundé I, Yaoundé, Cameroun

Kapso Tchouakep Mireille,

Laboratoire de Biologie et Physiologie des Organismes Animaux, Unité de
Biologie Humaine et Santé, Faculté des Sciences, Université de
Douala, Cameroun

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n43p58](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n43p58)

Submitted: 02 November 2021

Accepted: 09 December 2021

Published: 31 December 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Pierre N.T., Aghaindum G.A., Arnold K.F., Atud Q.A., Nadège O.A.T., & Mireille T.K., *Effets De L'extrait Aqueux Du Moringa Oleifera Sur L'abondance Des Oocystes De Protozoaires Intestinaux Des, Usées D'origine Hospitalière À Yaoundé-Cameroun* European Scientific Journal, ESJ, 17(43), 58.

<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n43p58>

Résumé

L'accès à l'eau potable demeure une très grande préoccupation en Afrique sub-saharienne, plus particulièrement dans les agglomérations où les populations sont confrontées à la pollution, l'insuffisance d'hygiène d'assainissement et au manque de méthodes appropriées de traitement à l'échelle familiale. De ce fait, l'intégration de procédés biologiques de traitement des eaux pourrait être une alternative durable dans l'amélioration de la qualité des eaux de boisson et des eaux déversées dans l'environnement après usage. La présente étude menée de juin 2019 à avril 2020 porte sur l'optimisation de l'efficacité des feuilles de *Moringa oleifera* dans le traitement des eaux usées d'origine hospitalière. Ces eaux ont été traitées avec différentes concentrations (100mg/l, 200mg/l, 300mg/l, 400mg/l, 500mg/L et

600mg/l) de l'extrait aqueux de *Moringa oleifera*. Le suivi des paramètres physicochimiques et parasitologiques à différents temps de décantation a permis de déterminer les conditions optimales et d'évaluer l'efficacité des traitements. Il en ressort qu'en fonction des caractéristiques des eaux, les temps de décantation compris entre 24-36 h sont apparus suffisants pour éliminer la presque totalité des matières en suspension et des colloïdes. Pour le même temps de décantation, l'abattement parasitologique était en moyenne de l'ordre de 99 % pour *Isospora* spp, 94 % pour *Cryptosporidium* spp, 98 % pour *Cyclospora* spp et 96 % pour les oocystes de *Sarcocystis* spp. Au cours du traitement, la baisse de certains paramètres physicochimiques tels que la réduction des teneurs en matières organique biodégradables exprimée par l'oxydabilité et la hausse d'autres paramètres comme le pH, la conductivité électrique et des Solide Totaux Dissout ont facilité la réduction des parasites durant le traitement. Ces résultats indiquent qu'en fonction des concentrations initiales, le traitement des eaux brutes avec l'extrait aqueux des feuillettes de *Moringa oleifera* améliore considérablement la qualité des eaux.

Mots clés: *Moringa Oleifera*, Eaux Usées Hospitalières, Traitement, Oocystes De Protozoaires

Effects of Aqueous *Moringa Oleifera* Extract on the Abundance of Intestinal Protozoan Oocysts in Hospital Wastewater in Yaoundé-Cameroon

*Tsomene Namekong Pierre,
Ajeagah Gideon Aghaindum,
Fotseu Kouam. Arnold,
Asi Quiggle Atud,*

Okoa Amougou Thérèse Nadège,

Département de Biologie et Physiologie Animale, Laboratoire
d'Hydrobiologie et Environnement, Faculté des Sciences, Université de
Yaoundé I, Yaoundé, Cameroun

Kapso Tchouakep Mireille,

Laboratoire de Biologie et Physiologie des Organismes Animaux, Unité de
Biologie Humaine et Santé, Faculté des Sciences, Université de
Douala, Cameroun

Abstract

Access to safe drinking water remains a major concern in sub-Saharan Africa, especially in urban areas where people are confronted with pollution, poor hygiene, inadequate sanitation and lack of appropriate treatment methods

at the household level. Therefore, the integration of biological water treatment processes could be a sustainable alternative in improving the quality of drinking water and water discharged into the environment after use. The present study conducted from June 2019 to April 2020 focuses on optimising the efficiency of *Moringa oleifera* leaves in the treatment of hospital wastewater. These waters were treated with different concentrations (100mg/l, 200mg/l, 300mg/l, 400mg/l, 500mg/L and 600mg/l) of the aqueous extract of *Moringa oleifera*. The monitoring of physico-chemical and parasitological parameters at different decantation times made it possible to determine the optimal conditions and to evaluate the effectiveness of the treatments. The results showed that, depending on the characteristics of the water, settling times between 24-36 hours appeared to be sufficient to eliminate almost all the suspended matter and colloids. For the same settling time, parasitological removal was on average around 99% for *Isospora* spp, 94% for *Cryptosporidium* spp, 98% for *Cyclospora* spp and 96% for *Sarcocystis* spp oocysts. During the treatment the decrease values of some physicochemical parameters such as the reduction of biodegradable organic matter content expressed by oxidability and the increase of other parameters such as pH, electrical conductivity and Total Dissolved Solids facilitated the reduction of parasites during the treatment. These results indicate that, depending on the initial concentrations, treatment of raw water with the aqueous extract of *Moringa oleifera* leaflets significantly improves water quality.

Keywords: *Moringa Oleifera*, Hospital Wastewater, Treatment, Protozoan Oocyst

Introduction

Le développement socio-économique conjugué à la croissance démographique engendre l'augmentation des besoins en eau qui se traduit par l'utilisation excessive des ressources en eau et par la production et le rejet d'un important volume d'eaux usées dans les milieux récepteurs (Teofilović, 2013) constituant ainsi une réelle menace pour l'environnement et la survie sur terre. Il est urgent de mieux traiter ces eaux afin de pouvoir les réutiliser pour d'autres fin comme dans l'agriculture (OMS,1989). Face aux effets souvent mal connus des désinfectants chimiques pour le traitement des eaux dans le monde, les difficultés liées au traitement des eaux usées hospitalières qui contiennent des nombreux agents pathogènes tels les champignons, les bactéries, les virus à l'exemple du corona virus qui représente une très grande menace pour l'humanité (Amoah *et al.* 2020) et des protozoaires (Oocystes) qui sont très résistants dans l'environnement et sont à l'origine de la résurgence de nombreuses maladies.

De nombreux travaux effectués dans le monde ont déjà démontrés l'efficacité de l'extrait du *Moringa oleifera* sur la réduction de la charge bactérienne dans l'eau (Millogo-Koné *et al* ;2010). Cependant très peu de travaux ont déjà été faits sur l'évaluation des effets de cette plante sur les formes de disséminations des protozoaires intestinaux en Afrique centrale or ces derniers sont très résistants. Aux États-Unis, l'estimation des oocystes totaux retrouvés dans les eaux de surface impose les niveaux d'enlèvement et de désinfection aux traiteurs d'eaux. Les coûts additionnels attribués aux ajustements de traitement ont été estimés entre 92 à 133 millions de dollars par année (USEPA, 2005).

L'objectif de ce travail était d'évaluer l'effet de l'extrait aqueux du *moringa oleifera* sur l'abondance des Oocystes de protozoaires intestinaux contenus dans les eaux usées d'origine hospitalières à Yaoundé, Cameroun. Plus précisément il s'est agi de mesurer les paramètres physicochimiques de ces eaux avant et après le traitement, d'isoler et d'identifier les Oocystes présents dans ces eaux avant et après chaque traitement et évaluer le taux d'abattement après chaque traitement

D) Matériels et Méthodes

Sur le site, les échantillons d'eau ont été collectés en triplicata dans des flacons stériles de 20L puis conservés à 4 °C dans des glacières et rapidement transportés au laboratoire pour les traitements et analyses selon les recommandations de Rodier *et al* (2009). L'efficacité des traitements a été évaluée en comparant les caractéristiques des échantillons traités à celles des échantillons non traités et aux normes de référence de l'OMS (1989) pour les eaux environnementales et des eaux de boisson.

I.1-Description du site d'étude

Le site d'étude est situé directement derrière l'hôpital général de Yaoundé où sont déversés les effluents du dit hôpital. Il a pour coordonnées géographiques 3°52'382'' N et 011° 30'421''E, et d'altitude 756 m. Ces eaux se déversent directement dans la nature.

I.2-Préparation

Les feuilles de *M.oleifera* récoltées ont été séchées puis broyées selon la technique décrite par Folkard et Sutherland (2002). La poudre fine obtenue a été utilisée pour la préparation de la solution mère de coagulant de *Moringa oleifera*. Pour cela, 100 g de poudre de feuilles ont été dilués dans 200ml d'eau distillée stérilisée et le mélange a été agité durant une heure afin d'extraire le coagulant, ce mélange a ensuite été filtré à travers un filtre de 100µl de maille. Le filtrat obtenu est séché pendant 24H à l'étuve entre 35-45°C, et l'extrait obtenus a été utilisé pour traiter des eaux.

I.3-Traitement des échantillons d'eaux

Au laboratoire, les échantillons ont été traités en triplicata avec des concentrations croissantes de l'extrait de *Moringa oleifera* afin de pouvoir déterminer les doses adéquates en fonction des caractéristiques des différents échantillons. Pour réaliser le jar-test, 500 mL de chaque échantillon d'eau ont été introduits dans des béchers d'un flocculateur à commande électrique à six postes (FC6S Jar-Test velp Scientifca) suivi de l'ajout des différents volumes de l'extrait. L'agitation des eaux après introduction du coagulant s'est faite en deux phases : une agitation rapide à 150 tours/min pendant cinq minutes et une agitation lente à 45 tours/min pendant 15 minutes. Ainsi six concentrations ont été choisies après plusieurs essais. Il s'agit de 100mg/l noté C1, 200mg/l noté C2, 300mg/l noté C3, 400mg/l noté C4, 500mg/l noté C5, 600mg/l et le témoin noté Te ou C0. Après les échantillons sont laissés pendant 24 à 34 heures à température ambiante au laboratoire, ce temps correspondant au temps de contact. En suite 5ml sont prélevés et introduits dans les tubes pour centrifugation suivie de l'observation au microscope optique.

I.3.Caractéristiques physicochimiques des échantillons d'eaux

Les caractéristiques physicochimiques des échantillons d'eaux brutes ont été déterminées. Les paramètres physicochimiques de potabilité des eaux de boisson ciblés ont été la turbidité, le pH, les concentrations en nitrate, phosphate, azote ammoniacal, l'alcalinité, la matière organique et les matières en suspension. Tous ces paramètres ont été mesurés avant, puis 24 heures après traitement pour tous les échantillons afin de déterminer les conditions optimales et les facteurs influençant le traitement. Les autres paramètres ont été déterminés aux conditions optimales afin d'évaluer l'effet des traitements sur la composition physicochimique des eaux.

Le pH et les TDS ont été mesurés à l'aide d'un multi-paramètre portatif de marque HANNA modèle 9839 ; et la température avec un thermomètre à alcool.

Les dosages des concentrations en couleur et MES ont été réalisés par la méthode de spectrophotométrie avec le spectrophotomètre Lange Hach DR 2010, selon les méthodes 8051, 8039, 8507 respectivement pour l'azote ammoniacal, nitrate et phosphate du manuel des spectrophotomètres DR (2000, 2010).

L'oxydabilité a été mesurée par volumétrie. Dans un erlenmeyer de 500 ml ont été introduits 200 ml d'échantillon d'eau brute, puis 2 ml de carbonate monosodique et l'ensemble a été porté à ébullition sur une plaque chauffante. Dès le début de l'ébullition, 20 ml de KMnO_4 N/80 ont été ajoutés.

Dix (10) minutes après le début de l'ébullition, l'erenmeyer a été refroidi à l'eau courante, puis 5 ml de H₂SO₄ à 25% et 20 ml de sel de Mohr y ont été ajoutés successivement. L'échantillon décoloré a ensuite été titré au KMnO₄ N/80 jusqu'à obtention d'une couleur rose persistante. L'échantillon témoin est préparé dans les mêmes conditions, mais avec de l'eau distillée. L'oxydabilité exprimée en mg/l de O₂ s'obtient par la formule ci-dessous :

$$\text{Oxydabilité (mg/l de O)} = \frac{(q - q^0)}{2} \times 3,95$$

Avec q= descente burette de l'échantillon et q₀= descente burette témoin

I.4-Characterisation microbiologique des eaux

Les Oocystes de parasites ont été concentrés et dénombrés au microscope optique suivant les méthodes recommandées par l'OMS (2019).

I.4.1-Méthode de sédimentation

Après homogénéisation du culot, 5ml de l'échantillon (témoins et tests) sont prélevés et introduits dans un tube à essai. Le mélange obtenu est porté à la centrifugation à 1500 tours/min pendant 5 min à l'aide d'une centrifugeuse. Après quoi le surnageant est rejeté et le culot est prélevé goutte par goutte et observé au microscope optique après ajout du colorant vital.

I.4.2-Coloration de Ziehl-Nielsen modifiée

Pour la coloration de Ziehl-Nielsen modifiée. Une solution de sulfate de zinc à 33 % (densité spécifique de 1,18) qui permet la flottaison est ajoutée à 5 mL de culot contenu dans des tubes à essai pour favoriser la flottaison des organismes, l'ensemble est centrifugé à 500 trs/min pendant 10 minutes. Le surnageant est prélevé à l'aide d'une micropipette et posé sur des lames porte-objets. Après fixation au méthanol et coloration à la fuchsine basique, la lame est rincée à l'eau puis à l'acide sulfurique 2 %. Ensuite, une contre-coloration au vert de malachite est réalisée suivi du rinçage à l'eau avant séchage à l'air.

I.4.3-Identification et dénombrement des kystes et des Oocystes

Les Oocystes ont été identifiés à l'aide des planches de l'OMS (1994, 2019). Les mesures des dimensions ont été faites grâce au micromètre que porte l'un des oculaires du microscope. un nombre (X) d'oocystes parasites a été trouvé dans 11 d'échantillon en utilisant la formule suivante (Ajeegah *et al.*, 2010 et Ajeegah *et al* 2014) :

$$X = \frac{y \cdot V_x}{V_y}$$

Avec : V_x= volume du culot dans 11 d'échantillon, V_y= volume du culot utilisé pour observation, y= nombre de kystes observés dans V_y.

Pour évaluer l'effet des désinfectants sur les différents oocystes, le taux d'abattement a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{Taux d'abattement(\%)} = \frac{\text{Nombre d'oocystes avant traitement} - \text{Nombre d'oocystes après traitement}}{\text{Nombre d'oocystes avant traitement}} \times 100$$

II) Résultats et discussions

II.1 Echantillon brute

L'eau utilisée pour cette étude à un pH proche de la neutralité (entre 7 et 7,2). Une conductivité électrique, une Couleur, des MES ainsi que les TDS élevés. Ceci serait lié à leur origine (Tableau 1).

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques du coagulant et des eaux brutes

Conductivité électrique (µS /cm)	MES (mg/l)	Couleur (PICo)	Oxydabilité (mg d'O ₂ /l)	pH (U.C)	TDS (mg/l)
1913	1080	4380	14,22	7,02	955

II.2 Effet du traitement sur les paramètres physico-chimiques des eaux

Le traitement de l'échantillon a entraîné une baisse des concentrations de matières organiques, de la Couleur et des matières en suspension. Le test de corrélation entre la Couleur et celle des MES a montré que ces paramètres suivent une tendance significativement positive. Les corrélations (r) obtenues sont de 0,577 pour la Couleur et les MES, 0,893 pour la conductivité électrique et les TDS (Tableau 4). Les concentrations initiales en matières organiques et MES étant très élevées pour cet échantillon, la coagulation-floculation a entraîné également leur sédimentation. Il ressort ainsi que les taux de matières organiques et MES influencent l'efficacité du traitement.

La figure 1 présente les résultats de l'analyse de variance des concentrations de la Couleur, MES et des TDS des eaux déterminées avant et aux conditions optimales de traitement. La figure 2 présente les résultats de l'analyse de variance des concentrations de l'oxydabilité, conductivité électrique et pH. Il en ressort que le traitement a un effet très significatif sur tous les paramètres ciblés (p<0,0001). Une baisse très significative des concentrations MES, de l'Oxydabilité et la Couleur a été observée pour tous les échantillons, contre une augmentation de celles de la conductivité électrique et des TDS.

Avant et après chaque traitement, les variations du pH enregistrées sont comprises respectivement entre 1,2-1,5 unité pH (figure 2C). Ainsi, la composition chimique des eaux évolue peu après traitement au M. oleifera (Folkard, 1997). Ceci est en parfait accord avec nos résultats qui indiquent que le traitement influe peu sur le pH de l'eau dont la variation n'est pas statistiquement significative. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Kabore *et al* (2013) dans les eaux usées du Boukina Faso.

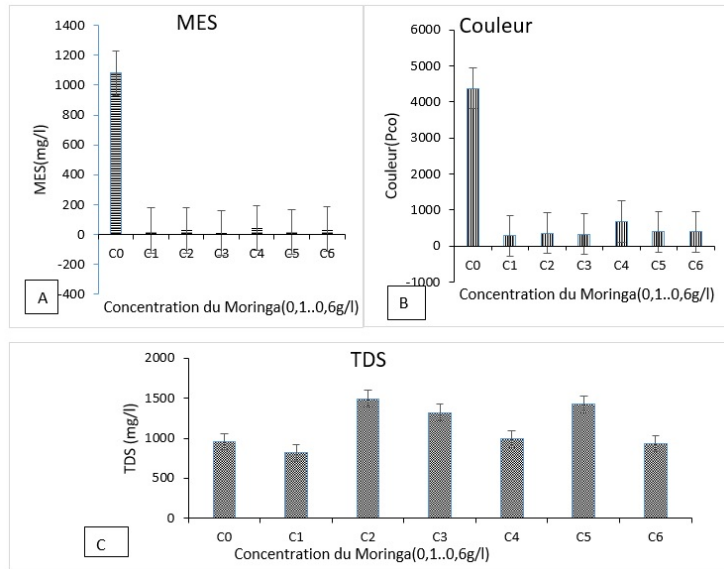


Figure 1: Evolution de la variation des MES (A), de la Couleur (B) et des TDS (C) en fonction de la concentration du moringa (C0 = témoin, C1 = 100mg/l, C2 = 200mg/l, C3 = 300mg/l, C4 = 400mg/l, C5 = 500mg/l et C6=600mg/l).

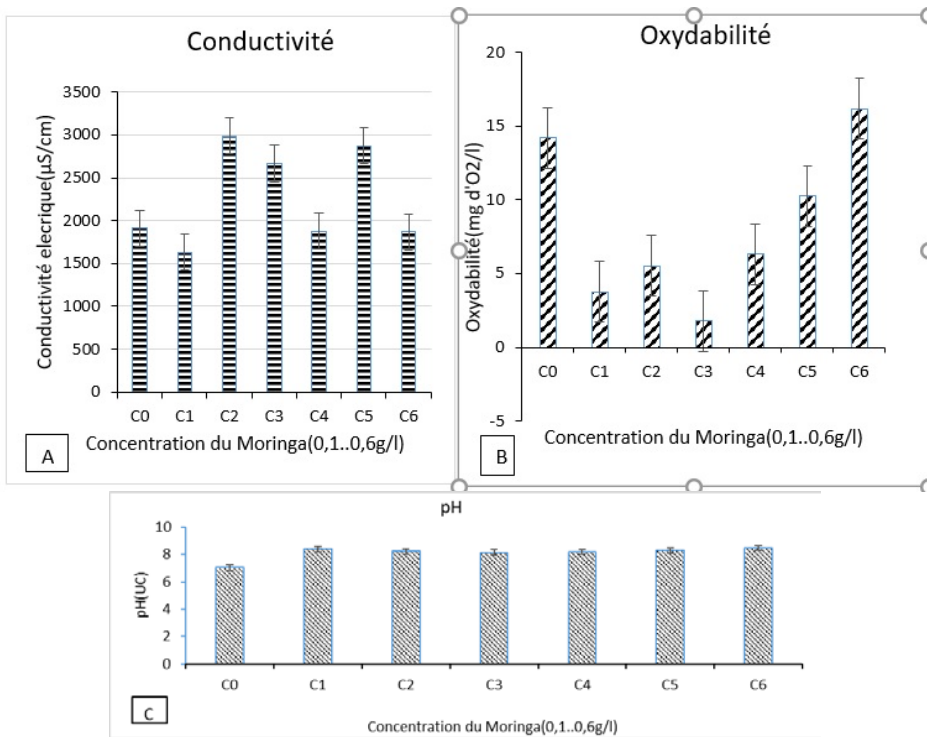


Figure 2 : Evolution de la Conductivité électrique (A), de l'Oxydabilité (B) et du pH (C) en fonction et de la concentration du moringa (C0=témoin, C1=100mg/l, C2=200mg/l, C3=300mg/l, C4=400mg/l, C5=500mg/l et C6=600mg/l)

La coagulation avec des feuillets de *M. oleifera* est basée sur l'adsorption et la neutralisation dans l'eau de particules chargées négativement (colloïdes) et de métaux par des charges positives des protéines actives (Vikashni et al., 2012). Ceci explique le taux d'abattement très élevé des MES (97,5%), de la Couleur(92%) et de l'Oxydabilité (55%) (Tableau2)

Le temps de décantation de 24heures a permis une élimination très significative des MES des eaux. Bien que des temps de décantation de 36 heures donnent les meilleures valeurs de turbidité, la qualité organoleptique des eaux est fortement affectée (odeur, goût, aspect) du fait de la présence de la matière organique des feuillets de *M. oleifera*. En accord avec nos résultats, Jahn (1988) a conseillé une décantation de 1-2 heures, afin d'éliminer les particules et les microorganismes résiduels en suspension.

Tableau 2 : Taux d'abattement des variables physicochimiques

Concentration	Oxydabilité (mg d'O ₂ /l)	Couleur (PtCo)	MES (mg/l)
C1	-13,92	93,5	97,5
C2	61,1	91,8	97,4
C3	73,41	92,37	98,9
C4	55,55	84,56	95,7
C5	27,76	90,93	98,5
C6	49,92	90,93	96,6

Les teneurs en parasites pathogènes d'origine fécale des eaux avant et après traitement au *M. oleifera* sont présentées par la **figure 3**. L'analyse parasitaire de surnageant des échantillons d'eau traités a montré une élimination très importante de tous les germes au bout de 24 heures de décantation.

II.2. Évolution des indicateurs Parasitologiques dans les échantillons d'eau en fonction du traitement au *Moringa oleifera*

L'efficacité du traitement sur les formes de dissémination des protozoaires parasites est fonction du degré de pollution initiale des eaux. De même, les abattements des oocystes sont fonction des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques initiales de l'eau brute et proportionnels à l'abattement de la turbidité (Bratby,2006). En effet, étant donné que les microorganismes sont rattachés aux particules en suspension, leur sédimentation entraîne également celle des microorganismes. Ces facteurs expliquent ainsi les déférences observées au niveau des abattements obtenus. Ainsi, plus la clarification est parfaite et la qualité microbiologique initiale acceptable, plus la qualité microbiologique de l'eau traitée est

meilleure (Kabore et al., 2013). Les abattements obtenus pour cet échantillon (Tableau 3) ont été en moyenne de l'ordre de 99 % pour *Isopora* spp, 94% pour *Cryptosporidium* spp, 98% pour *Cyclospora* spp et 96% pour *Sarcocystis* spp. Ces résultats seraient directement liés à la nature de la paroi de chaque oocyste. En effet *Cryptosporidium* est très abondant dans la nature et très résistant aux désinfectants par rapport à sa petite taille et à sa double paroi (Tsoméné et Ajeegah, 2020 ; Santé Canada, 2017) ; raison pour laquelle même à une concentration de 600 mg/l un abattement de 100% n'a pas été obtenu. *Isopora* se caractérise par une grande taille (25 à 35µm x 11 à 16µm) et trois formes dans l'environnement. La forme ovoïde immature a un sporoplaste, la forme ovoïde mature a deux sporoplastes et la forme ovoïde terminale dispose de deux sporoplastes également qui quittent le centre pour le pôle de la cellule (Ajeegah *et al.*, 2015). La nature de la forme caractérise la résistance ; raison pour laquelle un abattement de 100% a été obtenu à une concentration de 300mg/l.

Les oocystes de *Cyclospora* spp. sont circulaires avec une double paroi lisse, à l'intérieur de ceux-ci, se trouve un amas verdâtre appelé morula (Anses,2014). Leur taille varie de 7 à 10 µm ce qui les rend un peu plus résistants avec un taux d'abattement de 100% à une concentration de 500 mg/l. Les sporocystes de *Sarcocystis* spp. se présentent sous une forme ovoïde et contiennent des sporozoïtes. Leur coque est mince et leur taille fluctue entre 10 et 15 µm x 9 à 10µm (Asi *et al.*, 2021) d'où le taux max a été obtenu à partir de C6.

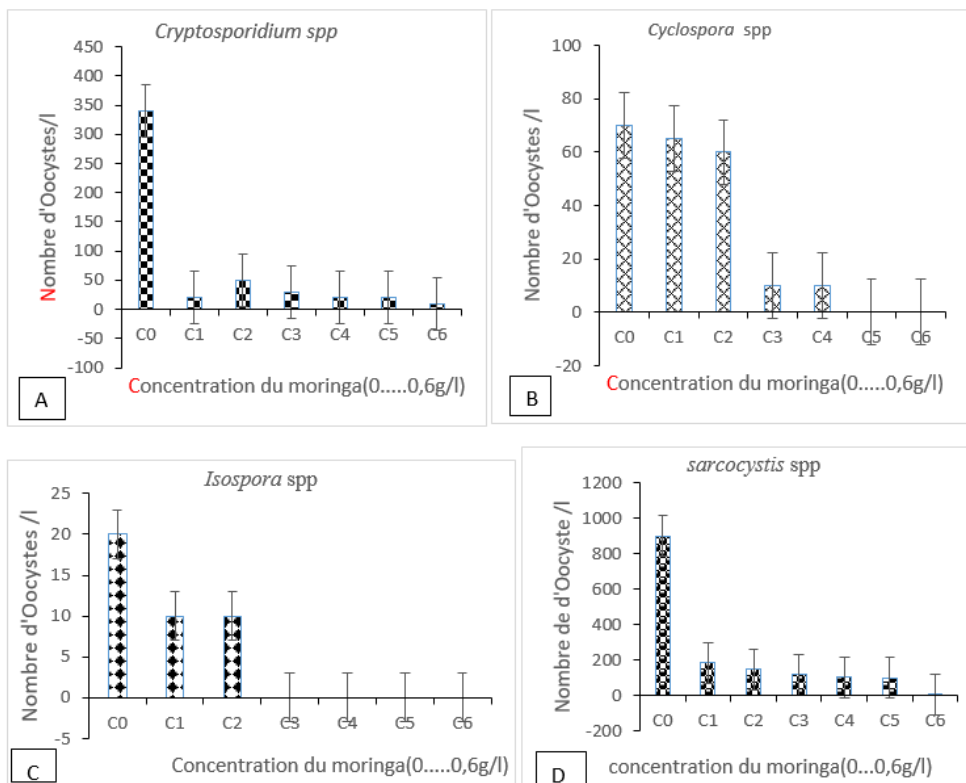


Figure 3: Evolution de la densité parasitaire en fonction de la concentration du moringa : *Cryptosporidium* spp (A), *Cyclospora* spp (B), *Isospora* spp (C) et *Sarcocystis* spp (D)

Tableau 3 : Taux d'abattement en % des différents oocystes

Concentration	<i>Cryptosporidium</i> spp	<i>Cyclospora</i> spp	<i>Isospora</i> spp	<i>Sarcocystis</i> spp
C1	85,3%	7,14%	50%	79,33%
C2	91,2%	14,28%	50%	83,5%
C3	91,2%	85,7%	100%	86,66%
C4	94,11%	85,7%	100%	88,22%
C5	94,4%	100%	100%	88,88%
C6	97%	100%	100%	98,8%

Tableau 4 : Corrélations entre les différents paramètres

	TDS	Conductivité	MES	Couleur	pH	Oxydabilité
TDS (mg/l)	1,000					
Conductivité (μS/cm)	0,893**	1,000				
MES (mg/l)	-0,321	-0,536	1,000			
Couleur (PICo)	0,036	-0,270	0,775*	1,000		

PH	-0,321	,071	- 0,214	-0,396	1,000	
Oxydabilité	-0,643	-0,679	0,286	0,126	0,286	1,000
Cryptosporidium spp	0,408	0,037	0,148	0,150	- 0,815*	-0,148
Cyclospora spp	-0,236	-0,473	0,364	-0,018	- 0,491	0,346
<i>Isospora</i> spp	-0,179	-0,418	0,418	0,060	- 0,299	0,478
<i>Sarcocystis</i> spp	-0,143	-0,393	0,214	-0,090	- 0,536	0,321

*= corrélation significative au seuil 5 %

**= corrélation significative au seuil 1 %

Les effets du *Moringa oleifera* ont été observés directement sur les oocystes durant cette étude. C'est à la suite de ces observations que ressort la confirmation selon laquelle, la molécule de **quercétine** serait responsable de la destruction des oocystes et agit premièrement au niveau de la surface constituée de Glycocalyx et de la double paroi riche en hydrocarbonates (Figure 4).

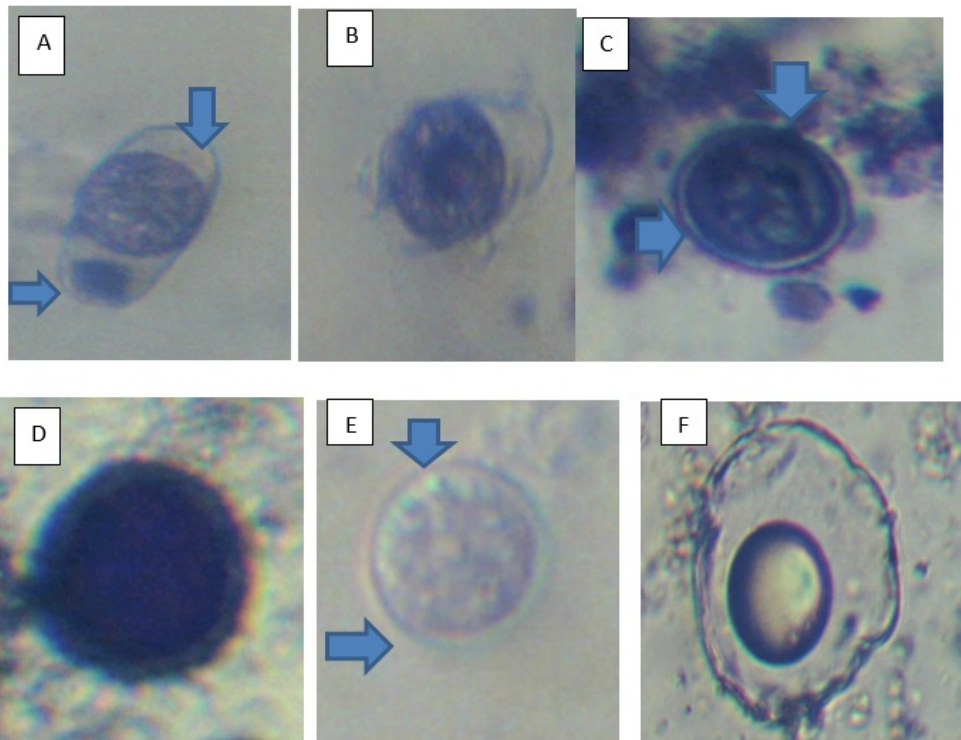


Figure 4 : Photos au microscope optique des oocystes avant et après le traitement (A et B =*Isospora* spp[30µm] ; C et D= *Cyclospora* spp [9µm]; E et F= *Cryptosporidium* spp[4µm])

Conclusion Et Recommandations

Dans ce travail, il était question d'étudier la mise en évidence des effets de l'extrait aqueux des feuillettes de *Moringa oleifera* sur l'abondance des formes de résistances des protozoaires intestinaux des eaux usées de l'Hôpital Général de Yaoundé. L'isolement et l'identification des différentes formes d'oocystes des protozoaires intestinaux a permis de recenser les espèces *Cryptosporidium* spp, *cyclospora* spp, *Isospora* spp et *sarcocystis* spp. Les méthodes simples et peu coûteuses de traitement des eaux sont un critère essentiel de la durabilité des processus dans les pays en développement. Les plantes utilisées pour la floculation doivent être faciles à produire, leur coagulant facile à doser, cultivables dans de nombreux pays et dans un espace réduit et ne doivent pas présenter de toxicité. Les feuilles de *Moringa oleifera* répondent très bien à ces caractéristiques. *Moringa oleifera* est cultivable particulièrement de façon intensive et est adaptée à la majorité des zones tropicales. L'efficacité des feuillettes est démontrée dans ce travail par la réduction des parasites dans l'échantillon d'eau brute, dont le traitement permet une nette amélioration de la qualité des eaux.

References:

1. Ajeegah G., Njine T., Bilong Bilong C., Foto Menbohan S., Wouafo N., Nola M., Di G., Huw S. 2010. Seasonal distribution of Enteric Opportunistic *Cryptosporidium* Spp. Oocysts and *Giardia* Spp. Cysts in a tropical water basin, Cameroon. *Water*, 2: 44-57.
2. Ajeegah G., Foto Menbohan S., Talom S., Ntwong M., Tombi J., Nola M., Njine T. 2014. 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*, 120 p.
3. Ajeegah G., Karie M. 2015. Dynamique de l'abondance des oocystes d'*Isospora belli* dans un milieu aquatique en zone tropicale (Cameroun). *Journal of Microbiology Methods*, 88 : 61-155.
4. Anses (Agence nationale de Sécurité Sanitaire alimentation, environnement, travail).2014. Caractéristiques et sources de *Cyclospora cayetanensis*; Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments Janvier 2014.
5. ASI. Q. Atud., Ajeegah. G. Aghaindum., Amougou. T.N. Okoa. 2021. Abundance Dynamic of Oocysts in the Groundwater of Mbankomo, a Sub-urban Area Yaounde: Physico-chemical Factors and Health Risk. *Société de pathologie exotique et Lavoisier SAS*. DOI 10.3166/bspe-2021-0155

6. Bratby J. 2006. Coagulation and flocculation in water and wastewater treatment. Seconde édition, IWA Publishing, Londres, 450 p.
7. Isaac Dennis Amoah., Sheena Kumari., Faizal Bux. 2020. Coronaviruses in wastewater processes: Source, fate and potential risks. *Environment International* 143 (2020) 105962
Foild n., H.P.S. Makkar et K. Becker. 2002. Potentiel du Moringa oleifera pour les besoins agricoles et industriels. Dans : Potentiel de Développement Pour Les Produits de Moringa. Acte de l'Atelier International de Dar es Salam Saint-Sauveur, Appora, Besse et Fuglie, 29 octobre-2 novembre 2001, Tanzanie, (Cd-Rom) MONTPELLIER (éditeur)
8. Folkard g. 1997. Te development of the Moringa oleifera and stenopetala tree to provide valuable products: coagulant for water/wastewater treatment and vegetable oil. Rapport à la Commission Européenne, Dg 12, projet de recherche N° TS3CT94-0309, période 1995-1997.
9. Kabore, A., Savadago, B., Rosillon, F., Straore, A. S. & Dianou, D. 2013. Optimisation de l'efficacité des graines de moringa oleifera dans le traitement des eaux de consommation en Afrique sub-saharienne : cas des eaux du Burkina Faso. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 26 (3), 209–220. <https://doi.org/10.7202/1018786ar>
10. Jahn s.a.A. 1988. Using Moringa seeds as coagulants in developing countries. *J. AWWA*, 80, 43-50.
11. Millogo-Koné H., Kini B. F., Yougbaré Z., Yaro M. B., Sawadogo M. 2010. Etudes de la phytochimie et de l'activité antimicrobienne in vitro des feuilles de Moringa oleifera (Moringaceae).
12. OMS, 1989. L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture : recommandations a avisées sanitaires. Rapport d'un groupe scientifique de l'OMS. Organisation Mondiale de la Santé, Rapport technique n°778, Genève.
13. OMS. 1994. Planches pour le diagnostic des parasites intestinaux. Genève, 29 p.
14. OMS. 2019. Bench Aids for the Diagnosis of Intestinal Parasites, 2nd Edition. Genève. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
15. Rodier J., Legube B., Merletet N., Brun R., Mialocq J-C., Leroy P., Houssin M., 2009. L'analyse de l'eau (Editions). Dunod, Paris, 9^e édition entièrement mise à jour. 1 -1579.

16. Santé Canada. 2017. Protozoaires entériques dans l'eau potable : *Giardia* et *Cryptosporidium* Document de consultation publique, 4p.
17. Teofilović V., Pavličević J., Bera O., Jovičić M., Budinski-Simendić J., Mészáros Szécsényi K., Aroguz A. 2013. The preparation and thermal properties of chitosan/bentonite composite beads. *Hem. ind.* 68 (6): 653–659.
18. Tsomene namekong Pierre and Ajeegah Gideon Aghaindum. 2020. Bio Evaluation of the Quality of Underground Water by the Intestinal Protozoan in an Equatorial Zone (Yaounde, Cameroon). *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)* ISSN: 2509-0119. Vol. 23 No. 1, pp. 358-368
19. Vikashni N., M. Matakite., K. Kanayathu et S. Subramanium. 2012. Water purification using *Moringa oleifera* and other locally available seeds in Fiji for heavy metal removal. *Int. J. Appl. Sci. Technol.*, 2, 125-129.