



## **Dynamique de diffusion de la salinité dans la lagune Aghien (Abidjan, Côte d'Ivoire) sous l'influence des prélèvements**

**Bi Sehi GOE<sup>1</sup>, Amidou DAO<sup>2</sup>, Brou AKAHOUA<sup>1</sup>, Jean Thiery KOFFI<sup>2</sup>,  
Bamory KAMAGATE<sup>3</sup>, Kouakou Lazare KOUASSI<sup>1</sup>**

1. Département des Sciences de la Terre, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire.  
*goebi16@gmail.com*
2. Laboratoire des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua, Abidjan 02 BP 801, Côte d'Ivoire.
3. Ecole Normale Supérieure d'Abidjan, BP 10 Abidjan 08, Côte d'Ivoire.

### **Résumé :**

Les lagunes sont des milieux de transition très dynamiques soumis à des influences à la fois fluviales et marines. Malgré cette dynamique, la lagune Aghien a été sélectionnée comme source d'approvisionnement en eau potable des populations de la ville d'Abidjan. Cette étude a donc été initiée pour évaluer l'influence des activités de pompages sur la dynamique de diffusion des sels dans la lagune Aghien. Une modélisation a été effectuée à l'aide du modèle Mike 21 Flow Model FM en prenant comme conditions aux limites la salinité mesurée au niveau de chaque tributaire tout en imposant une salinité initiale de 0,0% dans toute la lagune. La simulation a montré qu'en l'absence des activités de pompages, la salinité de la lagune Aghien oscille entre 0,1% et 0,3%, la maximale étant observée dans la zone devant abriter l'instrument de pompage dans la lagune Aghien. Durant les activités de pompages, la lagune afficherait toujours le même taux de sel par endroit. Ainsi, les activités de pompages simultanés de la rivière Mé et de la lagune Aghien n'entraîneraient pas une modification de la salinité de la lagune Aghien. Par conséquent, cette lagune peut être exploitée à des fins d'alimentation en eau potable sans risque d'augmentation de son taux de sel. Cependant, il serait important d'étudier l'impact des effets des changements climatiques sur la dynamique de diffusion des sels dans cette lagune à moyen terme.

### **Mots-clés :**

Dynamique de la salinité, Pressions Anthropiques, MIKE 21 FM, Lagune Aghien, Côte d'Ivoire.

## Thème 5 – Gestion durable des zones littorales et estuariennes

### 1. Introduction

Les lagunes sont des milieux de transition soumis à des influences marines et fluviales (BARBIER *et al.*, 2011). La lagune Aghien, choisie pour produire de l'eau potable à destination des populations d'Abidjan, malgré sa position géographique relativement éloignée de l'Atlantique, reste sous l'influence des variations de la marée dynamique (GOE *et al.*, 2023). Cependant, grâce à la dilution de ces remontées marines par les apports des tributaires fluviaux de cette lagune, ses masses d'eau s'apparentent aux eaux douces puisque leur salinité ne dépasse généralement pas 0,2‰ (TRAORE *et al.*, 2012). Malheureusement, l'influence de la marée dynamique pourrait connaître une évolution significative dans un contexte de pompage de la rivière Mé et de la lagune Aghien elle-même (KOFFI *et al.*, 2018). Pour une exploitation efficace et une gestion durable de cet écosystème lagunaire, il importe d'étudier l'impact de ces pompages sur la dynamique de diffusion des sels dans cette lagune à travers une modélisation numérique.

### 2. Matériel et méthodes

#### 2.1 Zone d'étude

La zone d'étude est constituée de la lagune Aghien et du chenal naturel qui la relie à la lagune Potou en aval (Figure 1). Cette zone se situe au sud-est de la Côte d'Ivoire entre les longitudes 3°48'30''W et 3°55'30''W et les latitudes 5°21'30''N et 5°27'00''N. Le bassin versant de la lagune Aghien est situé entre les longitudes 3°48'0''W et 4°08'0''W et les latitudes 5°23'0''N et 5°37'0''N. Avec une superficie de 351 km<sup>2</sup>, ce bassin draine les eaux des rivières Djibi et Bété qui sont les tributaires permanents de cette lagune auxquels s'ajoutent les eaux de la rivière Mé et l'onde de la marée dynamique en marée haute (GOE *et al.*, 2023). Le plan d'eau à modéliser couvre une superficie d'environ 21 km<sup>2</sup> (Figure 1).

#### 2.2 Méthodes

##### 2.2.1 Acquisition des données

Les mesures de salinité ont été effectuées en avril 2021 à l'aide d'un multi paramètre de type HANNA en dix (10) points sur 3 niveaux de profondeur (surface (S), mi-fond (M) et au fond (F)). Après chaque prélèvement, la sonde du multi paramètre, préalablement étalonnée, est plongée dans l'échantillon d'eau pour la mesure *in situ* de la salinité.

##### 2.2.2 Modélisation de la dynamique des sels

Après validation du modèle hydrodynamique, Pour la modélisation de la diffusion des sels, le modèle MIKE 21 Flow Model FM (DHI, 2021) a été configuré pour résoudre les équations de transport de la salinité en maintenant la température de l'eau constante (25°C).

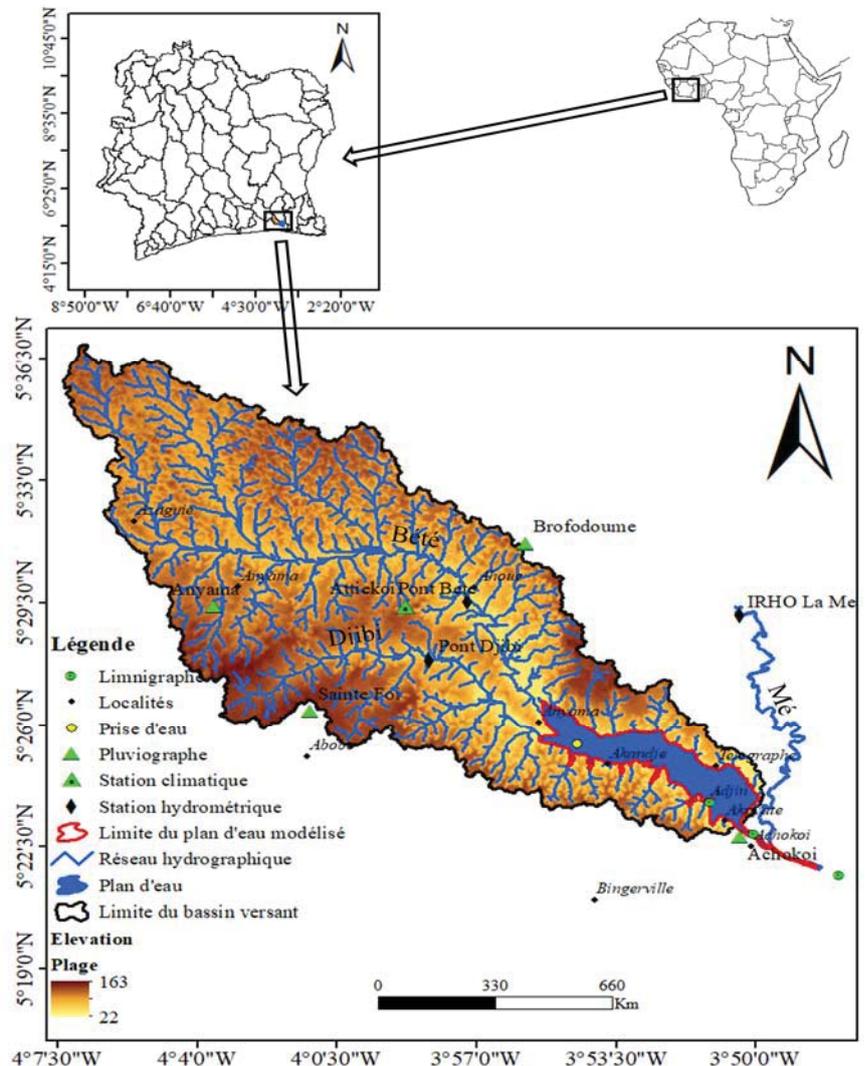


Figure 1. Zone d'étude.

Deux (2) simulations de quinze (15) jours sont effectuées pour apprécier l'impact des activités de pompages sur la dynamique de diffusion des sels dans la lagune Aghien :

- La première simulation permet de reproduire les observations faites sur le terrain, un test pour vérifier l'efficacité du modèle. En condition aux limites amont et aval, la salinité définie pour chaque tributaire est celle mesurée sur le terrain pendant la période correspondante (avril 2021). Une condition initiale de salinité 0,0% est imposée afin de mieux évaluer l'influence de l'intrusion des masses d'eau salées des tributaires dans la lagune Aghien.
- La seconde simulation, prenant en compte les volumes d'eau pompées dans la Mé et dans la lagune Aghien, permet d'identifier l'effet de ces activités de pompage sur la salinité de la lagune Aghien. Lors de cette simulation, l'état initial de la lagune est celui

## Thème 5 – Gestion durable des zones littorales et estuariennes

modélisé lors de la première simulation, seuls les débits de la Mé sont réduits de 3 m<sup>3</sup>/s et le débit de pompage dans la lagune Aghien de 2 m<sup>3</sup>/s est également pris en compte.

### 3. Résultats

#### 3.1 Salinité de la lagune Aghien

En avril 2021 (période d'étiage), la salinité moyenne dans la lagune Aghien est estimée à 0,2% et celle dans le chenal en aval à 0,3% en marée haute. Sur la Djibi et la Bété ces mesures ont donné respectivement une salinité moyenne de 0,3% et 0,2% (Tableau 1). La rivière Mé est une rivière à salinité nulle (0,0%).

Tableau 1. Salinité mesurée in situ pendant la campagne d'avril 2022.

	Djibi	Bété	Mé		Chenal		Aghien	
			Marée					
			Basse	Haute	Basse	Haute	Basse	Haute
S								0,2
M	0,3	0,2	0,0	0,0	0,2	0,3	0,2	0,2
F								0,3

Note : S, Surface ; M, Mi-fond ; F, Fond.

#### 3.2 Diffusion des sels avant pompages

En condition actuelle (absence de pompage), après avoir mis 55 heures pour se stabiliser, la salinité de la lagune Aghien simulée par le modèle varie d'une zone à une autre en fonction de la marée dynamique entre 0,0% et 0,2% (Figure 2) en fonction de la marée dynamique. En marée basse, les masses d'eau à fort taux de sel (0,3%) se situent à proximité de la confluence de la rivière Djibi (Figure 2a). En marée haute, la salinité en aval de la confluence de la rivière Mé atteint également 0,3% contre un maximum de 0,12% en marée basse dans la même zone (Figure 2a et 2b). Dans la cuvette de la lagune, la salinité n'excède pas 0,2% quel que soit le niveau de la marée.

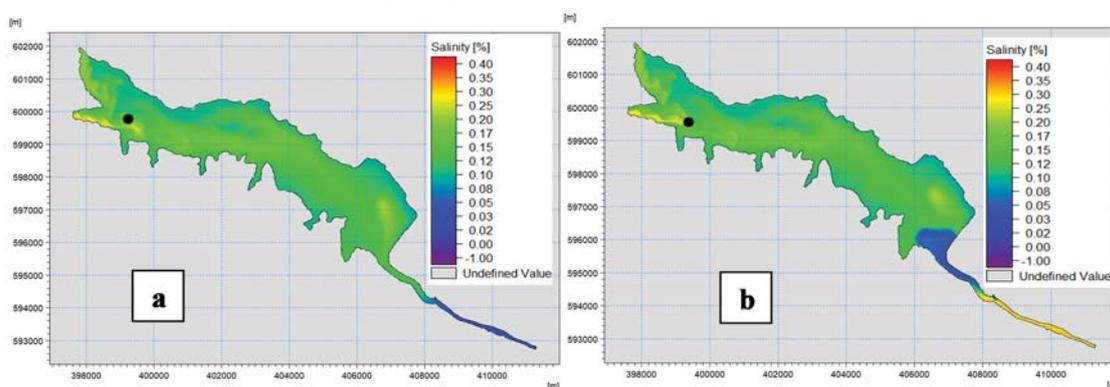


Figure 2. Diffusion des sels dans la lagune Aghien avant les pompages en : a) Marée basse ; b) Marée haute.

### 3.3 Diffusion des sels pendant pompage

La dynamique de diffusion de la salinité des tributaires dans la lagune Aghien pendant les activités de pompage a été évalué pendant 15 jours sur la période sèche (avril) de l'année 2021 où les apports fluviaux sont en baisse. En période d'étiage, le modèle simule une salinité comprise entre 0,02 % et 0,3 % dans toute la lagune. La Djibi reste pourvoyeuse des taux de sels les plus élevés. La salinité dans la lagune malgré les pompages n'est pas différente de celle avant ces activités (Figure 3). Dans le chenal, les taux de sels restent fortement dépendants de la marée dynamique. En marée basse la salinité en aval de la confluence de la rivière Mé est proche de 0,0% et en aval, elle avoisine 0,2% (Figure 3a). En marée haute, la partie aval du chenal enregistre un taux de sel estimé à 0,3% contre 0,0% en amont (Figure 3b).

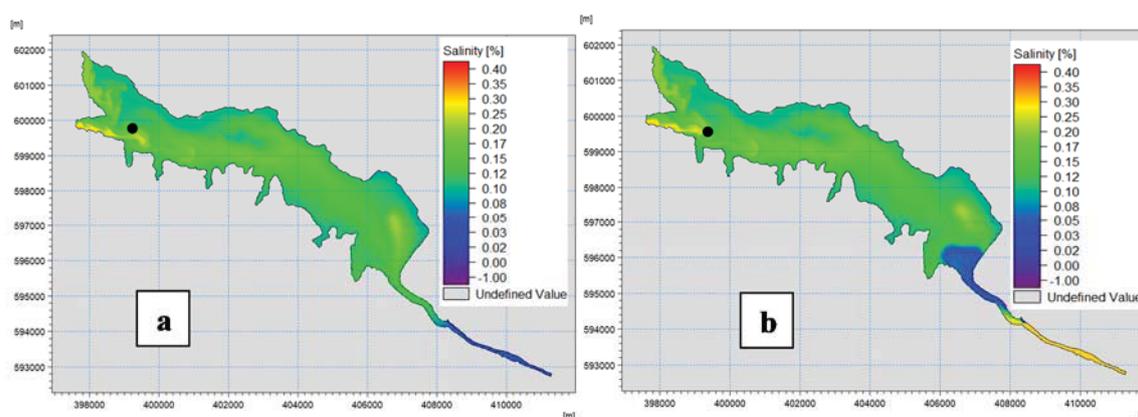


Figure 3. Dynamique des sels dans la lagune Aghien pendant son exploitation en : a) Marée basse ; b) Marée haute.

## 4. Discussion

Les mesures de salinité effectuées pendant la saison sèche (avril 2021) sont, en moyenne, estimées à 0,2% dans la lagune Aghien et à 0,3% au niveau de la lagune Potou en aval. Dans les rivières Djibi, Bété et Mé, la salinité moyenne est respectivement de 0,3%, 0,2% et 0%. La position géographique et les apports fluviaux importants des tributaires notamment la Mé (KOFFI *et al.*, 2019 ; GOE *et al.*, 2023), seraient à la base du faible taux de sel dans la lagune Aghien. Au niveau de la Djibi, la forte salinité obtenue serait due à un apport important en eau résiduaire dans cette rivière (SORO *et al.*, 2010). La simulation de l'influence des pressions anthropiques caractérisées par les pompages a montré que l'exploitation de la rivière Mé et de la lagune Aghien n'entraierait pas une augmentation de la salinité dans la lagune. L'absence d'une influence significative des prélèvements sur la salinité des eaux de cette lagune montre que les volumes pompés ne représentent qu'une quantité négligeable des apports fluviaux comme montré par KOFFI (2021).

## 5. Conclusions

A l'issue de cette étude, il convient de retenir qu'en période d'étiage, la salinité de la lagune Aghien peut atteindre 0,3‰ dans la zone des pompages et 0,2‰ dans le sud en marée haute malgré les apports de la Mé. Le modèle numérique de la diffusion des sels a montré que les activités de pompage de la Mé et de la lagune Aghien en période d'étiage n'impacteraient pas la salinité de la lagune Aghien malgré les apports importants en eau marine.

## 6. Références bibliographiques

- BARBIER E.B., HACKER S.D., KENNEDY C., KOCH E.W., STIER A.C., SILLIMAN B.R. (2011). *The value of estuarine and coastal ecosystem services*. Ecological monographs, 81(2), pp. 169–193. <https://doi.org/10.1890/10-1510.1>
- DHI-DANISH HYDRAULIC INSTITUT (2021). Hydrodynamic and transport module. Scientific documentation, 59 p.
- GOE B.S.A., BROU L.A., KOFFI E.S., AKAHOUA B.D., DAO H., KAMAGATE B., KOUASSI K.L. (2023). *Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de la lagune Aghien (Sud-Est de la Côte d'Ivoire)*. International Journal of Innovation and Scientific Research, 69(1), pp. 129–142. <https://issr-journals.org/xplore/ijisr/0069/001/IJISR-23-211-02.pdf>
- KOFFI E.S. (2021). *Modélisation hydrologique et estimation des flux au niveau de la lagune (Abidjan/Côte d'Ivoire) dans un contexte d'urbanisation et de variabilité climatique*. Thèse Unique, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire, 212 p.
- KOFFI E.S., DAO A., NOUFE D.D., KAMAGATE B., KOFFI K.J.T., DIALLO S., GONE D.L. (2018). *Bilan des apports liquides des rivières Bété et Djibi a la lagune Aghien (Côte d'Ivoire)*. American Journal of Innovative Research and Applied Sciences, ISSN 2429-5396, pp. 86–99. <https://american-jiras.com/Serge-ManuscriptRef.1-ajira170118.pdf>
- KOFFI E.S., KOFFI T.K., PERRIN J.L., SÉGUI S., GUILLIOD M., GONÉ D.L. & KAMAGATÉ B., (2019). *Hydrological and water quality assessment of the Aghien Lagoon hydrosystem (Abidjan, Côte d'Ivoire)*. Hydrological Sciences Journal, 64(15), pp. 1893–1908. <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1672875>
- TRAORÉ A., SORO G., KOUADIO E.K., BAMBA B.S., OGA M.S., SORO N., BIEMI J. (2012). *Evaluation des paramètres physiques, chimiques et bactériologiques des eaux d'une lagune tropicale en période d'étiage: la lagune Aghien (Côte d'Ivoire)*. International Journal of Biology and Chemical Sciences, 6(6), pp. 7048-7058. doi:10.4314/ijbcs.v6i6.40
- SORO N., OUATTARA L., DONGO K., KOUADIO E.K., AHOUSSE E.K., SORO G., OGA M.S., SAVANE I., BIEMI J. (2010). *Déchets municipaux dans le district d'Abidjan en Côte d'Ivoire: sources potentielles de pollution des eaux souterraines*. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 4(6), pp. 2203–2219. doi:10.4314/ijbcs.v4i6.64952