



## Etat de la pollution fécale dans les baies de la lagune Ebrié (Banco, Cocody et M'Badon) à Abidjan, Côte d'Ivoire (Faecal pollution in the bay of the Ebrié lagoon (Banco, Cocody and M'Badon) in Abidjan, Côte d'Ivoire)

S. K. Akpo<sup>(1,\*), P.J.M. Ouattara<sup>(1), M.G. Eba<sup>(1), S. Ouffouet<sup>(2), L. Coulibaly<sup>(1)</sup></sup></sup></sup></sup>

<sup>1</sup> Unité de recherche en Biotechnologie et Ingénierie de l'Environnement, Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Gestion de l'Environnement, 02 BP 801 Abidjan 02, Université NANGUI ABROGOUA (Côte d'Ivoire)

<sup>2</sup> Centre Ivoirien Anti-pollution (CIAPOL), Ministère de l'Environnement, de la Salubrité et du Développement Durable (Côte d'Ivoire).

Received 25 Jul 2015, Revised 17 Dec 2015, Accepted 26 Dec 2015

\*Corresponding author: E-mail: [sylvain.akpo@yahoo.fr](mailto:sylvain.akpo@yahoo.fr) (S.K.Akpo); Phone: +22507 5021 88; Fax: +225 20 30 43 00

### Abstract

Data analysis from the National observation Network (RNO) of the water quality into the Ivorian Anti-Pollution Center (CIAPOL) bearing about the indicator bacteria of faecal pollution of lagoon bays in Côte d'Ivoire helped to understand the pollution Degree of Banco, M'Badon and Cocody bays. These bays were highly polluted by faecal coliforms (*FC.*), faecal streptococci (*FS.*) and *Clostridium perfringens* (*C. perfringens*). Overall, the levels of these pathogens in these berries exceeded the threshold of 1,000 CFU / 100 ml as indicated by WHO on water intended for bathing activities. The level of faecal pollution varied from one bay to another depending on the climatic season, temperature, pH, dissolved oxygen and salinity of the water and the type of bacteria considered. In the three bays, concentrations of faecal C. and S. were higher than those of *C. perfringens*. Overall, the Bay of Cocody was the most polluted while that of M'Badon was the least polluted. The pH and salinity in bays were influenced by tides and by climatic seasons. As for dissolved oxygen, it was influenced by the introduction of runoff and septic tank effluent in bays. A significant correlation existed between the proliferation of faecal bacteria studied with temperature, salinity, pH and dissolved oxygen

**Keywords:** Bacteria, Bays, Pollution, Ebrié lagoon

### Résumé

L'analyse des données du Réseau National d'Observation (RNO) de la qualité des eaux du Centre Ivoirien Anti-Pollution (CIAPOL) portant sur les bactéries indicatrices de pollution fécale des baies lagunaires de Côte d'Ivoire a permis d'appréhender le degré de pollution des baies du Banco, de Cocody et de M'Badon. Ces baies étaient fortement polluées par les *Coliformes fécaux* (*CF*), les *Streptocoques fécaux* (*SF*) et *Clostridium perfringens* (*C. perfringens*). Globalement, les concentrations de ces germes pathogènes (*CF* et *SF*) dans ces baies dépassèrent la valeur seuil de 1000 CFU/100 ml indiquée par l'OMS concernant les eaux destinées aux activités balnéaires. Le degré de pollution fécale variait d'une baie à l'autre en fonction de la saison climatique, de la température, du pH, de l'oxygène dissous et de la salinité de l'eau ainsi que du type de bactéries considérées. Dans les trois baies, les concentrations des *CF* et *SF* étaient plus élevées que celles de *C. perfringens*. Dans l'ensemble, la baie de Cocody était la plus polluée tandis que celle de M'Badon fût la moins polluée. Le pH et la salinité dans les baies étaient influencés par les marées et par les saisons climatiques. Quant à l'oxygène dissous, il était influencé par l'introduction des eaux de ruissellement et des effluents des fosses septiques dans les baies. Une corrélation

importante existait entre la prolifération des bactéries fécales étudiées avec la température, la salinité, le pH et l'oxygène dissous.

*Mots clés : Bactéries, Baies, Pollution, lagune Ebrié.*

## 1. Introduction

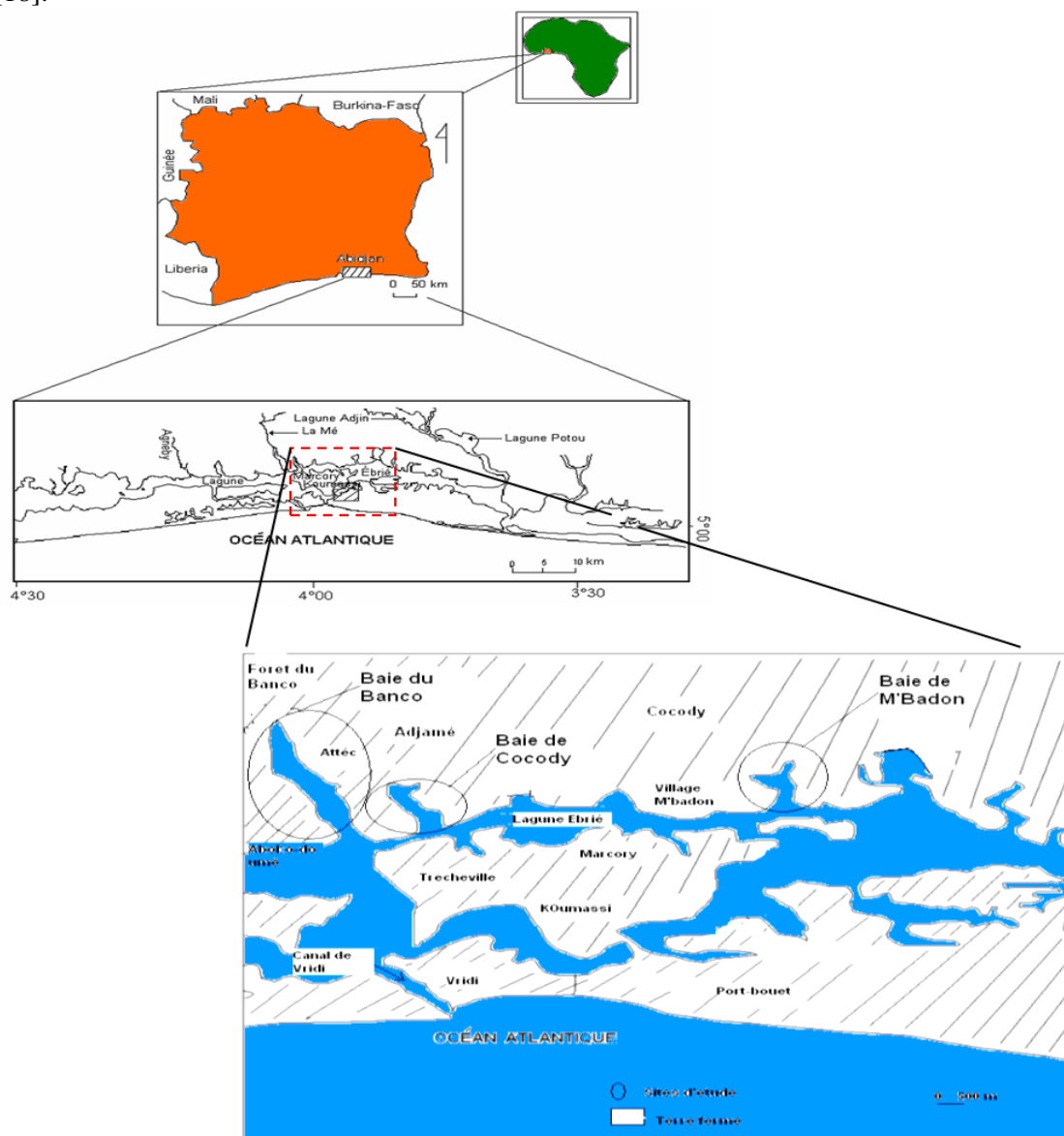
De nos jours, la pollution fécale des eaux de surface et côtières est une préoccupation mondiale. En effet, cette pollution a des conséquences à la fois sanitaires et économiques en raison des nombreux usages des eaux et des produits de pêche [1, 6]. Le district d'Abidjan est établi autour de la lagune Ebrié qui regorge des baies du Banco, de Cocody et de M'Badon dans lesquelles sont déversées depuis des décennies les eaux de ruissellement via des émissaires [7]. Récemment, diverses études ont démontré une amplification de la pollution fécale de cette lagune due aux déversements illicites d'effluents de fosses septiques [8]. De plus, la lagune Ebrié est devenue aujourd'hui le réceptacle privilégié de divers effluents urbains (eaux usées domestiques, industrielles, etc.) et déchets solides [9, 10]. Les déchets solides ainsi introduits contribuent à l'ensablement des baies ; ce qui entraîne des pertes de leurs superficies [11]. Les bactéries fécales contenues dans les eaux des baies lagunaires représentent des risques sanitaires majeurs pour les populations riveraines, notamment des syndromes diarrhéiques suite à la consommation des eaux et des produits de pêche issus de ces baies et des problèmes cutanés après les activités balnéaires qui y ont lieu. En effet, [12] ont montré que dans les pays développés, un individu manifeste un syndrome diarrhéique tous les 18 à 24 mois environ, tandis que dans les pays en développement une personne manifeste le même syndrome 5 à 10 fois en 12 mois. Les maladies diarrhéiques sont essentiellement causées par la pollution fécale, dont les principaux agents indicateurs sont des bactéries identifiées comme des *Coliformes fécaux (CF)*, *Streptocoques fécaux (SF)* et *Clostridium perfringens (C. perfringens)* [13]. Les études antérieures portant sur la pollution fécale de la lagune Ebrié au niveau du district d'Abidjan se sont limitées à quelques endroits ciblés de cette lagune. De plus, ces études n'ont jamais couvert une période d'échantillonnage de plus de deux ans [14, 16]. Les résultats de ces études ne permettent donc pas d'apprécier sur un long temps la pollution fécale de la lagune Ebrié et de comparer le niveau de pollution de plusieurs baies à la fois. Dans le cadre du RNO, pour le volet relatif à la surveillance de la qualité de l'eau de la lagune Ebrié, le CIAPOL a généré une importante base de données de 1993 à 1998 qui permet d'évaluer l'état de la pollution fécale des eaux des baies de cette lagune. L'objectif de ce travail est de retracer l'historique de la contamination fécale dans les baies du Banco, de Cocody et de M'Badon en vue de combler un déficit d'informations sur ladite lagune. Ceci permettra de comprendre les niveaux de pollution fécale actuelle avec la croissance de la population Abidjanaise. De façon spécifique, il s'agit d'étudier l'influence des saisons climatiques sur la pollution fécale des baies; d'estimer le degré de la pollution fécale des baies par rapport à la qualité requise pour les eaux destinées aux activités balnéaires et d'identifier la baie la plus polluée. L'évolution des paramètres tels que la température, la salinité, le pH et l'oxygène dissous qui influencent le cycle de vie des bactéries fécales est également étudié

## 2. Matériels et méthodes

### 2.1. Zone d'étude

La lagune Ebrié est localisée au sud de la Côte d'Ivoire, précisément dans le district d'Abidjan (Figure 1). Elle est située entre 5°15 et 5°20 de latitude Nord et entre 3°40 et 4°50 de longitude Ouest. Elle s'étend sur une superficie de 566 Km<sup>2</sup>, avec une profondeur moyenne de 4,8 m, et renferme plusieurs baies dont les baies du Banco, de Cocody et de M'Badon [17]. La baie du Banco est située à 5°19 de latitude Nord et à 4°02 de longitude Ouest entre les communes de Yopougon et Attécoubé du district d'Abidjan. Sa superficie est de 333 ha avec une profondeur moyenne de 7,5 m [11]. Elle reçoit les eaux de ruissellement de certains quartiers de Yopougon, d'Adjamé et d'Attécoubé, ainsi que celles de la rivière du Banco. Concernant la baie de Cocody, elle est localisée à 5°19,6 de latitude Nord et à 4°0,8 de longitude Ouest et s'étend sur une superficie de 147 ha avec une profondeur moyenne de 5 m [11]. Elle est comprise entre les communes du Plateau, d'Adjamé et de Cocody qui y rejettent leurs eaux de ruissellement.

S'agissant de la baie de M'Badon appelée encore baie d'Akouédo, elle est localisée à 5°19,9 de latitude Nord et à 3°55 de longitude Ouest. Sa superficie est de 131 ha avec une profondeur moyenne de 4 m. Elle reçoit les eaux de ruissellement des villages d'Akouédo et de M'Badon, ainsi que celles provenant de certains quartiers de Cocody [18].



**Figure 1:** Présentation de la lagune Ebrié et des sites d'études [17, 18]

## 2.2 Données d'étude

Les données qui ont été utilisées pour effectuer ce travail ont été fournies par le Centre Ivoirien Anti-Pollution (CIAPOL). Les données sont de nature quantitative et continue. Elles ont été collectées mensuellement sur la période 1993-1998 avec une taille moyenne annuelle de 10 échantillons.

## 2.3 Analyses et traitement des données

### 2.3.1 Analyses des échantillons

La température, la salinité, le pH et l'oxygène dissous ont été mesurés in situ à l'aide d'une sonde multiparamétrique WTW série 196 ou YSI 620 M. Les CF ont été dénombrés selon la méthode de la membrane

filtrante (0,45 µm) sur milieu FC Agar après une incubation de 24 heures à 44°C. Quant aux *S. fécaux*, ils ont aussi été dénombrés selon la méthode de la membrane filtrante (0,45 µm) sur milieu KF-Streptococcus agar après une incubation à 37°C pendant 24 et 48 heures. Enfin, les *C. perfringens* ont été dénombrés selon la méthode d'incorporation en gélose TSN à 45°C pendant 18 et 24 heures.

### 2.3.2 Traitement des données

L'exploitation des données a consisté à calculer les moyennes, les écart-types ou coefficients de variations saisonnières des différents paramètres physico-chimiques et microbiologiques. Excepté la température, les valeurs ou concentrations moyennes saisonnières des paramètres ont été calculées selon la formule (1) durant toutes les périodes considérées.

$$Ma = \frac{\sum_{i=1}^n Ci}{Ne} \quad (1)$$

Avec Ma : Moyenne arithmétique; Ci : valeur ou concentration moyenne mensuelle des paramètres ; Ne : Nombre d'échantillons réalisés ;  $\Sigma$  : Somme algébrique.

Concernant les moyennes arithmétiques des températures (MT), elles ont été obtenues à partir de la moitié des sommes des températures maximales (Tmax) et des températures minimales (Tmin) (Relation 2).

$$MT = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \quad (2)$$

Le Coefficient de variation (Cv) a été calculé selon l'équation (3). Il renseigne sur la dispersion relative des données. C'est la résultante du rapport de l'écart-type à la moyenne.

$$C_v = \frac{\sigma}{Ma} \quad (3)$$

Avec Cv : Coefficient de variation et  $\sigma$  (Ecart-type) =  $\sqrt{\frac{\sum(Ma - Ci)^2}{Ne - 1}}$

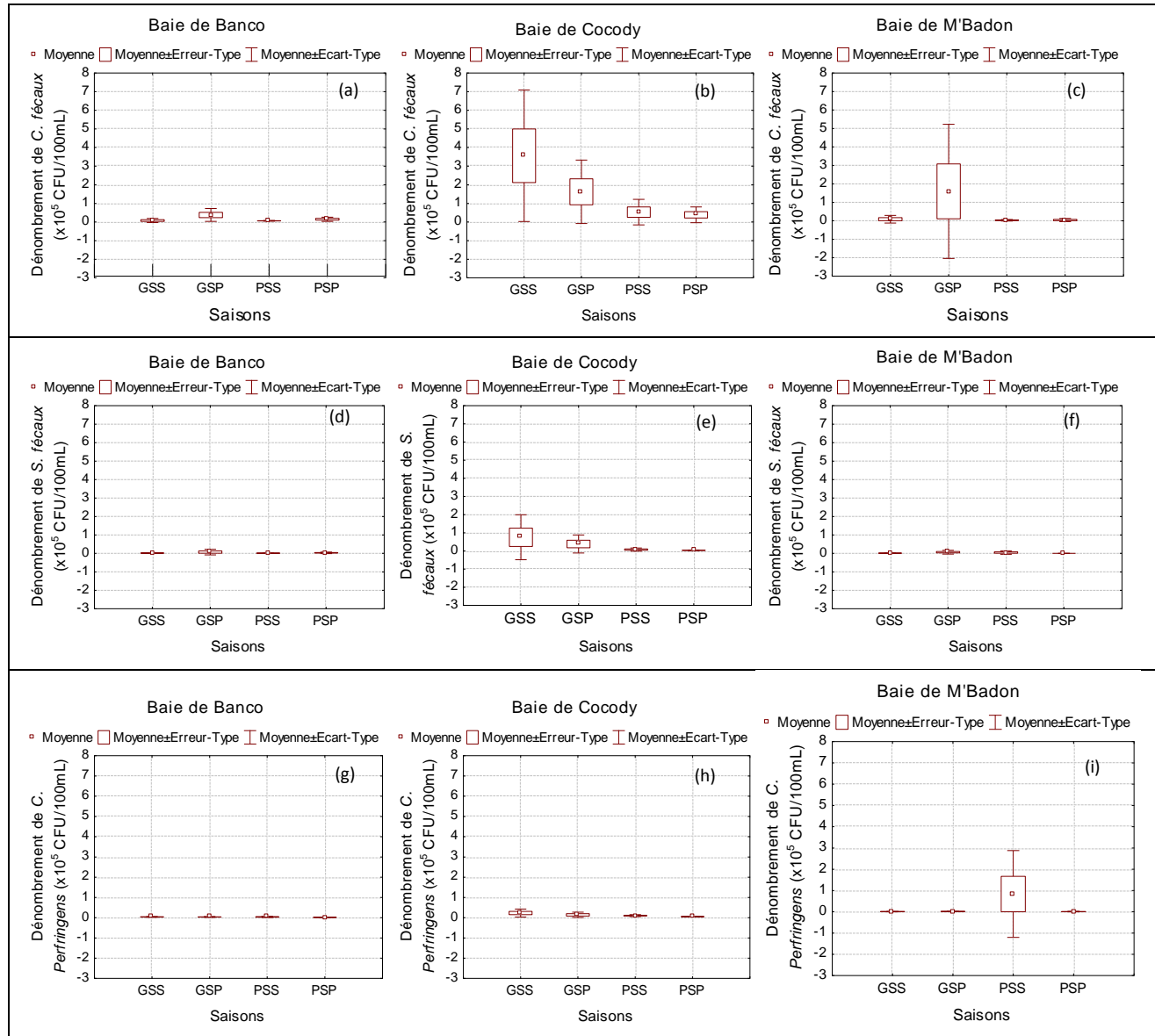
Par ailleurs, la méthode des rangs appliquée à la concentration des bactéries [16, 19] a été utilisée pour déterminer les concentrations des différentes bactéries à 50% (D50 (CFU/100 ml) : concentration bactériennes sur 50% des échantillons) et 90% (D90 (CFU/100 ml) : concentration bactérienne sur 90% des échantillons) des échantillons. Brièvement, les concentrations bactériennes à 50 et 90% des échantillons ont été obtenues après organisation des concentrations par ordre croissant et lesdites concentrations ont été déterminées respectivement pour les fréquences de 50 et 90% du nombre total d'échantillon. Ces concentrations ont permis d'évaluer les degrés de contaminations fécales des eaux des baies par rapport à la qualité microbiologique des eaux à usage récréatif [19]. Le degré de pollution fécale est obtenue en divisant D90 par la concentration seuil de 1000 CFU/100 ml [19]. En réalité, ce degré représente le nombre de fois de dépassement de la concentration bactérienne à la limite recommandée par l'OMS. Tous les calculs et analyses graphiques ont été effectués à l'aide des logiciels Excel de Office Microsoft et de Statistica.

## 3. Résultats et discussion

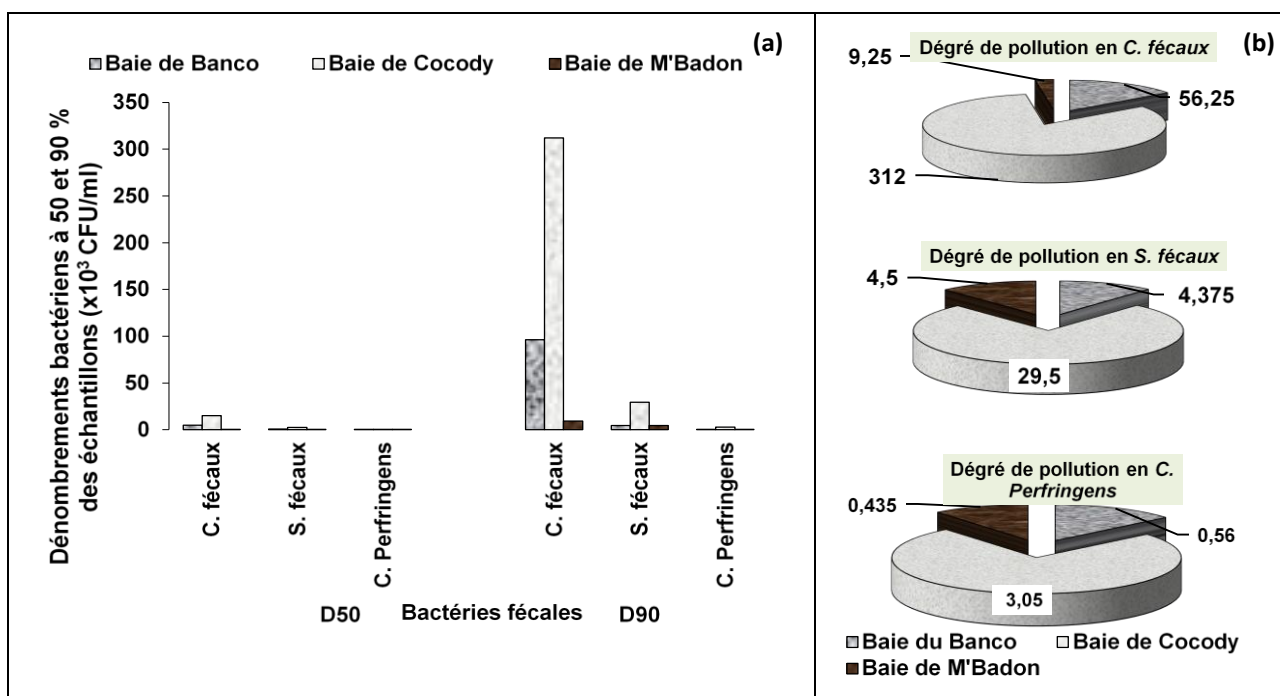
### 3.1. Influence des saisons climatiques et degré de pollution fécale des baies lagunaires

La figure 2 présente les profils de la variation des dénombrements moyens saisonniers des bactéries fécales (*CF*, *SF* et *C. perfringens*) enregistrés dans les eaux des baies du Banco, de Cocody et de M'Badon durant la période de 1993 à 1998. En effet, la baie de Cocody était celle qui a enregistré d'importants germes de *CF* et de *SF* suivie respectivement des baies du Banco et de M'Badon. La pollution en *CF* de la baie du Banco était plus prononcée pendant la grande saison des pluies (GSP) (Figure 2a). Au niveau de la baie de Cocody, c'est pendant la grande saison sèche (GSS) que ses eaux étaient très concentrées en *CF* (Figure 2b). En outre, on peut observer une concentration particulièrement élevée de *CF* pendant la GSP dans la baie de M'Badon (Figure 2c). Par ailleurs, la série de pollution remarquable de la baie de Cocody en fonction des saisons en *SF* était dans l'ordre décroissante suivante (PSS : petite saison sèche ; PSP : petite saison des pluies) : GSS > GSP > PSS > PSP (Figure 2e). Cependant, concernant les germes de *C. perfringens*, la baie de M'Badon était celle qui présentait une concentration élevée, particulièrement pendant la PSS, par rapport aux autres baies. Par ailleurs, la figure 3 permet de présenter les concentrations D50 et D90 et les degrés de pollution fécales déterminés sur les échantillons de 1993 à 1998 dans les eaux des baies. Les concentrations D50 des *C. fécaux* ainsi que celles des

SF de la baie de Cocody étaient plus élevées par rapport à celles des autres baies (Figure 3a). Ensuite, venaient les concentrations D50 desdites bactéries dans la baie du Banco. La baie de M'Badon paraît la moins polluée (D50 faible) pour les CF et SF. La concentration D50 de *C. perfringens* est plus faible par rapport aux D50 des CF et des SF. Les profils de D90 sont similaires à ceux des D50 des mêmes bactéries dans les baies. Cependant, les concentrations D90 des différentes bactéries sont largement supérieures à celles de leur D50. Quant aux degrés de pollution des eaux des baies en bactéries fécales, ceux-ci sont présentés par la figure 3b. La série des degrés de contamination des eaux des baies pour les germes de CF et SF était : Cocody> Banco > M'Badon. Concernant *C. perfringens*, sa série des degrés de contamination dans les eaux des baies était : Cocody> M'Badon> Banco.



**Figure 2:** Profils de la variation des dénombrements moyens saisonniers des bactéries fécales CF(a, b, c), SF (d, e et f) et *C. perfringens* (g, h et i) des eaux des baies des Banco, Cocody et de M'Badon pendant la période de 1993 à 1998.



**Figure 3:** Concentrations bactériennes à 50% (D50) et 90 % (D90) des échantillons (a) et Degrés de contamination fécale (b) en *C. fécaux*, *S. fécaux* et *C. perfringens* des eaux des baies du Banco, de Cocody et de M'Badon pendant la période de 1993 à 1998.

Les concentrations élevées de *CF* et de *SF* dans les eaux de la baie de Cocody par rapport aux autres baies, pourraient s'expliquer par le fait que ladite baie reçoit continuellement les eaux de ruissellement et les eaux fécales provenant de certaines habitations des quartiers d'Adjamé, Abobo et Cocody. En effet, après avoir reçu de fortes quantités de matières organiques lors des saisons pluvieuses, l'activité bactérienne est accrue pendant les saisons sèches dans la baie de Cocody occasionnant ainsi une prolifération de ces germes telle que constatée en GSS. Quant aux concentrations élevées desdites bactéries observées pendant la GSP dans les eaux de la baie du Banco, cela s'expliquerait par le drainage de matières fécales par les eaux de ruissellement des quartiers Attécoubé, Adjamé et Andokoua situés dans le bassin versant de ladite baie. Par ailleurs, la baie du Banco reçoit également les effluents des fosses septiques non contrôlés de la maison d'arrêt et de correction d'Abidjan à travers la rivière Mé traversant la forêt du Banco. Globalement, la pollution en *CF*, traduisant une contamination récente et récurrente [20], est plus prononcée que celles de *SF* et *C. perfringens* témoins d'une pollution ancienne et persistante [21, 22]. Les résultats permettaient de constater que les concentrations D50 et D90 des bactéries étudiées dans les différentes baies sont supérieures respectivement à 100 et 1000 CFU/100 ml. Ces résultats démontreraient que lesdites baies sont polluées et impropres aux activités balnéaires [19]. Ces résultats étaient d'une part justifiés par le non traitement des eaux usées domestiques et eaux de ruissellement qui pénètrent les baies lagunaires sans aucun traitement, et d'autre part la conséquence des connexions anarchiques des eaux usées domestiques sur les collecteurs d'eaux pluviales mais aussi du dysfonctionnement du réseau d'égouts et des stations de traitement des eaux usées [7, 9, 23, 24].

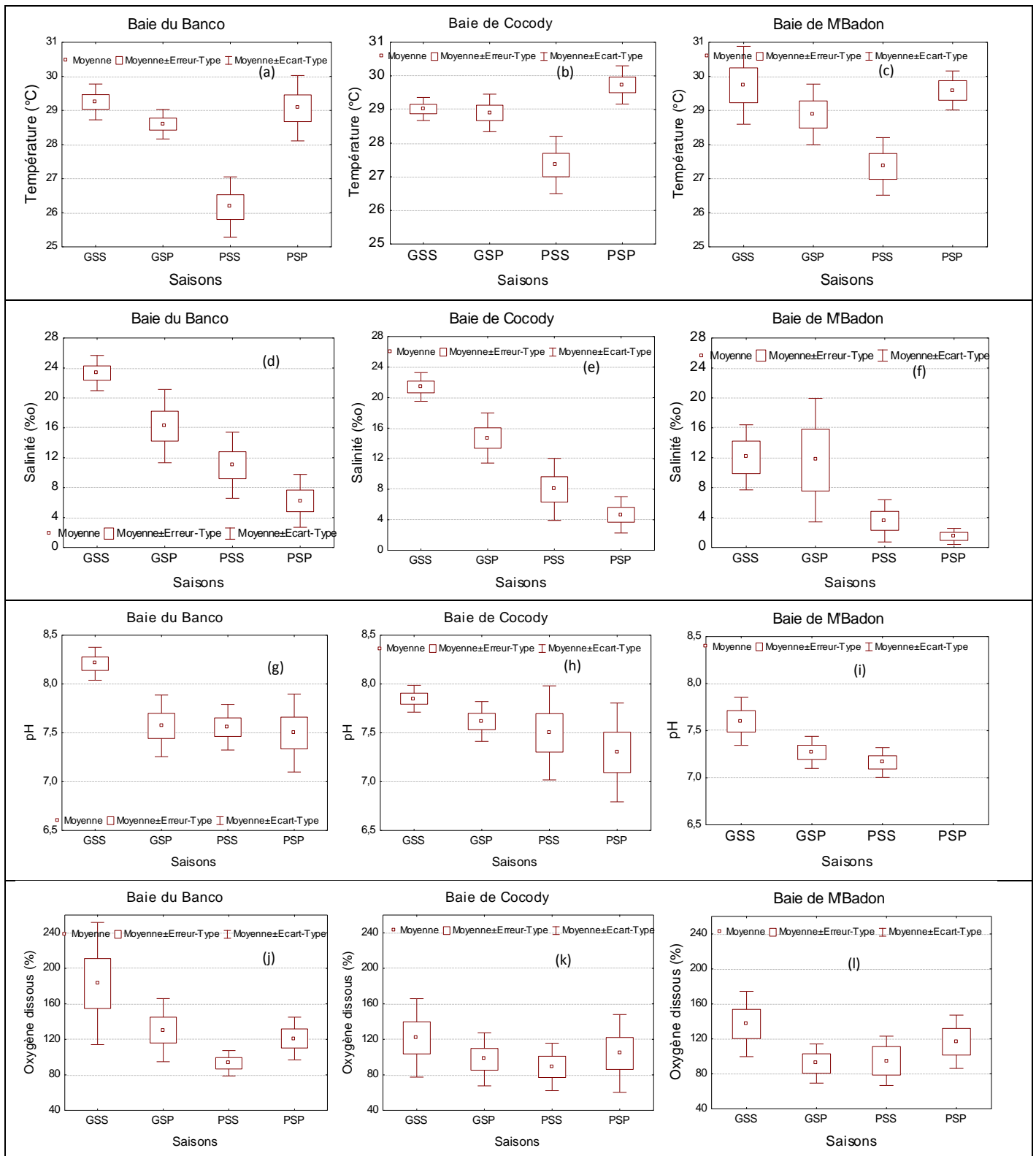
### 3.2. Evolution saisonnière des paramètres physico-chimiques influençant le cycle de vie des bactéries fécales

La figure 4 présente les variations de la température, de la salinité, du pH et de l'oxygène dissous des eaux des différentes baies en fonction des saisons annuelles. Globalement, on remarque que les eaux des baies étaient de plus en plus chaudes suivant la direction Ouest-Est (de la baie du Banco à M'Badon) (Figures 4a, 4b et 4c). Les

coefficients de variations étaient peu élevées ( $1,1\% < C_v < 8,3\%$ ) ; ce qui atteste la faible dispersion des données et l'absence de variation thermique importante au sein des différentes baies lagunaires. Les plus fortes températures moyennes ( $>28^{\circ}\text{C}$ ) étaient observées pendant la GSS. Tandis que, les tendances de la température moyenne étaient à la baisse en partant des GSS à la PSS. Les températures moyennes élevées des eaux des baies pendant la GSS seraient dû aux influences de fortes températures qu'on constate pendant cette saison dans le secteur d'Abidjan [25-26]. L'élévation de la température moyenne des eaux de la baie de M'Badon ( $>30^{\circ}\text{C}$ ) par rapport aux autres baies pourrait s'expliquer par sa petite superficie (131 ha) et sa faible profondeur. En effet, le faible volume de la baie de M'Badon l'expose à un réchauffement plus rapide de ses eaux. Les faibles températures moyennes ( $< 28^{\circ}\text{C}$ ) des eaux des baies pendant la PSS s'expliqueraient par le vent de la mousson qui souffle pendant cette période en favorisant le refroidissement des eaux superficielles [25]. La température moyenne basse de  $25^{\circ}\text{C}$  des eaux de la baie du Banco pourrait s'expliquer par le fait que celle-ci est refroidie toute l'année par l'eau de la rivière Banco, relativement froide [27]. En somme, les températures des eaux des baies du Banco, de Cocody et de M'Badon étaient favorables à la croissance des bactéries fécales ; car celles-ci pourraient résister jusqu'à une température de  $44^{\circ}\text{C}$  [28]. Les figures 4d, 4e et 4f montrent qu'en toutes saisons climatiques, la baie du Banco paraît plus saline que les deux autres baies. Par ailleurs, la salinité connaissait une baisse dans la direction Ouest-Est, donnant une faible salinité aux eaux de M'Badon par rapport à celles des autres baies. En outre, la salinité des eaux des baies diminuait suivant les saisons de la GSS à la PSS. Les valeurs particulières observées dans la baie de M'Badon en 1993 et 1996 respectivement pendant la GSS et la PSS sont dues probablement à des problèmes de mesure ( $C_v > 11\%$ ). La salinité élevée dans la baie du Banco et sa diminution dans la direction Ouest-Est pourrait s'expliquer par l'influence combinée des marées avec la dilution dues à l'intrusion des eaux salines. En effet, la baie du Banco étant située au droit du canal de Vridi, reçoit en marée haute une intrusion d'eau de mer qui augmente sa salinité [29]. En allant dans la direction Ouest-Est, il y a une dilution progressive de l'eau de mer, d'où les diminutions de salinités constatées dans les baies de Cocody et de M'Badon. La forte salinité observée pendant la GSS par rapport aux autres saisons s'expliquerait par le facteur combiné des marées et de l'évaporation des eaux pendant cette saison. En outre, pendant la GSS il y a une évaporation importante des eaux des baies et l'intrusion d'eau de mer en marée haute augmente la salinité des eaux lagunaires par rapport aux autres saisons. Par contre, pendant la GSP, les baies reçoivent beaucoup d'eau de pluies et les crues des rivières, ce qui augmente la dilution du NaCl, d'où les faibles valeurs de salinité par rapport à la GSS. Cependant, la GSP est caractérisée par des marées importantes, ce qui fait que sa salinité demeure plus importante en cette saison par rapport à la PSS et PSS. Ainsi, sachant que la salinité a un effet d'inhibition sur la prolifération des germes [16, 18], on peut constater que les taux de salinité observés n'étaient pas assez importants de sorte à avoir des effets bactéricides dans les baies les plus éloignée de la mer.

Tout comme la salinité, les eaux des baies avaient un pH supérieur à 7 de GSS à PSS (Figures 4g, 4h et 4i). La basicité des eaux est plus importante en GSS et GSP qu'en PSS et PSS. Par ailleurs, il y avait une baisse de cette basicité suivant la direction Ouest-Est. En effet, les eaux de la baie du Banco avaient un pH supérieur à celui observé dans les baies de Cocody et de M'Badon. Les eaux de la baie de M'Badon avaient le pH le plus faible en toutes saisons de 1993 à 1998. Les pH des eaux qui avaient les mêmes variations que celles de la salinité s'expliqueraient par l'intrusion d'eau de mer dans les baies. En effet, l'eau de mer est saline et basique, et son intrusion dans les baies lagunaires suivant les cycles des marées influence la salinité et la basicité desdites eaux [30]. Les pH élevés des eaux des baies pendant la GSS pourraient s'expliquer par le faible renouvellement desdites eaux pendant cette saison et la forte intrusion d'eau marine qui crée un gradient de basicité. Cependant, pendant les saisons pluvieuses, les eaux des baies sont renouvelées par les eaux continentales faiblement acides, avec le passage des crues des rivières et des fleuves. C'est ce qui expliquerait la baisse du pH des eaux des baies en ces saisons. La baisse du pH des eaux des baies dans la direction Ouest-Est (baie du Banco à celle de M'Badon) était due à la dilution de l'eau marine introduite via le canal de Vridi, en droit de la baie du Banco [16, 18]. Par conséquent, vu le fait que les eaux des baies étaient généralement basiques, la population bactérienne, résistante dans ces milieux, pourraient croître.

Concernant les concentrations de l'oxygène dissous, elles ont observées une variation suivant les saisons des années de la période 1993 à 1998 (Figures 4j, 4k et 4l). En effet, les eaux des baies sont plus aérées pendant la GSS par rapport aux autres saisons. La PSS enregistre les plus faibles concentrations en oxygène dissous.



**Figure 4:** Variation saisonnières de la température (a,b et c), la salinité (d, e et f) du pH (g, h et i), l'oxygène dissous (j, k et l) des eaux de baies du Banco, Cocody et M'Badon pendant la période de 1993 à 1998.



En considérant les baies, les eaux de la baie du Banco étaient globalement plus aérées en toute saison que celles des baies de Cocody et de M'Badon. Ensuite, la concentration en oxygène dissous était plus élevée dans la baie de M'Badon que dans celle de Cocody. Ce résultat est due au fait que la baie de Cocody reçoit des eaux usées domestiques riches en polluants organiques biodégradable [9], dont l'oxydation bactérienne entraîne une consommation d'oxygène dissous, d'où sa baisse de concentration dans ladite baie [31].

## Conclusions

L'étude de la dynamique des bactéries fécales dans les baies du Banco, Cocody et de M'Badon de 1993 à 1998 a permis de mettre en évidence la pollution desdites baies sur une longue période. La baie de Cocody était la plus polluée en bactéries indicatrices de pollution fécale. La GSS est la période de forte contamination fécale des baies et celle-ci est suivie par la GSP. Toutes les eaux des baies étudiées ont des concentrations en *CF*, *SF*, et *C. perfringens* supérieures à la valeur limite de la qualité microbiologique des eaux à usage récréatif. La pollution en *CF*, traduisant une contamination récente et récurrente, est plus prononcée que celles de *SF* et *C. perfringens* témoins d'une pollution ancienne et persistante. La température des eaux des baies est influencée par la variabilité climatique tandis que le régime des marées influence la salinité et le pH des eaux des baies dans la direction Ouest-Est. Quant à l'oxygène dissous, sa concentration est influencée par la pollution organique des eaux des baies. En somme, les conditions physico-chimiques des eaux desdites baies étaient favorables à la prolifération des germes des bactéries fécales. Des stations d'épuration doivent être installées pour traiter les eaux usées qui intègrent les baies lagunaires. Aussi, des campagnes de sensibilisation doivent-elles être mené afin d'amener la population à utiliser des systèmes d'assainissement adéquats.

**Remerciement-**Les auteurs remercient la Direction du CIAPOL et ses techniciens pour les données mises à notre disposition.

## Références

1. Payment, P., *Wat. Sci. Technol.*, 35 (1997), 7–10.
2. USFDA (United States Food and Drug Administration), Food and Drug Administration, Office of Seafood, Washington, D.C., USA, (1995).
3. Ford, T. E., Colwell R. R, American Academy of Microbiology, Washington, D.C., USA, (1996).
4. Shuval, H., *J. Wat. Health*, 1 n°2 (2003), 53–64.
5. Griffin, D.W., Donaldson, K.A., Paul, J.H., Rose, J.B., *ClinMicrobiol Rev.*, 16(2003), 129–143.
6. Meays, C.L., Broersma K., Nordin R., Mazumder A., *J. Environ. Manag.*, 73 (2004), 71-79.
7. Dufour P., Colcanap M., L'environnement, Paris, (1982), 299.
8. Mangoua, A.L.C., Mémoire de DEA, Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire, (2004), 79.
9. Ouattara P. J-M., Mémoire de DEA en Sciences et Gestion de l'Environnement, UFR-SGE, Université d'Abobo-Adjamé, (2005), 66.
10. Ama A.B., Coulibaly L., Savané I., *Eur. J. Sci. Research.*, 25 n°2(2009), 280-289.
11. Anoh K. P., *Bio Terre, Rev. Int. Sci. De la vie et de la terre*, (2001), 229-241.
12. Payment, P., Riley, M.S., A Report from the American Academy Microbiol.,(2002).
13. Fujioka, R.S., Indicators of marine recreational water quality. In: Manual of Environmental Microbiology, HurstC.J., KnudsenG.R., McInerneyM.J., SteZenbachL.D, and WalterM.V., Eds. ASM Press, Washington, D.C.,(1997), 176-183.
14. Pages J., *Doc. Scient. Cent. Rech. Océanogr.*, 6 (1975), 97-101.
15. Pages J., Citeau J., *Doc. Scient. Cent. Océanogr.* 9 (1978), 43-50.
16. Kouassi A. M., Guiral D., *Rev. Hydro. Trop.*, 23 (1990), 181-194.
17. Tastet J. P., *Thèse de Doctorat*. Université Bordeaux, (1979), 212.
18. Affian K., Djagoua E. V., Kouame K. F., Gioan P., Biemi J., *Contemporary Publishing Int.*, 2 (2002) 233-242.
19. OMS/PNUE, Rapport Bureau régional de l'Europe. Copenhague, (1977) ,177.

20. Elmund G. K., Allen M. J., Rice E. W., *Wat. Environ. Res.*, 71. (1999) 332-339.
21. Clausen E. M., Green B. L., Litsky W., *Fecal Streptococci: indicators of pollution*. In: HOLDLEY A. W., DURKA B. J., éd., *Bacterial Indicators/Health hazards associated with water*. Ed. ASTM (American Society for Testing and Materials), 635 (1977), 247-264.
22. Aschfalk A., Müller W., *Can. J. Microbiol.*, 48 (2002), 365-368.
23. Rabinowitz J., *Sci. Environ.*, 46 (1988) 3260-3262.
24. Halle B., Buzon V., Profil Environnemental de Côte d'Ivoire. Offre de service dans le secteur de la coopérative relatif au contrat cadre Europe Aid/119860/C/SV/MULTI, lettre de contrat numéro 2006/119741/1, (2006), 133.
25. Eldin M., Le climat. In: le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Ed. ORSTOM, Paris, 50 (1971), 73-108.
26. Yacoub I., *Mémoire de DEA*, université Abobo- Adjamé (Abidjan – Côte d'Ivoire), (1999) 58 p.
27. Loroux B. I. F., *Thèse de Doctorat*. Université de Bordeaux I (France), (1978), 93.
28. Robertson W., *Air intérieur et eau potable*. Direction de PIERRE L., PATRICK L., université Laval (France), (1995), 193.
29. Guiral D., Arfi R., Torreton J. P., *Hydrobiol.*, 183, (1989), 195-210.
30. Guiral D., Kouassi A. M., *J. Ivoirien. Océanogr. Limnol.* 2 (1992) 18-41.
31. Dufour P., Slepoukha M., *Doc. Scient. Cent. Rech. Océan.*, (1975), 75-118.

(2016) ; <http://www.jmaterenvirosci.com/>