

## **ETAT DE L'ENVIRONNEMENT LAGUNAIRE DE L'ILE VITRE (GRAND-BASSAM, COTE D'IVOIRE) : ASPECTS PHYSIQUES, CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES**

**Siaka Barthélémy BAMBA<sup>1</sup>, Sébastien OUFFOUE<sup>2</sup>, Mélécony C. BLE<sup>1\*</sup>,  
Soro Bernard METONGO<sup>1</sup> et Souleymane BAKAYOKO<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Centre de recherches océanologiques, BP V 18 Abidjan, Côte d'Ivoire*

<sup>2</sup>*Université de Cocody- Abidjan, UFR SSMT, Laboratoire de chimie  
organique, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

(Reçu le 18 Mai 2008, accepté le 12 Septembre 2008)

---

\* Correspondance et tirés à part, e-mail : [blecel@hotmail.com](mailto:blecel@hotmail.com)

### **RÉSUMÉ**

Une étude des caractéristiques hydrologiques et biologiques a été réalisée dans la partie orientale de la lagune Ebrié autour de l'île Vitre, afin d'établir l'état l'environnemental de ce secteur lagunaire, situé dans la zone franche de Grand-Bassam.

Les mesures physico-chimiques déterminées dans cette zone révèlent une prédominance des eaux d'origine continentale. Le pH est inférieur à 7. La salinité est nulle et la conductivité est généralement inférieure à 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La température varie peu avec des valeurs qui fluctuent entre 28,4 et 29,7°C. Les nitrates constituent la forme la plus abondante (4 à 12 mg/L) des sels nutritifs. Cette zone est caractérisée par une bonne oxygénation (plus de 6 mg/L) dans la couche euphotique comme à l'interface eau-sédiments.

Le degré de contamination par les germes témoins de contamination fécale est élevé, avec 3600 /100 mL pour les coliformes totaux, et 1000/100 mL pour les coliformes fécaux. La morphologie des fonds est caractérisée par un chenal central qui entoure l'île où les profondeurs atteignent 5 m. Les sédiments de ce périmètre lagunaire sont composés de sables moyens à fins contenant des débris coquilliers et noirâtres dans les hauts fonds et des vases silteuses molles de couleur noire d'origine végétale dans le chenal. La circulation des eaux est régie par les apports du Comoé et par la marée. La proximité avec l'embouchure du Comoé fait que le jusant l'emporte sur le flot avec des vitesses atteignant 0,717 m/s en vives eaux.

Pour maintenir la qualité des eaux de ce secteur lagunaire situé dans zone franche de Grand-Bassam, une étude de veille permanente devrait être maintenue.

**Mots-clés :** *Lagune, Sels minéraux, paramètres physico-chimiques, contamination microbienne*

## **ABSTRACT**

### **Current state of the lagoon environment of the Vitre island (Grand-Bassam, Côte d'Ivoire) : Physical, chemical and biologic aspects**

Hydrologic and biologic characteristics of survey has been achieved in the left oriental of the Ebrié lagoon around the Vitre island, in order to establish the environmental state of this area, situated in the straightforward zone of Grand-Bassam.

The determined physico-chemical measures in this zone reveal a predominance of the continental origin waters. The pH is lower to 7. The salinity is low and the conductivity is generally lower to 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . The temperature varies little with values that fluctuate between 28.4°C and 29.7°C. Nitrates constitute the most abundant form of the nutritive elements (4 to 12 mg/L). This zone is characterized by a good oxygenation (more than 6 mg/L) in euphotic layer as to interfacing water-sediments.

The level fecal germs contamination is high, with 3600 per 100 mL for the total coliforms, and 1000 per 100 mL for the fecal coliforms. The bottom morphology is characterized by a central channel surrounding the island where depths reach 5 m. Sediments in this area are composed of middle to fine sands containing blackish shell debris in the shallow areas and black vegetal silts in the channel. The water flow is governed by contributions of the Comoé River and by the tide. Proximity with the mouth of the Comoé River causes the ebb to be stronger than the stream reaching 0, 717 m/s in quick waters.

To maintain the water quality of this area situated in straightforward zone of Grand-Bassam, a permanent survey should be considered.

**Keywords :** *Lagoon, mineral salts, physicochemical parameters, microorganisms contamination*

## **I - INTRODUCTION**

Les lagunes constituent de part leur position des milieux aquatiques d'une grande importance pour la vie humaine [1]. La lagune Ebrié, avec une superficie de 532 Km<sup>2</sup> est le plus grand des systèmes lagunaires de l'Afrique l'Ouest. Ce vaste milieu lagunaire abritant le Port Autonome d'Abidjan et ses activités connexes joue un rôle primordial dans le développement économique de la Côte d'Ivoire. Sa forte productivité en ressources halieutiques est profitable à l'homme à travers la pêche. Les activités de pêche sont assez variées comprenant, des pêches de crevettes, de crabes et de poissons dont le peuplement est lié aux variations environnementales saisonnières [2-5]. Cette importance contraste toutefois avec la fragilité reconnue de ces écosystèmes aquatiques. L'équilibre et la stabilité des lagunes sont très souvent menacés par les facteurs climatiques et les activités anthropiques [1]. Ces spécificités fonctionnelles bien connues n'échappent pas au contexte lagunaire Ebrié et ces aspects méritent d'être pris en compte dans le cadre global d'une gestion durable de cette lagune.

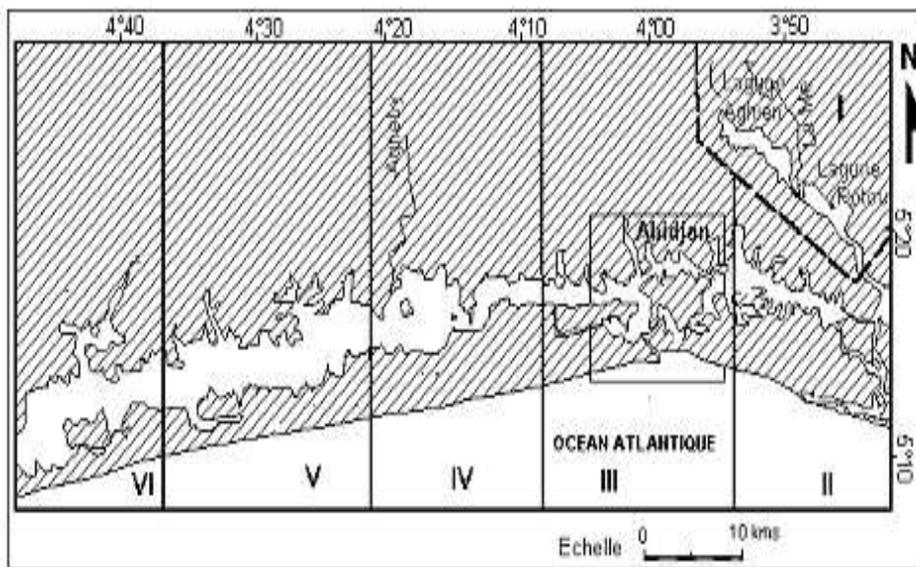
Dans la Région de Grand-Bassam, l'Etat ivoirien a décidé de la construction d'une zone franche à l'île Vitré. Plusieurs travaux sont également prévus, notamment, la construction de ponts, le développement de la pisciculture, l'aménagement de zones touristiques, etc... A cette fin, une étude a été réalisée en octobre 2006 pour établir l'état zéro de l'environnement lagunaire de cette zone franche. Cette étude a pour objectif de déterminer la qualité physicochimique et bactériologique de l'eau, des sédiments, de la bathymétrie et du régime des courants d'eau autour la zone lagunaire Ebrié de l'île Vitré.

## **II - MATÉRIEL ET MÉTHODES**

### **II-1. Présentation de la zone d'étude**

La zone concernée par la construction de la zone franche est localisée à l'extrémité orientale de la lagune Ebrié. Elle conflue avec le fleuve Comoé à Grand-Bassam pour former le plus vaste estuaire du littoral ivoirien. Cet estuaire est alimenté par le fleuve Comoé qui draine du Nord au Sud 78000 km<sup>2</sup> de bassin versant selon un régime tropical de transition à crue unique (septembre-octobre) et par le système lagunaire Ebrié et les rivières côtières (Mé et Agneby) à deux crues annuelles d'inégale importance (juin-juillet et octobre-novembre). Cette lagune est le lieu d'échanges entre les milieux continentaux et marins grâce aux fleuves Comoé, Agneby et Mé, d'une part,

et l’océan Atlantique par le biais du canal de Vridi, d’autre part. L’antagonisme de ces deux apports et la morphologie de la lagune Ebrié ont permis à [6] de subdiviser cette lagune en six secteurs numérotés de I à VI (*Figure 1*).



**Figure 1 :** *Système lagunaire Ebrié et les différents secteurs [6].*

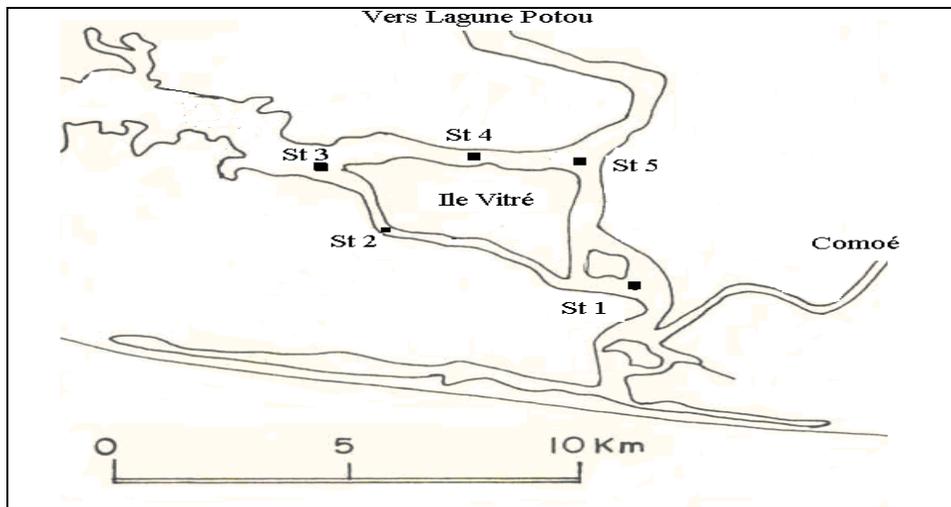
La zone concernée par la construction de la zone franche se situe dans le secteur II. Cette portion orientale de la lagune Ebrié avec 87 km<sup>2</sup> est caractérisée par une instabilité saisonnière, car elle est entièrement soumise aux crues du fleuve Comoé [6]. Il en résulte une variation saisonnière notable des paramètres physico-chimiques, en l’occurrence, la salinité qui variant de 0 à 20 ‰. La biomasse végétale, estimée par les concentrations en Chlorophylle "a", est dans l’ensemble élevée [7].

Dans le chenal central, on observe qu’en moyenne la biomasse croît avec la stabilité et augmente avec l’éloignement du canal de Vridi, à l’Est comme à l’Ouest [8]. Les variations de la biomasse végétale suivent celles des sels nutritifs et le maximum qui a lieu au début de la saison des pluies se superpose à l’arrivée massive des eaux de ruissellement. La moyenne annuelle de chlorophylle "a" est de 7 mg/m<sup>3</sup>.

L'île Vitré scinde la lagune Ebrié en trois branches. La première longe le centre ABEL pour atteindre la région de Moossou. La seconde part de cette région pour s'étirer vers la lagune Potou. La dernière branche lie plus au Nord ces deux "veines" précédemment citées (*Figure 2*).

## II-2. Sites d'échantillonnage

Pour les mesures des paramètres physico-chimiques, des sédiments et de la qualité bactériologique des eaux, cinq points de prélèvement ont été retenus dans le périmètre de l'île Vitré (*Figure 2*). Les sites d'échantillonnage sont choisis en tenant compte de la configuration des différents chenaux de manière à mieux cerner l'origine des flux.



St : station (■)

**Figure 2 :** Stations d'échantillonnage dans le périmètre de l'île Vitré

## II-3. Mesures et Prélèvements

- Mesures physico-chimiques

Des mesures in situ de la température, de l'oxygène dissous, du pH, de la transparence et de la conductivité ont été effectuées. La température et l'oxygène dissous ont été mesurés à l'aide d'un oxymètre YSI 58. Le pH, la salinité et la conductivité ont été mesurés au moyen d'un multiparamètre WTW pH/Cond. 340i calibré.

Pour les sels minéraux ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ), des prélèvements d'eau ont été effectués en surface (0,50 m) et à l'interface eau-sédiment à l'aide d'une bouteille Niskin de 2 litres pour l'analyse des éléments nutritifs. Les échantillons ont été stockés dans des flacons en verre et conservés sur le terrain dans des glacières à  $-4^\circ\text{C}$ . Les analyses sont effectuées selon les méthodes décrites dans le Manuel des Analyses chimiques en milieu marin [9]. Les échantillons traités ont été dosés au moyen d'un spectrophotomètre UV/Visible Jasco V-530.

- Prélèvement de sédiment

Les prélèvements d'échantillons de sédiment ont été effectués au moyen d'un cône dirigé à l'aide d'une corde, sous l'embarcation. Chaque échantillon a été mis dans un sachet en plastique étanche à l'eau, puis placé à l'obscurité dans une glacière pour le maintenir à une température inférieure à celle du remplissage.

#### II-4. Analyses bactériologiques

Les échantillons d'eau de 500 mL ont été prélevés en surface à 0,5 m dans des flacons stériles, transportés en enceintes réfrigérées ( $4^\circ\text{C}$ ) et au laboratoire.

Les analyses bactériologiques ont porté sur la recherche des indicateurs de pollution fécale (coliformes totaux, coliformes fécaux). Selon le degré de contamination fécale suspecté pour les germes recherchés et de turbidité, les échantillons d'eau ont été concentrés sur des membranes stériles circulaires quadrillées en acétate de cellulose de diamètre 47 mm et de porosité  $0,45\ \mu\text{m}$  (Millipore, Bedford, MA 01730).

Les différents dénombrements ont été effectués sur le milieu EMB (Laboratoire AES) pour les coliformes totaux et coliformes fécaux. Les différentes géloses ont été incubées à  $37^\circ\text{C}$  et à  $44,5^\circ\text{C}$  pendant 24 heures pour les coliformes totaux et les coliformes fécaux respectivement. Les dénombrements ont été réalisés après les différents temps d'incubation. Tous les résultats sont exprimés en nombre de colonies pour 100 mL.

### III - RESULTATS

#### III-1 Paramètres physico-chimiques des eaux

Les résultats des mesures des principaux paramètres physico-chimiques concernant la zone d'étude sont présentés dans le *Tableau 1*.

**Tableau 1** : Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la zone franche (Ile Vitré)

Stations	Température (°C)		pH		Oxygène (mg/L)		Salinité (‰)		Conductivité (µS/cm)	
	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F
1	28,4	28,5	6,37	6,51	6,42	5,97	0,0	0,0	148	200
2	28,4	28,6	6,79	6,76	6,57	5,97	0,0	0,0	107	114
3	28,4	28,8	6,67	6,75	6,92	6,87	0,0	0,0	99	106
4	28,7	29,1	6,74	6,78	6,72	6,27	0,0	0,0	90	137
5	28,7	29,7	6,82	6,84	7,02	6,87	0,0	0,0	252	265

S : surface ; F : fond

Les eaux, dans la couche euphotique comme à l'interface eau-sédiments sont bien oxygénées (plus de 6 mg/L), soit respectivement 6,7 mg/L et 6,4 mg/L. Dans toutes les stations, en surface comme à l'interface eau-sédiments, la salinité relevée est de 0. Quant à la conductivité, les valeurs relevées sont assez faibles. Les valeurs maximales en surface comme dans la couche profonde observées à la station 5 sont, respectivement, de 252 et 265 µS/cm. En octobre, mois correspondant à la période de crue du fleuve Comoé, les eaux sont douces et chargées de matières terrigènes (Bamba, *com. Pers*).

La température en surface varie entre 28,4 et 28,7°C. Par contre, dans la couche profonde, elle fluctue entre 28,5 à 29,7°C. Les eaux de surface sont plus froides que celles de la couche profonde. Les variations spatiales en surface comme au fond sont très faibles (0,1 à 1,2°C) ainsi que les gradients verticaux (0,1 à 1°C). La température est pratiquement homogène dans les hauts-fonds (7 mètres).

Les eaux de fond ont un pH moins acide (6,72 en moyenne) que celles de la couche superficielle (pH = 6,68 en moyenne). Les gradients verticaux sont très faibles (0,02 à 0,14) ainsi que les variations spatiales (0,30 à 0,45).

Au niveau des sels nutritifs ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_3^+$ ,  $\text{PO}_4^+$ ), on observe dans l'ensemble une variation notable entre les différents teneurs (**Tableau 2**). Les teneurs en eau des phosphates minéraux dissous ne dépassent pas 3

$\mu\text{moles/l}$  en surface comme à l'interface eau-sédiments. Par contre, les teneurs en nitrates sont relativement plus élevées que les autres éléments nutritifs (4 à 12 mg/L en surface et 3,35 à 6,89 mg/L au fond).

**Tableau 2 :** Teneurs en sels nutritifs des eaux de la zone franche (Ile Vitré)

Station	Nitrites ( $\mu\text{moles/L}$ )		Nitrates ( $\mu\text{moles/L}$ )		Ammoniaque ( $\mu\text{moles/L}$ )		Phosphates ( $\mu\text{moles/L}$ )	
	S	F	S	F	S	F	S	F
1	2,22	2,47	19,89	22,35	7,50	12,50	2,75	-
2	2,60	3,66	27,32	23,32	6,25	7,50	0,03	-
3	3,14	2,21	25,0	11,96	21,25	13,75	-	-
4	1,47	2,03	14,53	26,53	6,25	11,25	1,57	-
5	2,42	1,87	42,53	24,60	12,50	8,75	1,58	0,73

### III-2. Qualité bactériologique des eaux

Les densités des germes témoins de contamination fécale (respectivement 3200, 2600 et 3600 coliformes totaux / 100 mL) sont relativement plus élevées dans les stations 5, 3 et 4 par rapport aux stations 1 et 2 en ce qui concerne les coliformes totaux (**Tableau 3**). Par contre, pour les coliformes fécaux, les densités bactériologiques (700 et 1000 coliformes fécaux / 100 mL) sont plus élevées dans les stations 2 et 1 par rapport aux autres sites de prélèvement.

**Tableau 3 :** Concentrations en coliformes fécaux et totaux des eaux de la zone franche (Ile Vitré).

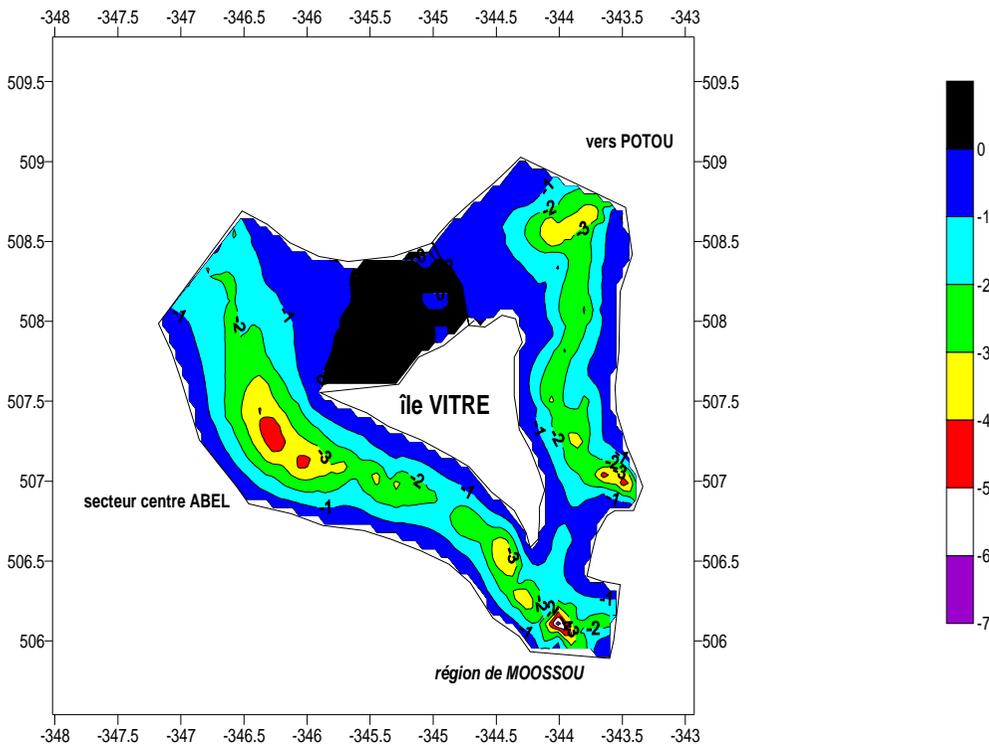
Station	Coliformes totaux (nombre / 100 mL)	Coliformes fécaux (nombre / 100 mL)
1	1200	700
2	1900	1000
3	3200	300
4	2600	400
5	3600	400

### III-3. Sédiments et leur typologie

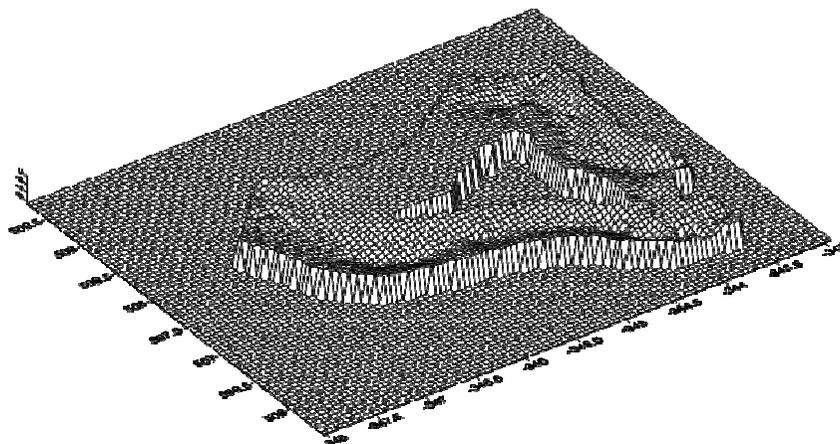
Les sédiments prélevés dans la zone d'étude sont composés essentiellement de sables moyens à fins jaune brunâtre contenant des débris coquilliers de sables fins jaune brunâtre à grisâtre avec débris noirâtre, de vases silteuses comprenant des vases molles gris verdâtres, et de vases fluides, noires, riches en matière organique d'origine végétale.

### III-4. Bathymétrie

Les hauteurs d'eau collectées dans les « veines » ont permis d'élaborer les cartes bathymétriques (*Figure 3 et 4*). Celles-ci matérialisent la configuration morphologique actuelle de la croûte submergée en cet endroit. L'eau de la lagune Ebrié dans cette zone occupe une vallée quasi symétrique. Elle s'approfondit quand on quitte la berge pour le milieu des dites "veines" où les profondeurs atteignent à travers quelques dépressions 5 m.



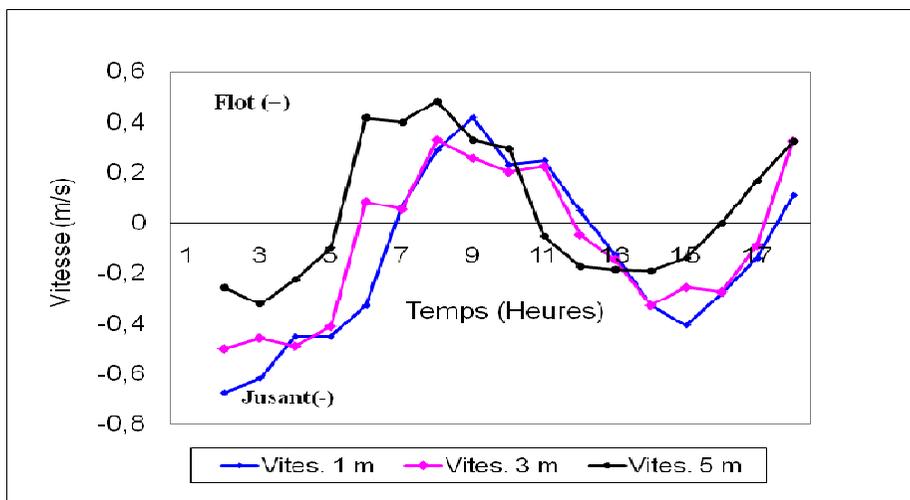
**Figure 3 :** Plages de profondeurs de la lagune entourant l'île Vitre



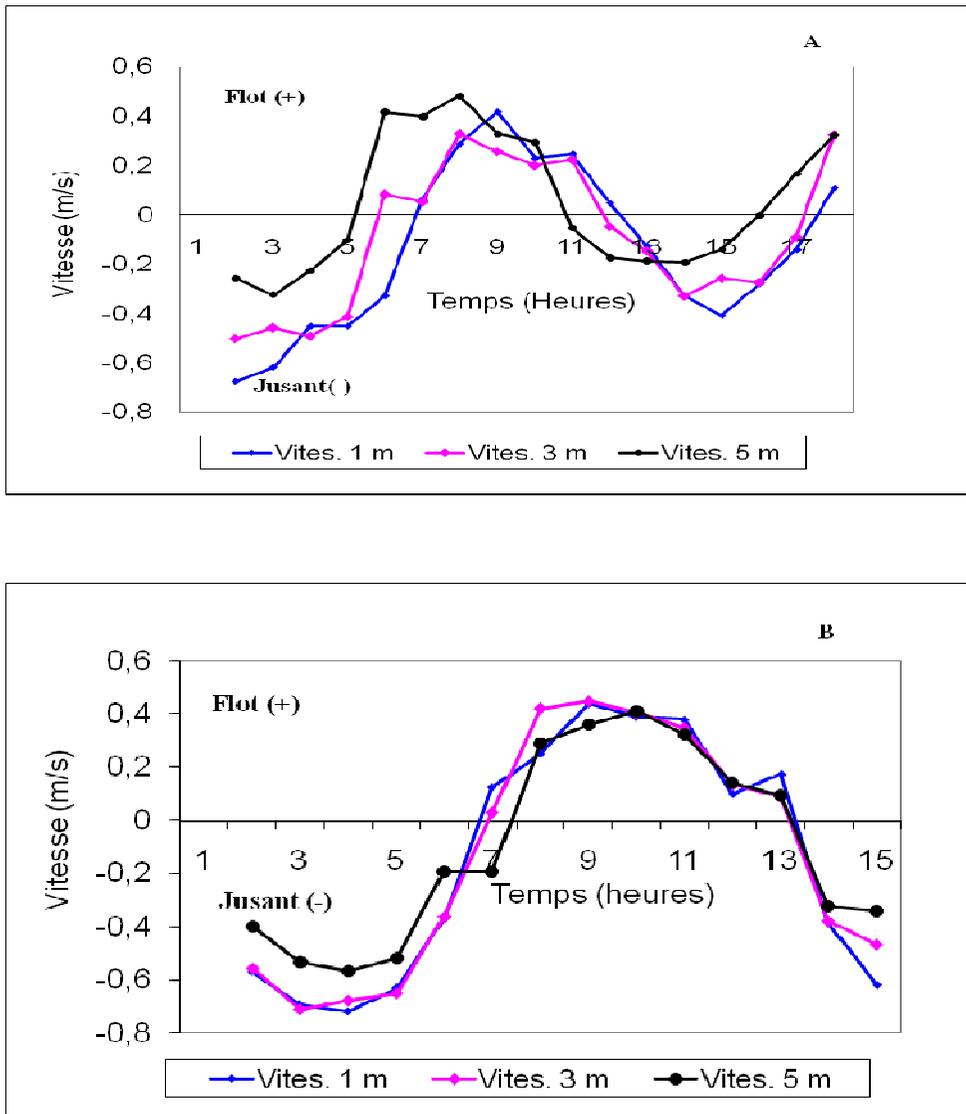
**Figure 4 :** Configuration de la morphologie de la lagune entourant l'île Vitré

### III-5. Hydrologie

Les mesures courantologiques ont été réalisées aux moments des vives-eaux et morte-eaux à la station de Moossou et de Vitré (C1 et C2) Les **Figures 5 et 6** présentent les évolutions des vitesses de courant aux deux stations pendant les vives-eaux et mortes-eaux. Les vitesses de flot sont comptées positives et celles du jusant négatives. Les vitesses atteignent 0,717 m/s en surface à la station Vitré pendant les vives-eaux (**Figure 6B**).



**Figure 5 :** Evolution des vitesses de courant à la station de Moossou en période de vives eaux



**Figure 6 :** Evolution des vitesses de courant à la station Vitré en période de mortes-eaux (a) et de vive eau vives-eaux (B)

Tout au sud de l'île, les vitesses de courant mesurées à la station de Moosou où les profondeurs vont jusqu'à 10 mètres, sont également fortes avec des valeurs atteignant 0,74 m/s. La circulation des eaux autour de l'île se fait essentiellement au Nord grâce aux apports de la lagune Potou.

#### **IV - DISCUSSION**

La lagune Ebrié, par sa position à la lisière du domaine marin et du domaine continental, constitue un milieu très original d'un triple point de vue : hydrodynamique, géochimique et écologique. Les apports d'eau d'origine terrestre ou marine confèrent à la lagune une diversité de milieux en relation étroite avec les phénomènes hydrodynamiques qui commandent la qualité chimique des eaux, la fréquence de leur renouvellement et dans une certaine mesure le développement des processus d'eutrophisation [1, 6,10].

Dans la zone lagunaire de l'île Vitré, la nature des sédiments observés est liée à la morphologie du fond. Les sables tapissent les zones les moins profondes et les vases se concentrent dans les chenaux. Cette disposition est due aux facteurs hydrodynamiques et, en partie, au clapot qui favorise l'écoulement des particules les plus fines sur les pentes, mêmes faibles, des talwegs lagunaires [11]. Près de 50 % de ces dépôts sont de nature organique, la part minérale étant constituée d'argile. La circulation des eaux dans le périmètre lagunaire de l'île de Vitré est régie par les apports du Comoé et par la marée.

Les vitesses de courants mesurées autour de l'île Vitré et de Moossou montrent une prépondérance du jusant sur le flot en toute saison du fait de sa proximité avec l'embouchure du fleuve Comoé. Ces phénomènes hydrodynamiques se traduisent par la prédominance des eaux d'origine continentale, comme en témoigne le pH dont les valeurs sont inférieures à 7. Les eaux continentales sont en effet plus acides que celles d'origine marine [6].

Dans cette zone, les teneurs en oxygènes (6 à 7 mg/L) sont peu variables dans toute la colonne d'eau du fait de la faible profondeur et des phénomènes de déstratification verticale de la colonne d'eau au mois d'octobre, période à laquelle les mesures ont été effectuées. En effet, les eaux profondes à faible teneur en oxygène remontent et pénètrent en lagune de juillet à septembre alors qu'elles sont sursaturées d'octobre à juin. Les quantités d'oxygène dissous dépendent aussi des échanges avec l'atmosphère, échanges qui sont favorisés par l'agitation des eaux, elle-même fonction du vent, de la marée et des courants [7].

Ce contexte hydro-climatique et la topographie des fonds expliquent également la quasi nullité de la salinité dans l'île Vitré [6].

En effet, pendant la saison des pluies et de crues, les couches superficielles subissent une forte dessalure [12]. Cette période se caractérise aussi par une augmentation des concentrations en éléments nutritifs particulièrement en

composés azotés, du fait des matières organiques et dissoutes que les eaux de pluies charrient des bassins versants des rivières et fleuves vers la lagune. Les concentrations en sels nutritifs croissent généralement des saisons d'étiage aux saisons de crue et de pluies et de crue [2,13,14]. Ces variations sont gouvernées par les apports d'eau en lagune, les eaux continentales étant plus riches en éléments nutritifs que les eaux océaniques [15].

En outre, les secteurs à faible renouvellement d'eau et anoxiques sont plus chargés en composés azotés (N-NH<sub>4</sub> et P-PO<sub>4</sub>). Mais cette richesse en nutriments observées dans les eaux pourrait être liée aux différentes activités agricoles utilisant des engrais et autres fertilisants dans les bassins versants du fleuve Comoé. Par ailleurs, la dégradation des matières organiques sédimentées provenant des végétations aquatiques flottantes et des apports anthropiques des populations riveraines, par les micro-organismes et les bactéries, est une source importante de nutriment.

L'impact des apports anthropiques estimé par l'analyse bactériologique de la qualité des eaux montre que le degré de contamination des sites étudiés est fonction, à la fois, de leurs caractéristiques hydrologiques et de leurs proximités des points de rejets. L'élevage d'animaux (porcs, etc.) et l'utilisation des berges des plans d'eau comme latrines par la population constituent la principale source de contamination inventoriée dans le périmètre de l'île Vitré en ce qui concerne les bactéries d'origine fécale. Les densités observées sont largement inférieures à celles relevées dans la zone lagunaire d'Abidjan, particulièrement, dans les baies de Cocody, Banco et Biétry.

En effet, en juin 2006, de fortes densités de coliformes fécaux et de coliformes totaux ont été observées dans ces baies avec, respectivement, 630.000 et 1.120.000 coliformes totaux dans les eaux de surface des baies du Banco et de Cocody. Dans ces mêmes baies, des densités de 570.000 et de 1.030.000 coliformes fécaux ont été relevées. L'abondance des germes fécaux est essentiellement due à une majoration des apports anthropiques par le lessivage des sols souillés et par la vidange des égouts et aux eaux de ruissellement [16-19].

Les eaux de pluies et de crues enrichissent en éléments nutritifs le milieu lagunaire qui devient plus propice à la survie et aux flambées épidémiques. Les densités de bactéries témoins de contamination fécale sont généralement plus élevées sur les berges lagunaires comparativement aux eaux libres des chenaux centraux [20]. Eu égard aux critères OMS/PNUE [21] pour les eaux de baignade, toutes les sites visités sont contaminés par les germes fécaux et

les eaux s'avèrent impropres à toutes activités balnéaires surtout en période de saison de pluies et de crues.

L'appréciation de la qualité sanitaire contraste quelque peu avec les paramètres du milieu relatifs au développement de l'aquaculture. L'analyse des caractéristiques hydrologiques (concentration en sels nutritifs, teneur en oxygène dissous, température, pH) jointe à l'étude sédimentologique (proportion moyenne de matière organique détritique) et bathymétrique (faible profondeur) du site étudié laisse entrevoir des conditions environnementales favorables, caractéristiques d'une zone à potentiel aquacole.

Cependant, la situation particulière de cette zone estuarienne soumise à d'importante variation de salinité fait que, seules les espèces euryhalines, capables donc de s'adapter aux changements brusques de salinité pourront être éligibles pour l'aquaculture. Le tilapia, particulièrement les souches adaptées aux milieux saumâtres peuvent faire l'objet d'élevage dans ces milieux. Si l'étude bactériologique démontre une faible pollution du milieu, la valorisation de ce secteur lagunaire par le développement de l'aquaculture pourrait toutefois être menacée par l'accroissement des activités anthropiques (construction futur de la zone franche dans ce secteur), sources de dégradation de la qualité du milieu.

## **V - CONCLUSION**

Il ressort de cette étude que les eaux de l'île Vitré sont principalement d'origine continentale. Ces eaux sont riches en sels nutritifs, mais la qualité sanitaire laisse entrevoir un début de pollution d'origine bactérienne. La construction de la zone franche pourrait affecter la qualité du milieu lagunaire eu égard aux différentes activités anthropiques et à l'accroissement de la population engendrés par cette infrastructure économique. Il est donc indispensable qu'une surveillance permanente de la qualité des eaux de la lagune Ebrié et, particulièrement, du secteur de la zone franche soit encouragée. Une réglementation stricte devra être appliquée en ce qui concerne l'utilisation des plans d'eau lagunaire et un accent doit également être mis sur l'éducation et la sensibilisation de la population pour un environnement et un cadre de vie saine.

## RÉFÉRENCES

- [1] - P. DUFOUR, J. LEMOALLE, J. ALBARET. « Le système Ebrié dans les typologies lagunaires ». *In* : Durand J. R., Dufour Ph., Guiral D. Zabi S. (Eds). Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II – Les milieux lagunaires. Editions de l'ORSTOM, (1994) 17-24.
- [2] - J. R. DURAND ET M. SKUBICH, Les lagunes ivoiriennes. *Aquaculture*, 17 (1982) 21-50.
- [3] - J. ALBARET et J. M. ECOUTIN, « Communication mer-lagune : Impact d'une réouverture sur l'ichtyofaune de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) ». *J. Ivoir. Océanol. Limnol.*, Série 1, vol. 2 (1991) 99-109.
- [4] - Y. SANKARE, « Influence de la réouverture du canal de bassam sur la pêcherie de crabes de Vitré II en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) ». *J. Ivoir. Océanol. Limnol.*, série 1 vol. 2 (1991) 91-98.
- [5] - J. M. ECOUTIN, J. R. DURAND, R. LAE ET J. P. HIE DARE, L'exploitation des stocks. *In* : Durand J. R., Dufour Ph., Guiral D. Zabi S. (Eds). Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II – Les milieux lagunaires. Editions de l'ORSTOM, (1994) 399-444.
- [6] - J. R. DURAND et D. GUIRAL, Hydroclimat et hydrochimie. *In* : Durand J. R., Dufour Ph., Guiral D. Zabi S. (Eds). Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II – Les milieux lagunaires. Editions de l'ORSTOM, (1994) 59-90.
- [7] - Ph. DUFOUR, Du biotope à la biocénose. *In* : Durand J. R., Dufour Ph., Guiral D. Zabi S. (Eds). Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II – Les milieux lagunaires. Editions de l'ORSTOM, (1994) 93-108.
- [8] - J. PAGES., LEMASSON L. et Ph. DUFOUR, « Eléments nutritifs et production primaire dans les lagunes de Côte d'Ivoire ». Cycle annuel. *Arch. Sci. Cent. Rech. Océanogr.*, Abidjan, série 5, vol. 1 (1979) 1-60.
- [9] - A. AMINOT et M. CHAUSSEPIED, Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre National pour l'Exploitation des Océans. CNEXO/BNDO/Documentation, Brest Cedex, (1983) 395 p.
- [10] - P. DUFOUR. Les microphytes *In* : Durand J. R., Dufour Ph., Guiral D. Zabi S. (Eds). Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II – Les milieux lagunaires. Editions de l'ORSTOM, (1994) 109-135.
- [11] - J. P. TASTET et D. GUIRAL, Géologie et sédimentologie. *In* : Durand J. R., Dufour Ph., Guiral D. Zabi S. (Eds). Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II – Les milieux lagunaires. Editions de l'ORSTOM, (1994) 35-57

- [12] - Ph DUFOUR, « Les frontières naturelles et humaines du système lagunaire Ebrié ». Incidences sur l'hydroclimat. *Hydrobiologia*, 94 (1982) 105-120.
- [13] - L. LEMASSON et J. PAGES, « Apports de phosphore et d'azote par la pluie en zone tropicale (Côte d'Ivoire) ». *Rev. Hydrobiol. Trop.*, Série 15 vol. 1 (1982) 9-14.
- [14] - B. S. METONGO, « Evolution saisonnière des phosphates et des composés minéraux dissous de l'azote en lagune Aby (Côte d'Ivoire) ». *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr.*, Abidjan, 17 (1989) 29-45.
- [15] - Ph. DUFOUR et L. LEMASSON, « Le régime nutritif de la lagune tropicale Ebrié (Côte d'Ivoire) ». *Océanogr. Trop.*, Série 20 vol. 1 (1985) 41-69.
- [16] - A. LANUSSE. « La contamination microbienne d'une lagune tropicale (lagune Ebrié, Côte d'Ivoire) - Influence de l'hydroclimat ». *Thèse Univ. Provence, Aix Marseille-I*, (1987) 147 p.
- [17] - A. LANUSSE et D. GUIRAL, « Suivi annuel de la contamination bactérienne et virale des eaux et des sédiments lagunaires au niveau d'Abidjan ». *Océanis*, série 14 vol. 1 (1988) 71-87.
- [18] - A. M. KOUASSI, D. GUIRAL et M. DOSSO, « Variations saisonnières de la contamination microbienne de la zone urbaine d'une lagune tropicale estuarienne. Cas de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire) ». *Rev. Hydrobiol. Trop.*, série 23 vol. 3 (1990). 181-194.
- [19] - P.R. HUNTER, "Climate change and waterborne and vector-borne disease". *Journal of Applied Microbiology*, 94 (2003) 37S-46S.
- [20] - D. GUIRAL, A. M. KOUASSI et R. ARFI. « Estimation des niveaux de pollution organique et bactérienne des eaux à proximité des berges de la ville d'Abidjan ». *J. Ivoir. Océanol. Limnol.*, série 2 vol. 1 (1993) 1-17.
- [21] - OMS/PNUE, Directives applicables à la surveillance sanitaire de la qualité des eaux littorales. Bureau Régional de l'Europe, Copenhague, (1977).