

Qualité Physico-Chimique Et Bactériologique D'un Système Lotique En Milieu Rural : Cas De La Rivière Gbecheho De Moutcho (Agboville, Cote D'Ivoire)

Yapo Toussaint Wolfgang¹, Gbagbo Tchape Aubin¹, Kpaibe Sawa Andre Philippe^{1,2}, Kouassi-Agbessi Therese Brah^{1,2}, Amin N'cho Christophe^{1,2}

¹Institut National d'Hygiène Publique, Abidjan, Côte d'Ivoire

²Département de Chimie analytique - Bromatologie, Chimie général, Chimie Minérale, Science Pharmaceutique et Biologique, Sciences Training and Research Unit, Felix Houphouet-Boigny University, Abidjan, Côte d'Ivoire

*Corresponding author : twolfgang2y@gmail.com



Résumé – En vue d'offrir des éléments de base pour mieux apprécier la qualité des eaux de la rivière Gbecheho, nous avons procédé à une caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux de cette rivière. Pour ce faire, des données ont été collectées pendant la période de Novembre 2017 à Décembre 2018 au niveau de différents sites d'échantillonnage. Sur ces échantillons, les paramètres physico-chimiques classiques ont été déterminés par des méthodes électrochimiques, colorimétriques et l'analyse microbiologique a été réalisée par la technique de filtration membranaire.

Les résultats ont montré que les eaux analysées sont faiblement minéralisées et contenaient toutes des germes indicateurs de pollution fécale. La non-conformité de ces eaux était liée à la turbidité, à la température, au fer total, au chlore résiduel, au nitrite et aux germes suivants :

E coli, *E faecalis*, Coliforme totaux, Coliforme Thermo tolérants, *Pseudomonas*, Anaérobies sulfito-réducteurs. Ainsi, pour minimiser des éventuels risques sanitaires, l'adoption des mesures d'hygiène est à envisager en vue de préserver la santé des populations.

Mots clés – Physico-chimie, Bactériologie, Système lotique, Rivière Gbecheho, Milieu rural.

Abstract – In order to provide basic elements to better appreciate the quality of the waters of the Gbecheho river, we carried out a physico-chemical and bacteriological characterization of the waters of this river. To do this, data was collected during the period from November 2017 to December 2018 at different sampling sites. On these samples, the classic physico-chemical parameters were determined by electrochemical and colorimetric methods and the microbiological analysis was carried out by the membrane filtration technique.

The results showed that the water analyzed was weakly mineralized and all contained germs that were indicators of faecal pollution. The non-compliance of these waters was related to turbidity, temperature, total iron, residual chlorine, nitrites and the following germs: *E coli*, *E faecalis*, Total coliforms, Thermo-tolerant coliforms, *Pseudomonas*, Sulphite-reducing anaerobes. Thus, to minimize possible health risks, the adoption of hygiene measures must be considered in order to preserve the health of populations.

Keywords – Physico-chemistry, Bacteriology, Lotic system, Gbecheho River, Rural environment.

I. INTRODUCTION

L'eau est un élément essentiel au fonctionnement de tout écosystème et des activités humaines (agriculture, industrie, usage domestique, loisirs) [1]. En effet, Les écosystèmes d'eau douce sont des compartiments naturels nécessaires pour la continuité de la vie [2]. Ils sont essentiels pour diverses activités telles que l'approvisionnement des municipalités en eau potable, l'industrie, l'agriculture et les loisirs. Malheureusement, ils sont parmi les écosystèmes les plus sérieusement menacés par l'impact des

activités anthropiques au cours de ce dernier siècle [3, 4, 5]. Cela est dû au fait que la croissance démographique accompagnée d'une urbanisation rapide cause de nombreuses perturbations pour les milieux naturels [6]. De ce fait, la fragilité et la vulnérabilité des ressources en eaux sont mises en exergue au moyen des facteurs naturels tels que la variabilité hydro-climatique, combinés à divers facteurs anthropiques (pression démographique, pratiques agricoles, et des systèmes d'assainissement) [7]. Ainsi l'étude de la qualité des cours d'eau permet de caractériser les éléments qui dégradent leur qualité, menacent la vie aquatique et par ricochet mettent en péril la santé des populations [8]. Selon l'OMS [9], 10 à 25 millions de décès, dont 5 millions d'enfants dus à la diarrhée, peuvent être dû aux mauvaises conditions sanitaires. En effet, la concentration de ses éléments détermine sa qualité et permet de savoir si elle convient ou non à un usage particulier. Pour ce qui est des éléments minéraux, ils sont de nature diverse, à l'état dissout ou en suspension (bicarbonates, sulfates, sodium, calcium, magnésium, potassium, azote, phosphore, aluminium, fer [10]. Ils proviennent du sol, du sous-sol, de la végétation, de la faune, des précipitations et des eaux de ruissellement drainant le bassin versant, ainsi que des processus biologiques, physiques et chimiques ayant lieu dans le cours d'eau lui-même. Ce qui n'est pas sans incidences sur les écosystèmes naturels [10].

En côte d'ivoire et particulièrement à Agboville, nous avons la rivière Gbecheho qui est un cours d'eau fortement anthropisé. Cette anthropisation se justifie par de nombreuses activités qui se développent tout au long de son bassin versant. Dans ces conditions, l'insuffisance d'hygiène et d'assainissement, va compromettre la qualité des eaux et constituer une menace non seulement pour les ressources halieutiques mais aussi pour la santé des populations. C'est dans cette optique que cette étude a été menée pour un meilleur contrôle de la qualité de cette source d'eau afin de préserver la santé des populations.

II. MATERIEL ET METHODES

1. Matériel

1.1 Localisation de la zone d'étude

La rivière de Moutcho fait partie du bassin versant de l'Agneby qui est sous l'influence du climat de transition équatorial marqué par quatre saisons : une longue saison sèche qui débute (décembre à mars) suivie d'une longue saison des pluies, (avril à juillet) et une courte saison des pluies (octobre à novembre) qui alterne avec une courte saison sèche (août à septembre)..

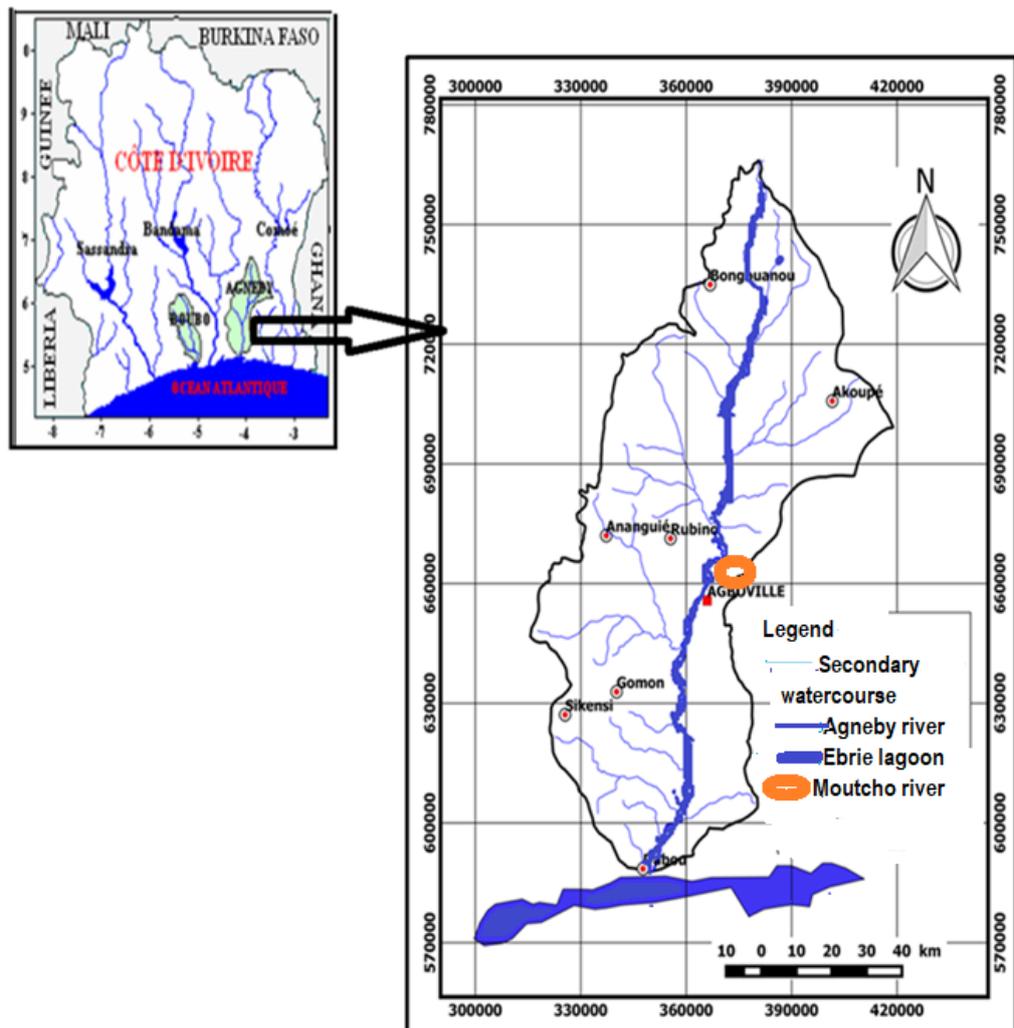


Figure 1: Carte de la rivière de Moutcho (Gbecheho)

1.2. Appareil

Les différents appareils de mesure sont constitués d'un photomètre Palintest (Grande-Bretagne), d'un turbidimètre pour les paramètres physico-chimiques, d'un pH-mètre, d'un conductimètre et d'un dispositif de filtration membranaire pour les paramètres bactériologiques.

1.3. Echantillonnage

L'échantillonnage des eaux s'est fait dans les 72 (soixante-douze) puits et un (1) forage qui compte le village. Les prélèvements d'échantillons ont été effectués dans des flacons en polyéthylène de 1000 ml pour les paramètres physico-chimiques et de 500 ml pour les paramètres microbiologiques.

1.4 Réactifs

Les réactifs utilisés étaient de qualité analytique. Milieux de culture Rapid'E. coli 2 Agar, BEA agar (Bile Aesculin Azide) et TSN agar (Tryptone Sulfite Neomycin) de la marque BIORAD ont été utilisés pour le dénombrement des marqueurs de contamination fécale. Les réactifs de mesure des paramètres chimiques étaient de la marque PALINTEST (Grande Bretagne).

2. Méthodes

2.1. Collecte, transport et stockage des échantillons

Les échantillons ont été conservés dans une glacière à l'abri de la lumière à une température comprise entre 4°C et 8°C et transportés au laboratoire en respectant la chaîne du froid par des packs de glace.

I.2.2. Analyses physico-chimiques Les paramètres physico-chimiques ont été déterminés par les méthodes suivantes :

- Le pH est mesuré avec un pH-mètre numérique de laboratoire de type HACH équipé d'une électrode combinée (Bioblock Scientific) (FAS, 1997) [11] ;
- La conductivité est mesurée à l'aide d'un conductimètre de type HACH (AOAC, 1990) [12] ;
- La turbidité est déterminée par néphélométrie de type HACH (AOAC, 1990) [12] ;
- La titrimétrie a été utilisée pour déterminer la matière organique (FAS, 1997) [11].
- Les sels minéraux et la couleur ont été déterminés par colorimétrie à l'aide d'un photomètre Palintest 7100 SE équipé de filtres et de courbes d'étalonnage préprogrammées. Les longueurs d'onde opérationnelles varient entre 410 nm et 640 nm. La procédure suivie est celle du fabricant. Les sels minéraux recherchés étaient les nitrites, nitrates, fluorures, fer, manganèse, titre alcalimétrique complet (TAC), degré hydrotimétrique total (DHT), ammonium, sodium, magnésium, calcium, sulfates, potassium, bicarbonate, zinc.

I.2.3. Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques ont permis d'identifier et de dénombrer les coliformes totaux (CT), les coliformes thermotolérants (CTh), *Escherichia coli* (*E. coli*), *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*), *Pseudomonas* sp et les germes anaérobies sulfite-réducteurs. Ces microorganismes ont été identifiés et dénombrés en filtrant des aliquotes homogènes de 100 ml et 50 cl (germes anaérobies sulfite-réducteurs) sur une membrane dont le diamètre des pores est de 0,45 µm. Les membranes ont ensuite été placées sur des milieux de culture sélectifs pendant 24 heures à 37°C dans une étuve thermostatique. Les milieux suivants ont été utilisés : Gélose BEA (Bile Aesculine Azide) (Milieu sélectif utilisé pour l'isolement et le dénombrement des entérocoques par la méthode classique de dénombrement en boîte de Pétri) des Streptocoques fécaux, Rapid'E. coli 2 Agar (milieu de culture pour l'identification d'*E. coli*) pour les coliformes totaux, gélose TSN (Tryptone Sulfite Neomycin) pour *Clostridium* sulfite-réducteur et milieu pseudosel ou cétrimide pour *Pseudomonas*.

III. RESULTATS

3.1 Paramètres physico-chimiques

Au plan physico-chimique, les eaux de la rivière ont globalement une faible minéralisation avec une conductivité moyenne de 82,5 µS/cm et un pH acide pour certains échantillons. La répartition des échantillons en fonction de la conductivité a montré une prédominance d'eaux très faiblement minéralisées (Tableau I). Les teneurs maxima des paramètres physico-chimiques en comparaison à la norme ont montré que le fer, la température, la turbidité, le chlore résiduel, les dérivés azotés nitrites ont présenté des non-conformités.

Tableau I: Physico-chemical parameters of the waters of Gbecheho

Paramètres	Min	Med ± ET	Max	WHO (2008)
Turbidité (UTN)	25,1	43,9±12,051	67,5	≤5
Conductivité (µS/cm) UTN)	35,8	82,5±37,779	175,5	100-1000
pH	5,98	6,99±0,427	7,69	6,5-8,5
T (°C)	23,3	26,6±2,831	34,5	25
Fer (mg/L)	0,85	1,5±1,323	6,25	≤ 0,3
CL (mg/L)	2,7	4,7±3,045	15	0

Nitrite (mg/L)	0,01	0,08±0,046	0,17	≤0,1
Nitrates (mg/L)	0,48	1,1±0,395	1,9	≤50
Ammonium (mg/L)	0,01	0,22±0,220	0,8	≤ 1,5

3.2 Paramètres bactériologiques

Au niveau bactériologique, les analyses des eaux de la rivière de Moutcho ont indiqué la présence de germes de type coliformes, entérocoques, ASR et Pseudomonas. Ces microorganismes ont atteint des valeurs maximales de 27300 UFC/100 ml pour les coliformes totaux, 27300 UFC/100 ml pour *E. coli*, 15800 UFC/100 ml pour *E. faecalis*, 14 UFC/100 ml pour ASR et 9 UFC/100 ml pour Pseudomonas (tableau II).

Tableau II: Paramètres bactériologiques des eaux de Gbecheho

Paramètres	Min	Med	Max	WHO
C T	400	1600	27300	0
C TH	400	1600	27300	0
<i>E coli</i>	400	1000	27300	0
<i>E. faecalis</i>	11	2300	15800	0
ASR	0	3	14	0
Pseudomonas	0	0	9	0

3.3 Etude de corrélation entre différents paramètres de la rivière

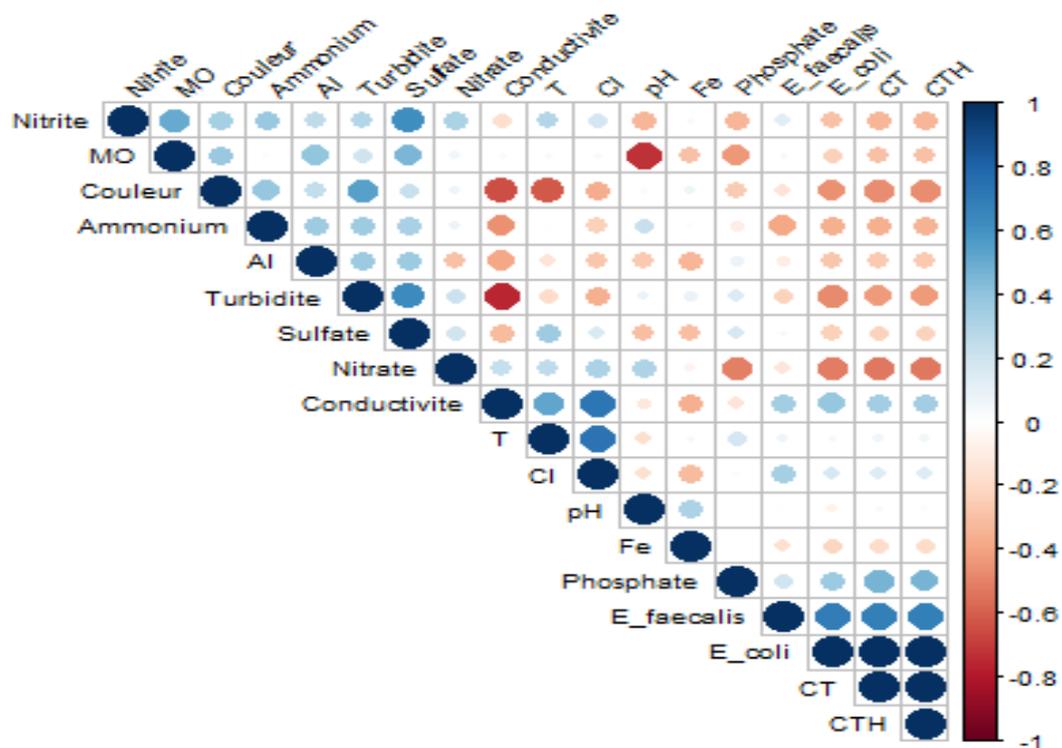


Figure 2 : Corrélation entre les valeurs des différents paramètres de l'eau de la rivière de Moutcho

Une corrélation positive a été trouvée entre les coliformes et les phosphates d'une part et la conductivité d'autre part. Par ailleurs, il y avait une corrélation négative entre les coliformes et les nitrates, la turbidité, la couleur (Figure 2).

IV. DISCUSSION

Les paramètres physico-chimiques ayant fait objet de la présente étude ont servi à l'évaluation de la qualité des eaux de la rivière Gbecheho du village Moutcho. Pour ce qui est de la température, c'est un facteur clé qui régule la croissance des populations de zooplancton [13]. Elle influence les processus biologiques dans les systèmes aquatiques [14, 15]. Des températures moyennes allant de à 34,5°C ont été enregistrées pour la rivière Moutcho, au cours de la période d'étude. Les valeurs de la température relevées lors de cette étude sont proches des valeurs relevées pour les eaux des régions tropicales chaudes [16]. Selon Beldjilali [17], les valeurs de température élevées ne sont pas nocives pour la santé humaine, mais elles jouent un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique des bactéries.

Le pH d'une eau représentant son acidité ou son alcalinité est lié à la nature du terrain traversé [18, 19]. En effet, cette acidité des eaux dépend en grande partie des rejets transportés. Ceci peut être également dû à un apport en acides humiques et fulviques résultant du lessivage des sols par les précipitations [20]. Le pH, est influencé par l'environnement traversé par la rivière notamment, la composition minérale, le type de sol [21, 22]. Les résultats du pH dans le cadre de cette étude montrent des échantillons d'eau de la rivière qui ont des valeurs qui atteignent 5, 9 pour certains échantillons. Ces valeurs concordent aussi avec celles relevées sur d'autres cours d'eau qui traversent les zones à activités anthropiques intenses [23, 24]. Selon Blinda [25], des pH compris entre 5 et 9 permettent un développement normal de la faune et de la flore.

Le paramètre de conductivité a permis d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement [26]. Pour ce qui est des eaux de la rivière, nous avons des valeurs comprises entre 35,8 et 175,5. Cette faible minéralisation est fonction de la solubilité des composés dissous et dissociés. Selon Ben Moussa [27], une faible conductivité électrique pour un cours d'eau est également synonyme d'une faible minéralisation des sels en présence dans le milieu. Néanmoins, une conductivité électrique élevée selon certains auteurs ne favorise pas le développement et la prolifération du zooplancton [28].

Pour la turbidité, nous avons des valeurs qui atteignent 67 UNT. Ces valeurs sont au-delà des recommandations de l'OMS [8]. Elles auraient pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons, particules fibreuses ou organique, micro-organismes) [29]. De ce fait selon Pritchard [30], une eau ayant une forte turbidité pourrait héberger des microorganismes.

En ce qui concerne les nitrates, ils proviennent de l'oxydation des ammoniums en nitrites puis en nitrates. L'ion nitreux est instable. Il se transforme en nitrates qui sont l'état final de l'oxydation de l'ammonium. En effet, les nitrates (NO_3^-) et les nitrites (NO_2^-) sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH_4^+) qui est oxydé en nitrites par les bactéries du genre *Nitrosomonas*, puis en nitrates par les bactéries du genre *Nitrobacter*. Dans le cadre de cette étude, nous avons des valeurs maximales de (NO_2^-) qui atteignent 0.17 mg/L et supérieures à 0.1 mg/L. De ce fait, selon Gbagbo [31], les eaux de cette rivière pourraient être considérées comme suspectes car souvent associé à une détérioration de la qualité microbiologique.

Aussi, les résultats d'analyse ont-ils montré la présence des bactéries de contamination fécale (Coliformes totaux, Coliformes thermotolérants, *E. coli*, *E. faecalis*), et des bactéries pathogènes (*Pseudomonas* sp et Anaérobies sporulés sulfito-réducteurs) dans les eaux. Les coliformes thermotolérants sont considérés parmi les indicateurs de contamination fécale de l'eau les plus couramment et fréquemment utilisés dans l'évaluation des risques pour la santé humaine [32]. Ces bactéries d'origines fécales dans les eaux sont dangereuses pour la santé [33, 34].

Les Anaérobies sporulés sulfito-réducteurs sont des micro-organismes qui font partie de la flore intestinale des humains et autres mammifères, raison pour laquelle elles sont beaucoup utilisées pour évaluer la qualité sanitaire de l'eau. Selon certains auteurs, les aérobies sulfito-réducteur sont considérés comme des indicateurs pathogènes en raison des risques accrues de maladie gastro-intestinales chez les enfants et les personnes âgés et à des maladies respiratoires associées à la contamination fécale dans les eaux [35]. En effet selon l'OMS [36], la présence d'un de ces microorganismes pathogènes dans un volume de 100 ml d'eau d'échantillon indique que ces eaux ne cadrent pas avec les seuils recommandés.

Par ailleurs, une corrélation positive a été observée entre les bactéries indicatrices de la contamination d'origine fécale et la conductivité électrique qui traduit le degré de minéralisation globale et renseigne sur le taux de salinité. En effet, selon Bennani [36] et Chedad [37], la salinité est un facteur de stress très important que subissent les bactéries de pollution fécale dans le milieu salé.

V. CONCLUSION

Au terme de cette étude, les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux de la rivière Gbecheho ont été déterminées dans la localité d'Agboville. Parmi les différents paramètres physico-chimiques mesurés, les teneurs en turbidité, conductivité, température, fer total, chlore résiduel et nitrite sont au-dessus de la norme relative à la qualité de l'eau. Au niveau des paramètres bactériologiques, les eaux de la rivière sont contaminées par les bactéries indicatrices de pollution fécale. La forte charge des coliformes et des bactéries Anaérobies sulfite-réducteurs dans ces eaux pourrait contribuer à mettre en péril la santé des populations. Ainsi, pour préserver la santé des populations, des mesures d'hygiène doivent être adoptées avant tout usage des eaux de cette rivière.

REFERENCES

- [1] Mokeddeme, I., Belhachemi, M., Merzougui, T., Nabou, N. & Merzougui, F. (2017): Caractérisation physico-chimique des eaux de surfaces de la région de Béchar (Sud. Ouest Algérien). *Algerian Journal of Environmental Science and Technology*3(3). 504-508
- [2] Simpi B., Hiremath SM., Murthy KNS. 2011. Analyse de la qualité de l'eau à l'aide de paramètres physico-chimiques Réservoir Hosahalli dans le district de Shimoga, Karnataka, Inde. *Global Journal of Science Frontier Research*, 11(3): 31-34
- [3] Sala F, Osvaldo E., Stuart C III., Juan J., Armesto B. E., Bloomfeld J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Laura F., Huenneke R.B., Jackson A., Rik L., David M., Lodge H.A., Mooney M., LeRoy P., Martin T., Sykes B.H., Walker M.W., Diana H., Wall. 2000. Scénarios mondiaux de biodiversité pour l'année 2100. *Science*, 287 : 1770 ; DOI : 10.1126/Science.287.5459.1770.
- [4] Dudgeon D., Angela H.A., Gessner M.O., Kawabata ZI., Knowler D.J., Lévêque C., Naiman R.J., Prieur R.A.H., Soto D., Stiassny M.L.J., Sullivan C.A. 2006. Biodiversité d'eau douce : importance, menaces, statut et défis de conservation. *Biol. Rév.*, 81 : 163–182. DOI : 10.1017/S1464793105006950..
- [5] McKinney M.L. 2002. Urbanisation, biodiversité et conservation. *Biosci.* 52, 883-890. Mohammad MJ, Mazareh N. 2003. Modifications des paramètres de fertilité du sol en réponse à l'irrigation des cultures fourragères avec des eaux usées secondaires traitées. *Communication en science du sol et analyse des plantes*, 34(9-10): 1281-1294
- [6.] Yao K., Solange O., Yei M. F. O., Baca D., Pernelle C. & Biemi J. 2012. Évaluation de la potabilité des eaux souterraines dans un bassin versant tropical : cas du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire.
- [7] Mama Daouda. 2010. Méthodologie et résultats du diagnostic de l'eutrophisation du lac Nokoué (Benin). Thèse de doctorat, Université de Limoges ; 157p
- [8] Organisation Mondiale de la Santé. 2008. Directives de qualité pour l'eau de boisson: Quatrième édition intégrant le premier additif. 4-including-1st-addendum/fr/>, le 08 septembre 2020,18:30:40
- [9] Dèdjiho C. A. 2011. Évaluation de la chaîne trophique d'une aire marine protégée en relation avec sa physico-chimie : cas de Gbèzoumè dans la commune de Ouidah. Mémoire de DEA. FAST/UAC, Bénin.
- [10] AFNOR (Association Française de Normalisation). 1997. Qualité de l'Eau: Terminologie, Echantillonnage et Evaluation des Méthodes (Tome 1, 3^{ème} éd.). AFNOR : Paris, France.
- [11] Association des chimistes analytiques officiels. 1990. Méthodes officielles d'analyse de l'Association of Official Analytical Chemists. Vol. 1. – L'association.
- [12] Hong S., Gronert K., Devchand P., Moussignac R.-L., Serhan .CN. 2003. Nouveaux docosatriènes et 17S-résolvines générés à partir d'acide docosahexaénoïque dans le cerveau murin, le sang humain et les cellules gliales : autacoïdes dans l'anti-inflammation. *J Biol Chem.*;278:14677–14687.

- [13] Kadlec RH, Reddy KR. 2001. Effets de la température dans les zones humides de traitement. Recherche sur l'environnement aquatique, 73 : 543–557.
- [14] Villanueva M. C. S. 2004. Biodiversité et relations trophiques dans quelques milieux estuariens et lagunaires de l'Afrique de l'Ouest : adaptations aux pressions environnementales, Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, Toulouse, 246 p.
- [15] Beldjilali F., Arab A. 2018. Etude comparative des propriétés physico-chimiques et bactériologiques paramètres des eaux du barrage de Kramis et des eaux de source naturelles Ain sidi abd elkader. [Algérie] : Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem .59p
- [16] Rodier J., Legube B., Merlet N. 2009. Water Analysis. 9th Edition. Paris: Dunod; 1526 p.
- [17] Dovonou F., Aina M., Boukari M., Alassane A. 2011. Pollution physico-chimique et bactériologique d'un écosystème aquatique et ses risques écotoxicologiques : Cas du lac Nokoué au Sud-Bénin. Journal international des sciences biologiques et chimiques. 1er janvier ;5(4) : 1590-1602-1602.
- [18] Merhabi F., Amine H., Halwani J. 2019. Evaluation de la qualité des eaux de rivière Kadicha. Journal Scientifique Libanais, 20(1) : 10-34. DOI : 10.22453/LSJ-020.1.010-034.
- [19] Korfali S.I., Jurdi M.S. 2011. Spéciation des métaux dans les sédiments et l'eau du réservoir de Qaraoun, Liban. Environnement. Surveiller l'évaluation 178: 563-579.
- [20] Mmualefhe L.C., Torto N. 2011. Qualité de l'eau dans le delta de l'Okavango. Eau SA 37 : 411-418.
- [21] Slim K., Saad Z., Khalaf .G. 2000. Estimation de la qualité des eaux du Nahr Beyrouth. Utilisation de l'indice diatomique de polluo-sensible (IPS). Cah. Ass. Sci. Eur. Eau et Santé, 5: 51-60.
- [22] Khalaf G., Slim K., Saad Z., Nakhlé K. 2007. Evaluation de la qualité biologique des eaux du Nahr el Jaouz (Liban) : application des méthodes indicielles. Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon., 76(9–10): 255- 268.
- [23] Blinda M. 2007. Pollution tellurique du littoral nord-ouest du Maroc entre Tanger et Tétouan: Caractérisation, Impact sur l'Environnement et Proposition de Solutions. Thèse de doctorat. Université Mohammed V-Agdal, Faculté des Sciences Rabat, 44 p.
- [24] Ben moussa A., Chahlaoui A. & Rour E. 2012. Évaluation de la pollution physico-chimique des eaux de l'oued Khoumane (Moulay Idriss Zerhoun, Maroc). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* : V 6, N ° 6, 7096-8011.
- [25] Monney A. I., Issa N. O., Raphaël N.E., Maryse N. A., Mamadou B., Tidiani Koné. 2016. Distribution du zooplancton en relation avec les caractéristiques environnementales de quatre rivières côtières du Sud-est de la Côte d'Ivoire (Afrique de l'ouest). Journal of Applied Biosciences, 98: 9344-9353. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v98i.1.10>.
- [26] Yapo O., Mambo V., Seka A., Ohou M.J.A., Konan F., Gouzile V., Tidou A., Kouame K., Houenou P. 2010. Évaluation de la qualité de l'eau des puits domestiques dans les quartiers défavorisés de quatre communes d'Abidjan (Côte d'Ivoire) : Koumassi, Marcory, Port-Bouet et Treichville. Journal international des sciences biologiques et chimiques [Internet]. 2010 ; 1er janvier 2010 [cité le 12 novembre 2019] ;4(2).
- Disponible sur : <https://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/view/58111>.
- [27] Pritchard V. L., K. Jones J. L. Metcalf., A. P. Martin., P. Wilkinson., Cowley D. E. 2007. Caractérisation des microsattellites tétranucléotidiques pour la truite fardée du Rio Grande et la truite arc-en-ciel et leur amplification croisée dans d'autres sous-espèces de truite fardée. Notes d'écologie moléculaire, DOI : 10.1111/j.1471-8286.2007.01695.
- [28] Gbagbo T. A. G., Kpaibe S. A. Ph., Gokpeya K. M., Able N., Seki T. O., Bakayoko A., Meless D. F. R., Amin N. Ch, 2020. Caractérisation physicochimique et bactériologique des eaux de consommation de la nappe phréatique du village M'pody (Cote d'ivoire). *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*, 2020, 22(3).

- [29] Merhabi F., Amine H., Halwani J. 2019. Evaluation de la qualité des eaux de rivière Kadicha. Journal Scientifique Libanais, 20(1) : 10-34. DOI : 10.22453/LSJ-020.1.010-034
- [30] Organisation Mondiale de la Santé. 2004. Directives de qualité pour l'eau de boisson (3ème édn). Organisation Mondiale de la Santé : Genève, Suisse., le 19 août 2020, 17:12:10
- [31] Temgoua, E., Ngnikam, E. & Ndongson, B. 2009. Qualité de l'eau potable : enjeux de contrôle et d'assainissement dans la ville de Dschang-Cameroun. Journal international des sciences biologiques et chimiques3(3) 441- 447.
- [32] Payment, P., Waite, M. & Dufour A. 2003. Introduction de paramètres pour l'évaluation de la qualité de l'eau potable. Évaluation de la sécurité microbienne de l'eau potable4 : 47-77.
- [33] EPA. 2012. Critères de qualité des eaux récréatives. Environnement américain. Agence de protection. 1-69p. Expertises golfiques. 2008. Plan de gestion de plan d'eau : Lac AZILI. Rapport final, 38p.
- [34] OMS. 2014. Surveillance de la qualité de l'eau de boisson. OMS : Genève, 1977 ; 143 p.
- [35] M. Bennani, H. Amarouch, A. Boukanjer, H. Nadre, M. Lalaoui, M. Allali et N. Cohen « Influence des Facteurs Environnementaux Sur les Charges des Bactéries Fécales Dans le Littoral Méditerranéen du Maroc », European Journal of Scientific Research ISSN 1450- 216X (2012) Vol.71 No.1, pp. 24-35.
- [36] Chedad K.H, Assobhei O. 2007. Etude de la survie des bactéries de contamination fécale (coliformes fécaux) dans les eaux de la zone ostréicole de la lagune de Oualidia (Maroc) », Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 2007, n°29, 71- 79.