

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de la lagune Aghien (Sud-Est de la Côte d'Ivoire)

[Characterization of the hydrodynamic parameters of the Aghien lagoon (south-eastern Côte d'Ivoire)]

Goe Bi Sehi Antoine¹, Brou Loukou Alexis¹, Koffi Ehouman Serges², Akahoua Brou David¹, Dao Hamidou², Kamagate Bamory², and Kouassi Kouakou Lazare¹

¹Laboratoire des Sciences et Technologies de l'Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa BP 150, Côte d'Ivoire

²Laboratoire des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua, Abidjan 02 BP 801, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The Aghien lagoon is expected to provide drinking water for the population of Abidjan. Hydrodynamic modelling is therefore required to assess the impact of this operation, coupled with the impact of climate change, on the functioning of this lagoon ecosystem. The aim of our work is to determine the hydrodynamic parameters required for this exercise. The methodology consisted of surveying sections of the lagoon and its un-surveyed tributaries using a Work Horse Rio Grande Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP). The results show that the effect of upwelling is clearly evident in sections 1 and 3 of the channel, with velocity vectors directed towards the Aghien lagoon. The mean velocity is around 0.42 m/s at low tide, compared to 0.385 m/s at high tide in section 03. The greatest variation in mean flow velocity was observed in section 02, with values increasing from 0.23 m/s at low tide to 0.18 m/s at high tide. However, the effect of upwelling attenuated the mean flow rates from 57.77 m³/s to 40.29 m³/s in section 2 (Mé section) and from 265.15 m³/s to 237.22 m³/s in section 3 (downstream channel). The flow in the northern part of the lagoon is low (0.007 m/s) and the velocity vectors point in opposite directions.

KEYWORDS: Currents, Aghien Lagoon, Canal, La Mé, Abidjan, Côte d'Ivoire.

RESUME: La lagune Aghien, est pressentie pour l'alimentation en eau potable de la ville d'Abidjan. Ainsi, une modélisation hydrodynamique est nécessaire pour évaluer l'impact de cette exploitation couplée aux effets des changements climatiques sur le fonctionnement de cet écosystème lagunaire. Nos travaux visent donc à déterminer les paramètres hydrodynamiques indispensables à la réalisation de cet exercice. La méthodologie a consisté à jauger, à l'aide d'un profileur acoustique de courant à effet Doppler (ADCP) de type Work Horse Rio Grande, des sections de cette lagune et de ses tributaires non jaugés. Les résultats indiquent que l'effet de la remontée des écoulements est bien perceptible au niveau des sections 1 et 3 du chenal avec des vecteurs-vitesse orientés vers la lagune Aghien. La vitesse moyenne est de l'ordre de 0,42 m/s en marée basse contre 0,385 m/s en marée haute au niveau de la section 3. La plus forte variation de vitesse moyenne d'écoulement a été observée à la section 2 avec des valeurs passant de 0,23 m/s en marée basse à 0,18 m/s en marée haute. Cependant, l'effet de la remontée a bien atténué les débits d'écoulement moyens respectivement de 57,77 m³/s à 40,29 m³/s dans la section 2 (section de la Mé) et de 265,15 m³/s à 237,22 m³/s dans la section 3 (chenal aval). Les écoulements dans la zone nord de cette lagune sont faibles (0,007 m/s) avec une orientation en sens opposés des vecteurs vitesse.

MOTS-CLEFS: Courantologie, lagune Aghien, chenal, la Mé, Abidjan, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Pour le commun des mortels, l'eau est une ressource indispensable à la vie. Elle est utilisée pour la production agricole, l'élevage et les besoins domestiques et industriels [1]. Pour l'alimentation en eau potable des populations, diverses ressources en eau sont utilisées en fonction des réalités de chaque pays [2], [1], [3], [4]. Les pays ouest-africains qui bénéficient d'importantes ressources en eau douce de surface et souterraines s'alimentent uniquement par l'exploitation de ces ressources fortement influencées par les précipitations [5], [6], [7], [8], [4].

Pour les populations de la ville d'Abidjan, capitale économique de la Côte d'Ivoire, l'alimentation en eau potable est assurée par l'exploitation de la nappe du continental terminal [9], [10]. Malheureusement, cette nappe fait face à une baisse de son volume due à la surexploitation et à une diminution des infiltrations causée par la réduction des précipitations et la dégradation du couvert végétal [11]. De plus, les rejets industriels et les installations anarchiques des populations menacent la qualité chimique de cette ressource poussant les gestionnaires à abandonner des forages d'eau potable [10], [12]). A l'opposée, la demande en eau potable ne cesse d'augmenter du fait de la croissance démographique [13]. Cette situation fait peser, sur les populations de ce pôle économique, d'énormes problèmes d'accès à l'eau potable caractérisés par un déficit estimé à plus de 58 Mm³ par an [14].

Pour combler ce déficit, des travaux de recherche ont été menés en vue de trouver des ressources complémentaires parmi les ressources à proximité de la ville d'Abidjan pour accroître les capacités en eau potable des populations [15], [16]. Ainsi, la lagune Aghien, de par sa position géographique et le volume important de ses tributaires continentaux assurant le renouvellement de ses eaux [15], a été choisie [17].

Malheureusement, l'analyse des données hydro-climatiques plus récentes a mis en évidence, une persistance, dans le bassin versant de cette lagune [6], [18]), de la diminution des hauteurs pluviométriques survenue à la fin des années 1970 [19], [5], [20], [21], [22] dans la zone ouest-africaine. Dans le bassin versant de la lagune Aghien, cette baisse s'accompagne d'une dégradation du couvert végétal [23] entraînant un apport important de sédiments à la base de la réduction du volume de la cuvette de cette lagune [24], [18]. A cela s'ajoute le pompage prévu de 250 000 m³/jour (soit environ 11 400 m³/h) de la rivière côtière Mé, plus important tributaire continental de cette lagune en marée haute qui pourrait entraîner une modification du fonctionnement hydrodynamique de cette lagune. Ainsi, le projet « Aghien » a été initié en vue d'évaluer l'impact concilié de la baisse des apports fluviaux et des pompages sur le fonctionnement hydro-sédimentaire de la lagune Aghien à travers une modélisation. Elle passe par la détermination des paramètres hydrodynamiques utilisés comme données d'entrée du modèle.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude est située au sud-est de la Côte d'Ivoire entre les longitudes 3°49'00" W et 3°55'30" W et les latitudes 5°21'30" N et 5°26'30" N. Elle est constituée de la lagune Aghien, du chenal naturel reliant les lagunes Aghien et Potou et d'une portion de 200 m de la rivière Mé au voisinage de sa confluence. Son climat est de type équatorial de transition à l'instar de celui du district d'Abidjan reparti sur quatre (4) grandes saisons dont deux (2) saisons pluvieuses et deux (2) saisons sèches [25]. Les précipitations annuelles dans cette zone, centrée sur le mois de juin, ont une moyenne estimée à 1522 mm. Quatre (4) sections de mesure identifiées de 1 à 4 comme indiquée sur la figure 1 ci-dessous ont été jaugées.

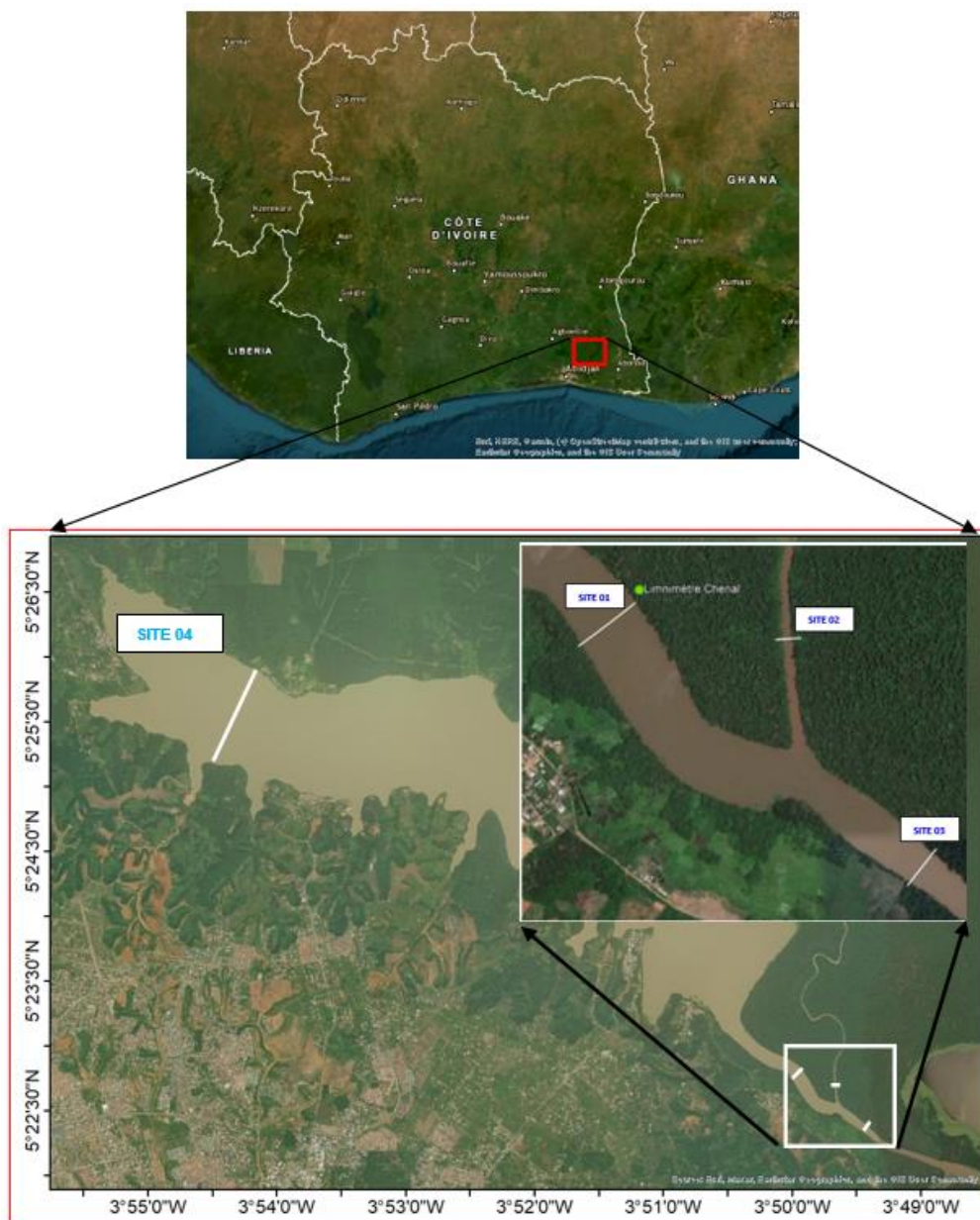


Fig. 1. Site de jaugeage des sections

La position géographique des sites de mesure est résumée dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1. Coordonnées géographiques des sections jaugeées

Sites	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
X (UTM)	3°49'59"W	3°49'40"W	3°49'29"W	3°54'29"W
Y (UTM)	5°22'44"N	5°22'42"N	5°22'21"N	5°25'12"N

2.2 MATÉRIEL

Pour réaliser cette étude, un profileur acoustique de courant à effet Doppler (ADCP) de type Work Horse Rio Grande à bande large de fréquence 1 200 kHz a été utilisé pour mesurer les vitesses dans la zone d'étude [26]. L'ADCP est monté sur la coque du bateau avec une orientation du transducteur 3 vers l'avant d'une inclinaison de 20° par rapport à la verticale [27].

L'ordinateur muni du logiciel WinRiver II est ensuite connecté à l'ADCP et un fichier de configuration pour contenir les mesures effectuées est créé.

L'appareil envoie et reçoit un signal acoustique à une fréquence de 1 200 kHz. Il permet ainsi l'acquisition des données jusqu'à une profondeur de 30 m avec une erreur de mesure de la vitesse de 0,1 cm/s. Les données incluent la vitesse du courant en 3 dimensions ainsi que l'intensité de l'écho, à partir des 4 projecteurs acoustiques.

2.3 MÉTHODOLOGIE

2.3.1 ENREGISTREMENT DU COURANT

Les mesures ont été réalisées sur les 2 cycles de marée (marée basse et marée haute). Pour chaque section, au moins quatre (04) traversées sont nécessaires dans le but de retenir les traversées donnant les meilleurs résultats [28]. Après le montage et le paramétrage de l'ADCP, il est plongé à 20 cm sous la surface de l'eau et réglé pour faire des mesures dans des cellules de 25 cm d'épaisseur sur toute la colonne d'eau [29]. Enfin, les traversées débutent en s'éloignant lentement (à une vitesse de 6 km/h) de la rive préalablement choisie vers la rive opposée. On traverse plusieurs fois la section (minimum 4 transects) ce qui permet d'obtenir plusieurs valeurs d'un même paramètre que l'on peut ensuite moyenner [28]. Avant et après chaque traversée, la distance entre l'embarcation et la rive (de très faible profondeur où la navigation n'est pas possible) est estimée.

2.3.2 VALIDATION

Les transects validés sont ceux dont les dépouillements ont permis d'obtenir la meilleure dispersion autour de la moyenne: $\text{Ecart-type}/\text{moyenne} \leq 5\%$ qui représentent le seuil admis [30]. Il convient ici d'analyser les écarts des valeurs obtenues de chaque paramètre mesuré par rapport à la moyenne.

3 RÉSULTATS

A l'issue des traitements énoncés ci-dessus, les résultats obtenus se présentent comme indiqués ci-dessous. Il s'agit d'un résumé des moyennes de débits calculés, des vitesses d'écoulement, des largeurs des sections de mesure et des sections mouillées au cours des deux cycles de marées.

3.1 MARÉE BASSE

3.1.1 SITE 1 (CHENAL AMONT) ET 3 (CHENAL AVAL)

Les mesures faites en marée basse dans le chenal ont permis de caractériser l'hydraulique du chenal à travers les valeurs obtenues consignées dans le tableau 2.

En marée basse, dans les sections de jaugeage du chenal, la largeur est de 204,76 m et de 114,02 m respectivement en amont et en aval pour des profondeurs moyennes correspondantes de 4,3 m et 5,55 m. Les surfaces mouillées sont de 881,1 m² en amont et de 630,64 m² en aval. Les vitesses moyennes d'écoulement sont plus importantes dans la section en aval qu'en amont. En aval, la vitesse moyenne est estimée à 0,42 m/s contre 0,25 m/s dans la section amont du chenal. Les débits moyens associés sont de 220,71 m³/s et 265,15 m³/s respectivement pour les sections amont et aval.

Tableau 2. *Caractéristiques hydrauliques des sections amont et aval du chenal*

Site	Largeur (m)	Profondeur Moyenne (m)	Surface Mouillée (m ²)	Vitesse moyenne (m/s)	Débits (m ³ /s)
1 (Chenal amont)	204,76	4,3	881,1	0,25	220,71
3 (Chenal aval)	114,02	5,55	630,64	0,42	265,15

Les vitesses d'écoulement sont nettement plus importantes en aval qu'en amont en marée basse. Elles vont de 0 à 1,087 m/s dans la section aval contre une variation de 0 à 0,859 m/s dans la section amont (Figure 2).

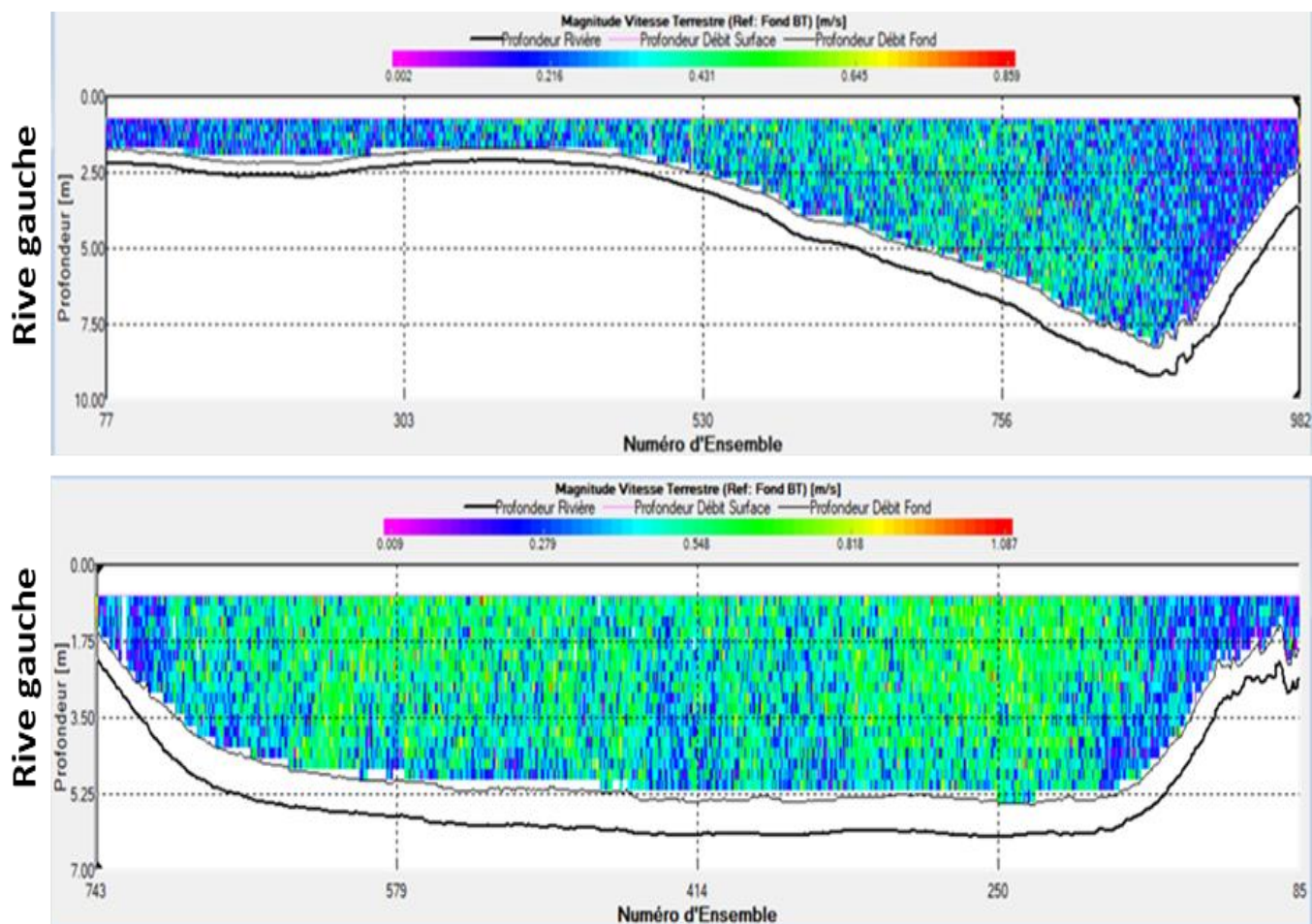


Fig. 2. Profil en travers des sections du chenal: a) section amont; b) section aval

Lorsque la marée est basse, le profil des vecteurs vitesse indiquent un écoulement dirigé uniquement vers la lagune Potou en aval et ce quelle que soit la section (amont ou aval) (Figure 3). La densité des vecteurs vitesse dans la section aval du chenal justifie de l'importance des écoulements dans cette section par rapport à la section amont.

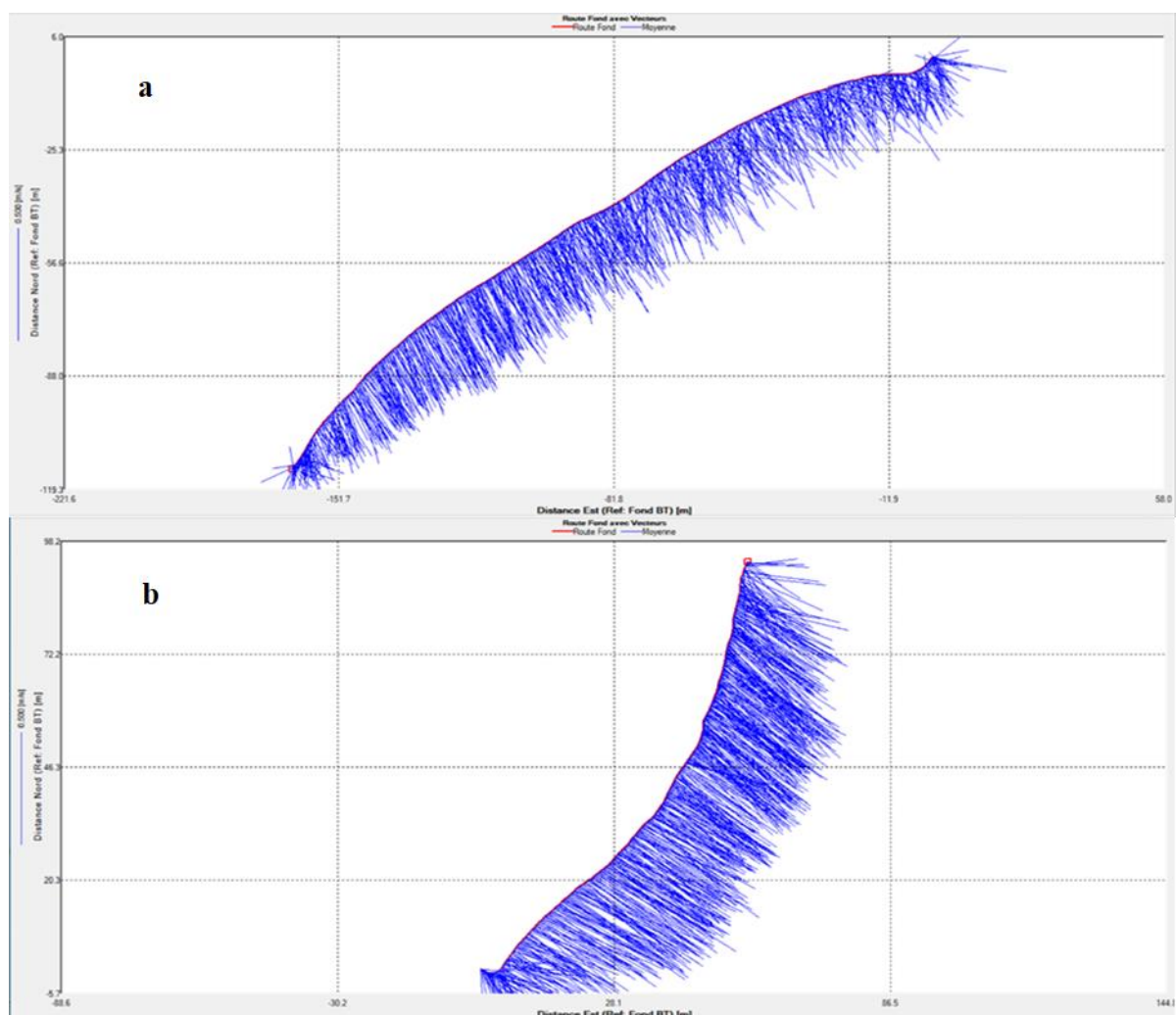


Fig. 3. Profil des vecteurs vitesse des sections du chenal: a) section amont; b) section aval

3.1.2 SITE 2 (RIVIÈRE MÉ)

En marée basse la largeur de la section jaugée de la rivière Mé est de 39,6 m pour une profondeur moyenne de 6,28 m avec une surface mouillée de 248,94 m². La vitesse moyenne des écoulements est estimée à 0,23 m/s dans cette section pour un débit moyen de 57,770 m³/s (Tableau 3).

Tableau 3. Paramètres hydrodynamiques de la section de la Mé au voisinage de sa confluence

Site	Largeur (m)	Profondeur Moyenne (m)	Surface mouillée (m ²)	Vitesse moyenne (m/s)	Débits Moyen (m ³ /s)
2 (la Mé)	39,6	6,28	248,94	0,23	57,770

Le jaugeage en marée basse de cette section de la rivière Mé a montré que les vitesses d'écoulements varient de 0 à 0,751 m/s. Cependant, les vitesses d'écoulement se situent majoritairement dans la fourchette 0,193 m/s et 0,565 m/s (Figure 4).

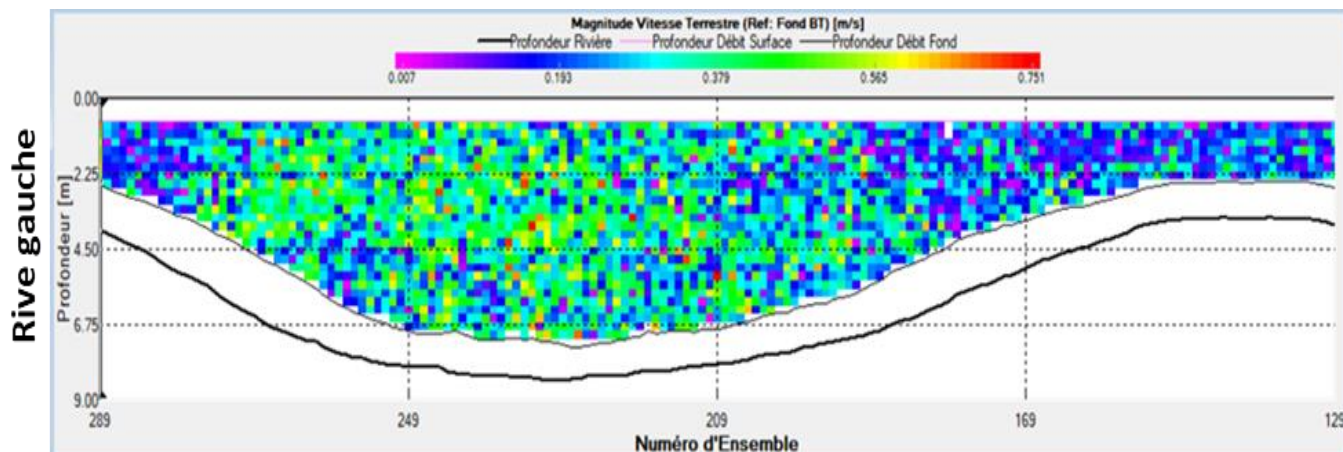


Fig. 4. Profil en travers de la section de la Mé au voisinage de sa confluence

Les vecteurs vitesse indiquent des écoulements unidirectionnels dirigés vers le chenal (Figure 5).

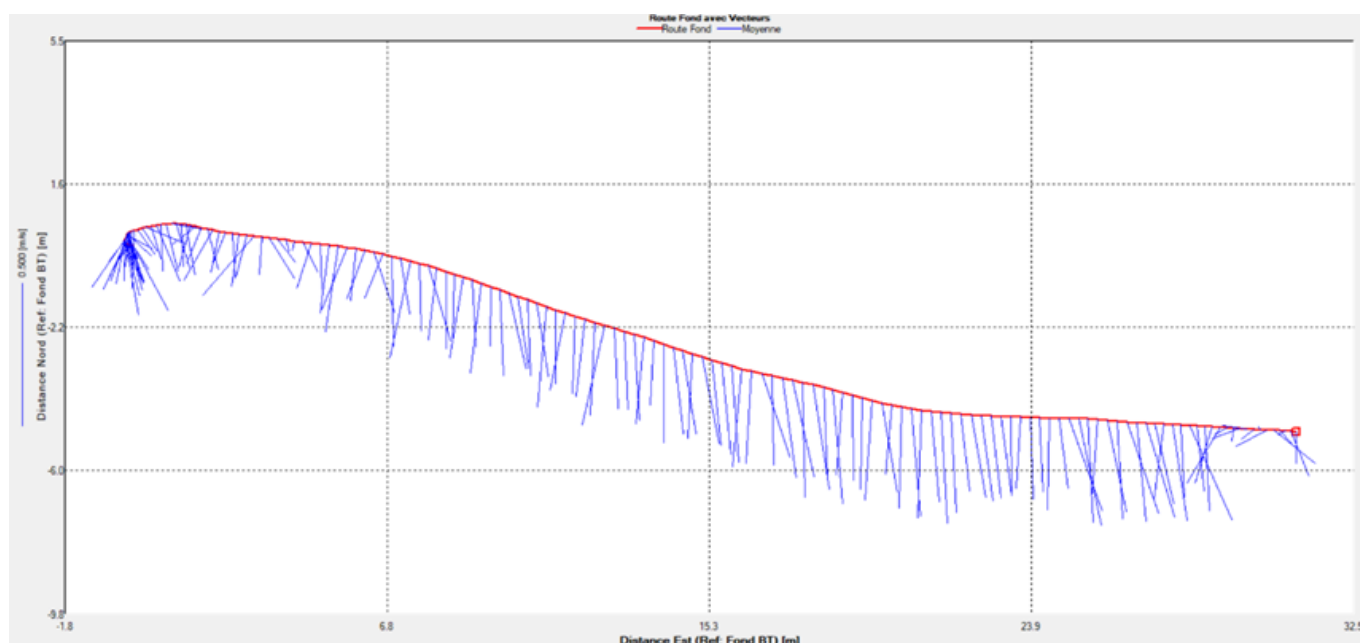


Fig. 5. Profil des vecteurs vitesse d'une section de la Mé au voisinage de sa confluence

3.2 MARÉE HAUTE

3.2.1 SITE 1 (CHENAL AMONT) ET 3 (CHENAL AVAL)

La vitesse moyenne des écoulements, la section mouillée, la profondeur moyenne et le débit moyen pendant le jaugeage en marée haute dans le chenal amont et aval sont contenues dans le tableau 4.

La largeur moyenne est de 201,34 m et 112,77 m respectivement dans le chenal amont et aval pour des profondeurs moyennes de 4,43 m et 5,46 m. Les surfaces mouillées correspondantes sont estimées à 893,45 m² et 615,77 m². Les vitesses moyennes sont évaluées à 0,315 m/s et 0,385 m/s respectivement en amont et en aval. Les débits associés sont de 303,9 m³/s et 237,22 m³/s correspondant aux sections de jaugeage amont et aval.

Tableau 4. Caractéristiques hydrodynamiques dans des sections du chenal (section amont et section aval)

Site	Largeur (m)	Profondeur Moyenne (m)	Surface Mouillée (m ²)	Vitesse moyenne (m/s)	Débits moyen (m ³ /s)
1 (Chenal amont)	201,34	4,43	893,45	0,315	303,9
3 (Chenal aval)	112,77	5,46	615,77	0,385	237,22

Les vitesses d'écoulements varient de 0 m/s à 1,097 m/s dans la section amont du chenal et de 0 m/s à 1,011 m/s dans la section aval. En amont, les écoulements les plus rapides ont lieu près de la rive droite (Figure 6a) alors que dans la section aval, de forme presque trapézoïdale, ils ont lieu au centre du lit (Figure 6b).

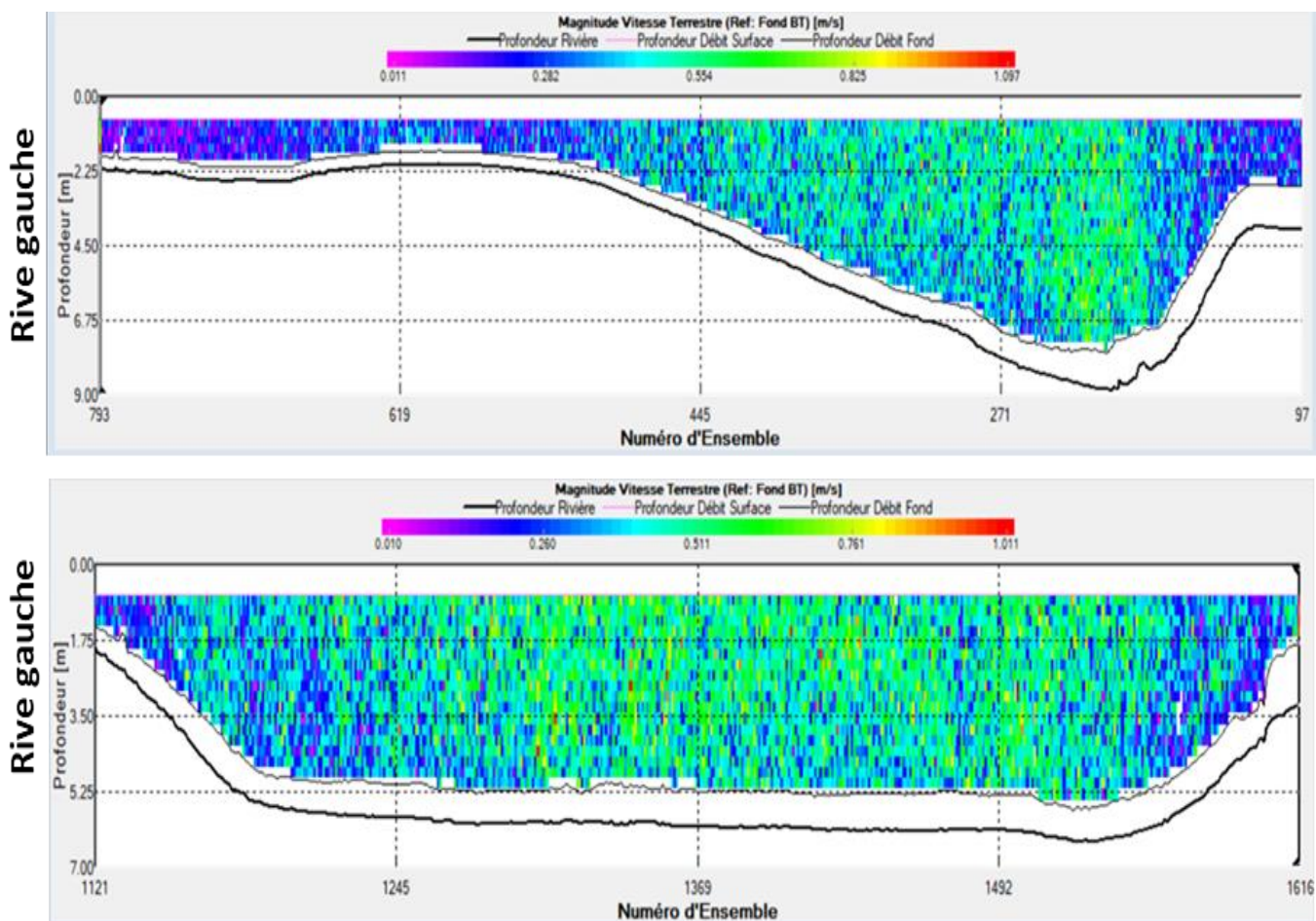


Fig. 6. Profil en travers et variation de la vitesse: a) section amont; b) section aval

En marée haute, les écoulements dans le chenal sont dirigés vers la lagune Aghien indiquant une entrée d'eau, dans cette lagune, en provenance de la Mé et de la lagune Potou. De plus, on constate que les vecteurs vitesse sont plus dense en amont et en aval respectivement en marée haute et en marée basse (Figure 7).

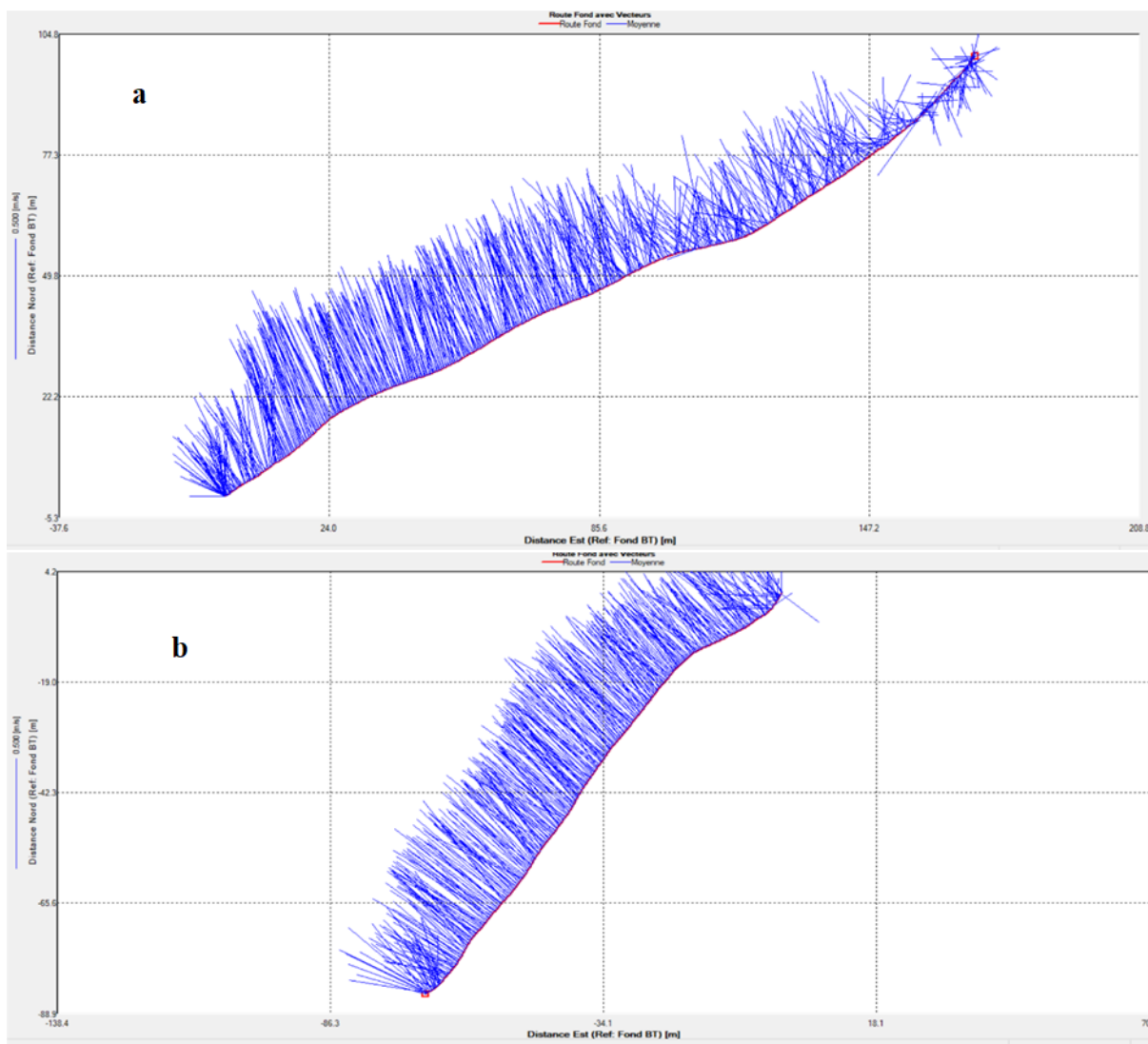


Fig. 7. Vecteurs vitesse des sections de mesure: a) amont; b) avale

3.2.2 SITE 2 (LA MÉ)

La rivière Mé, dans la section de jaugeage, a une largeur de 42,5 m pour une profondeur moyenne de 7,4 m en marée haute. La surface mouillée de la section en marée haute est évaluée à 298 m² pour une vitesse moyenne des écoulements de 0,18 m/s et un débit de 40,29 m³/s (Tableau 5).

Tableau 5. Paramètres hydrodynamiques de la Mé au voisinage de sa confluence

Site	Largeur moyenne (m)	Profondeur moyenne (m)	Surface mouillée (m ²)	Vitesse Moyenne (m/s)	Débits moyen (m ³ /s)
2 (la Mé)	42,5	7,4	298	0,18	40,29

Dans la section jaugée de la Mé, les vitesses d'écoulement oscillent entre 0 m/s et 0,771 m/s. Les plus fortes valeurs de la vitesse d'écoulement sont majoritairement enregistrées dans la bande centrale du lit de la section où les profondeurs sont les plus importantes (Figure 8).

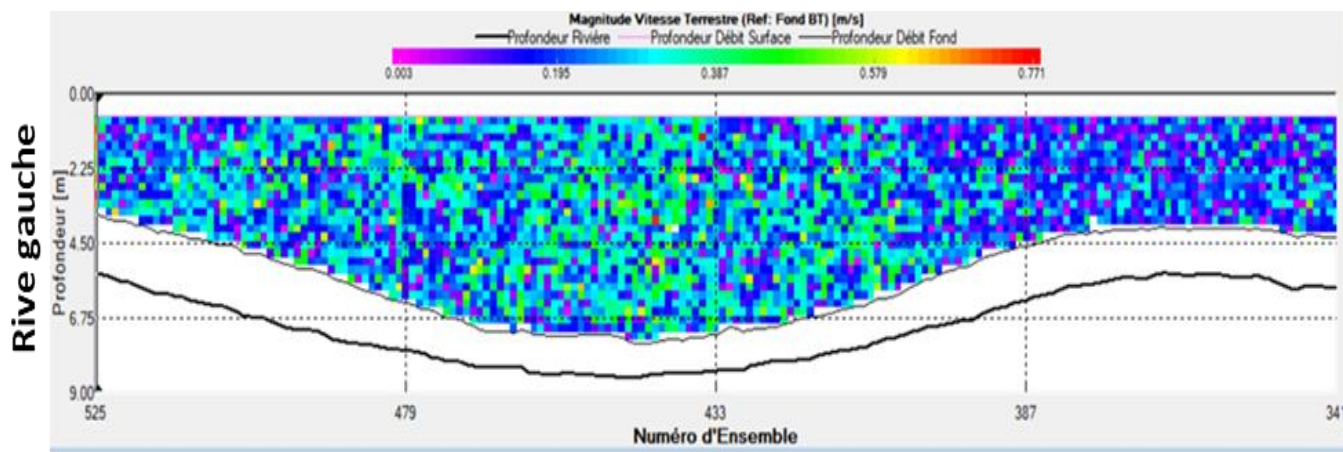


Fig. 8. Profil en travers de la section de Mé au voisinage de sa confluence

Bien que la vitesse moyenne des écoulements régresse en passant de la marée basse à la marée haute, le sens des vecteurs vitesse indique un écoulement unidirectionnel tout comme en marée basse dirigé vers le chenal (Figure 9). Ainsi, quel que soit le niveau de la marée dynamique, les eaux de la rivière Mé alimentent toujours le chenal reliant les lagunes Aghien et Potou respectivement en amont et aval de la confluence de cette rivière.

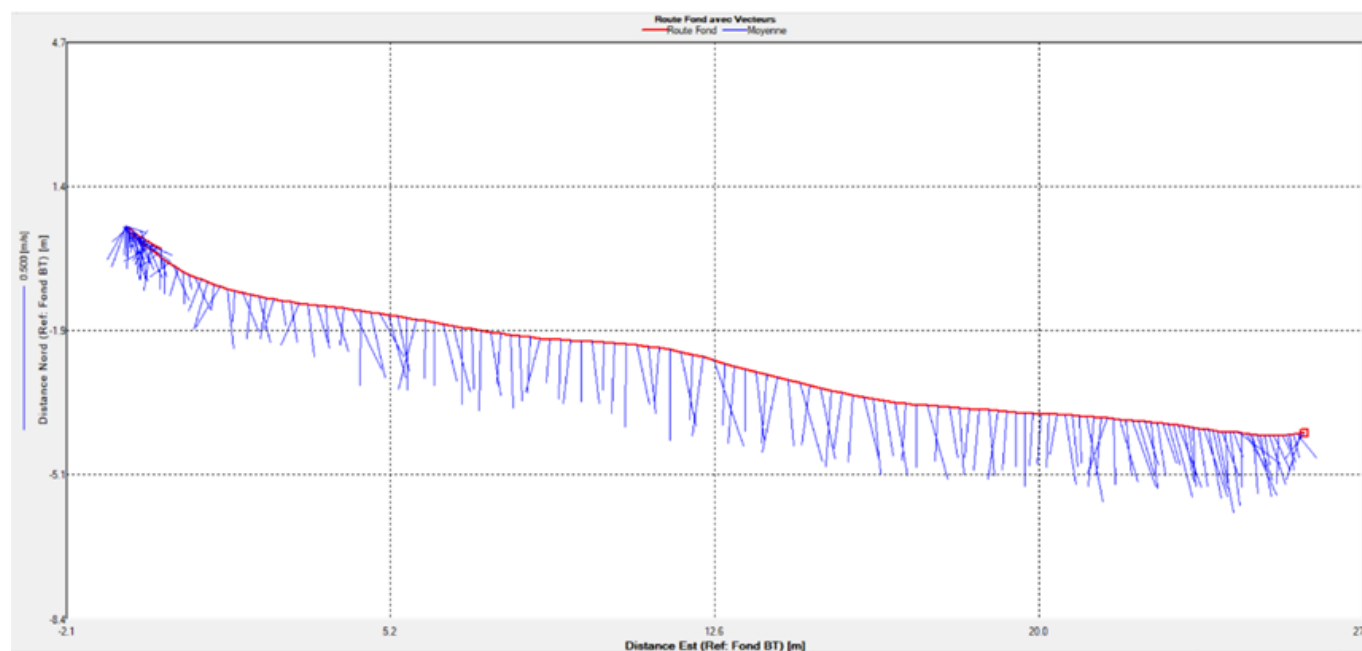


Fig. 9. Profil des vecteurs vitesse d'une section de la Mé au voisinage de sa confluence

3.2.3 SITE 4 (ZONE DE PRISE D'EAU)

Dans la lagune Aghien, la zone d'intérêt demeure, conformément aux objectifs de l'étude, la zone de prise d'eau. Pour une meilleure connaissance de la zone d'implantation, une campagne de jaugeage a été menée dans cette zone en vue de déterminer le débit et la vitesse (Tableau 6).

La largeur de la lagune dans la zone de prise d'eau est un peu plus de 1,5 km pour une profondeur moyenne de 5,77 m. La surface mouillée de cette section est de 8124,83 m². Le courant est très faible dans la zone avec une vitesse moyenne des écoulements évaluée à 0,007 m/s pour un débit d'écoulement moyen estimée à 55,031 m³/s.

Tableau 6. Paramètres hydrodynamiques du site 4 (Zone de prise d'eau) revoir la numérotation des tableaux

Site	Largeur (m)	Profondeur moyenne (m)	Surface mouillée (m ²)	Vitesse moyenne (m/s)	Débit moyen (m ³ /s)
Prise d'eau	1509,86	5,73	8124,83	0,007	55,031

Les vitesses d'écoulement sont uniformes sur toute la section jaugée. Elles varient de 0 à 0.296 m/s (Figure 10).

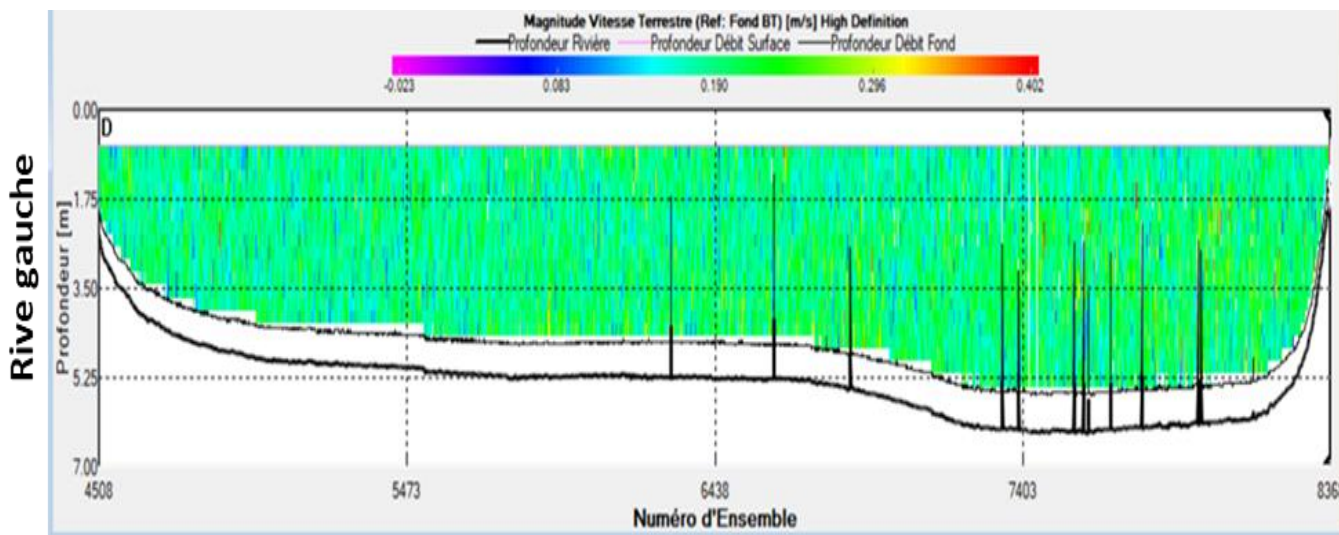


Fig. 10. Profil en travers de la section de la zone de prise d'eau

Cette zone est touchée par la marée dynamique mais avec un courant relativement faible. En marée haute, les écoulements ne sont pas unidirectionnels dans la zone du fait de l'interaction entre les écoulements des apports continentaux (de la Djibi et de la Bété) et la marée dynamique comme le témoigne le sens des vecteurs vitesses (Figure 11).

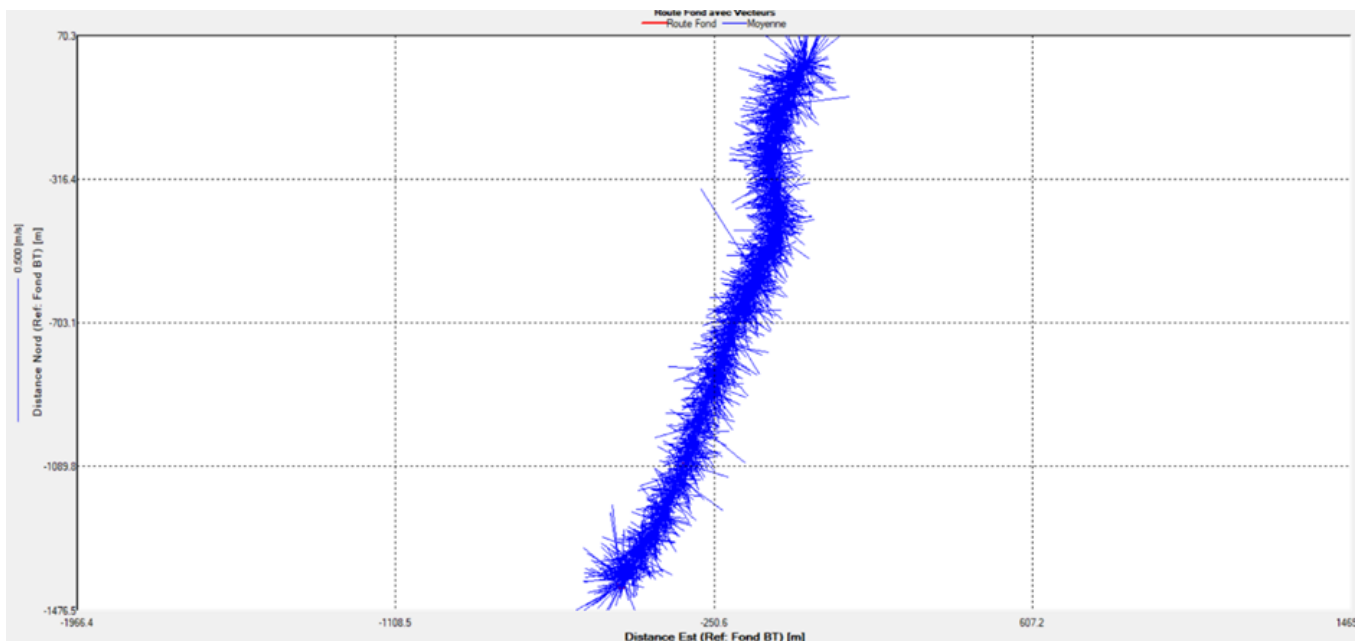


Fig. 11. Profil des vecteurs vitesses de la section de la prise d'eau

Fig. 12.

4 DISCUSSION

Dans cette étude il était question de caractériser les paramètres hydrodynamiques des sections du chenal reliant les lagunes Aghien et Potou d'une part et d'autres les sections de la rivière Mé et de zone de prise d'eau dans la lagune Aghien. A cet effet, des jaugeages effectués au moyen de l'ADCP de type Work Hose Rio Grande ont permis de connaître les différents paramètres hydrodynamiques d'intérêt.

Au niveau de la section de la rivière côtière Mé, les vecteurs vitesse dans la section de la Mé ont montré que les écoulements sont permanemment dirigés vers le chenal ce qui témoigne de l'absence d'intrusion d'eau provenant de la marée dynamique. Cependant, une baisse de la vitesse des écoulements a été observée en marée haute. En effet, la vitesse moyenne des écoulements est passée de 0,23 m/s en marée basse à 0,18 m/s en marée haute. Cette variation de la vitesse des écoulements serait due à l'onde de la marée qui a tendance à s'opposer aux écoulements de la Mé dans cette section. Ainsi, la section jaugée se situerait au-delà de la zone de ressentie de la marée dynamique [31].

Dans le chenal, en marée basse, la vitesse moyenne et le débit associé sont plus important dans la section aval que dans la section amont. Pendant cette période, la vitesse moyenne passe de 0,25 m/s à 0,42 m/s de l'amont vers l'aval et les débits correspondants sont de 220,71 m³/s et 265,15 m³/s. L'importance de ces paramètres hydrodynamiques en aval serait due au fait qu'en marée basse les eaux de la Mé et de la lagune Aghien se mélangent pour converger vers la lagune Potou en aval [18] comme le montre le sens des vecteurs vitesse. En marée haute, c'est le phénomène inverse qui se produit. Les eaux provenant de l'Atlantique repoussent les masses d'eau de la Mé vers la lagune Aghien. Il s'ensuit un accroissement de la vitesse moyenne et du débit d'écoulement dans la section amont [6] qui passent à 0,315 m/s et à 303,9 m³/s respectivement pour la vitesse moyenne et le débit moyen correspondant.

L'analyse des vecteurs vitesse indique que la zone de prise d'eau est sous l'influence des écoulements des tributaires permanent (Djibi et Bété) et des eaux de la remontée marine avec de très faibles vitesses d'écoulements (0,007 m/s). Ainsi, l'orientation des vecteurs vitesse montre que les eaux de la Djibi et de la Bété s'écouleraient vers le chenal et celles de la remontée marine dans le sens opposé.

5 CONCLUSION

Cette étude avait donc pour objectif de déterminer la courantologie du chenal, de la Mé et de la lagune Aghien. Au cours de cette étude de mesures des paramètres hydrodynamiques, quatre (4) sections préalablement identifiées ont été jaugées à l'aide du profileur acoustique de courant à effet Doppler (ADCP) de type Work Horse Rio Grande.

Au regard des résultats obtenus, on note qu'en marée haute il y a une forte remontée des eaux dans le chenal au niveau de la section 1 de mesure avec un débit moyen allant jusqu'à 303,9 m³/s due à l'effet de la marée contre 220,71 m³/s en marée basse. Cependant, dans les sections 2 et 3, l'effet de la remontée a bien atténué les débits d'écoulement moyens respectivement de 55,730 m³/s à 40,29 m³/s dans la section 2 et de 265,15 m³/s à 237,22 m³/s dans la section 3.

Les vitesses moyennes varient en fonction du niveau de la marée. Les vitesses moyennes en marée basse sont évaluées à 0,25 m/s, 0,23 m/s et 0,42 m/s respectivement dans la section 1, 2 et 3 contre 0,315 m/s, 0,18 m/s et 0,385 m/s en marée haute.

Les surfaces mouillées des sections jaugées sont estimées, en marée basse, à 881,1 m², 248,94 m² et 630,64 m² respectivement pour la section 1 (chenal amont), section 2 (la Mé) et la section 3 (chenal ava). Ses valeurs connaissent une variation en marée haute. En marée haute, elles sont évaluées à 893,45 m², 298 m² et 615,77 m² respectivement pour la section 1, section 2 et la section 3.

REFERENCES

- [1] UNESCO, La valeur de l'eau. Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2021, 226 p, 2021.
- [2] W.G. Koukougnon, Milieu urbain et accès à l'eau potable: cas de Daloa (Centre-ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse unique de Doctorat, Université Félix Houphouët Boigny de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), 364 p, 2012.
- [3] UNESCO, Eaux souterraines, Rendre visible l'invisible. Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2022, 12 p, 2022.

- [4] F.F. Toure, A.B. Konan-Waidhet, A.B. Yao, A. Diarra et T.J.J. Koua, «Spatial Analysis of Access to Drinking Water for the Populations of the Lobo Watershed in Nibéhibé (Central-Western Côte d'Ivoire)», *European Journal of Applied Sciences*, Vol. 10, no. 3, pp. 352-366, 2022.
- [5] A. Bodian, H. Dacosta et A. Dezetter, «Caractérisation spatio-temporelle du régime pluviométrique du haut bassin du fleuve Sénégal dans un contexte de variabilité climatique», *Géographie Physique et Environnement*, Vol. 5, no. 2011, pp. 107-124, 2011. <https://doi.org/10.4000/physio-geo.1958>.
- [6] E.S. Koffi, T.K. Koffi, J.L. Perrin, L. Séguis, M. Guilliod, D.L. Goné, et B. Kamagaté, «Hydrological and water quality assessment of the Aghien Lagoon hydrosystem (Abidjan, Côte d'Ivoire) ». *Hydrological. Sciences Journal* Vol. 64, no. 15, pp. 1893–1908, 2019. <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1672875>.
- [7] K.J.O. Kouadio, B. Dibi, M.J. Mangoua, S.G. Eblin, F. Paran et D. Graillot, «Estimation of Groundwater Recharge in the Lobo Catchment (Central Western Region of Côte d'Ivoire)», *Hydrology*, Vol. 9 no. 23, pp. 1-18, 2022.
- [8] F.F. Toure, A.B. Konan-Waidhet, A. Diarra, A.B. Yao, T.J.J. Koua et M. Koita, «Spatial Analysis of the Mode of Management and Conflicts of Use of Water Resources in the Watershed of the Lobo River in Nibehibe (Central-Western Côte d'Ivoire) ». *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, Vol. 24, no. 7, pp. 25-38, 2020.
- [9] SOGREAH Ingénierie, Etude de la gestion et de la protection de la nappe assurant l'alimentation en eau potable d'Abidjan; Etude sur modèle mathématique; Rapports de phase 1 et 2. République de Côte d'Ivoire. Ministère des Infrastructures Economiques. Direction et Contrôle des Grands Travaux (DCGTx actuel BNEDT), 1996.
- [10] N. Soro, T. Lasm, B.H. Kouadio, G. Soro et K.E. Ahoussi, «Variabilité du régime pluviométrique du Sud de la Côte d'Ivoire et son impact sur l'alimentation de la nappe d'Abidjan», *Sud Sciences et Technologies*, no. 14, pp. 30-40, 2004.
- [11] A. Traoré, G. Soro, K.E. Ahoussi, B.S. Bamba, N. Soro et J. Biemi, «Niveau de contamination en métaux lourds des sédiments d'une lagune tropicale: la lagune Aghien (Sud-Est de la Côte d'Ivoire)», *Afrique Science*, Vol. 10 no. 3, pp. 73-88, 2014.
- [12] N. Soro, L. Ouattara, K. Dongo, E.K. Kouadio, E.K. Ahoussi, G. Soro, M.S. Oga, I. Savane, et J. Biemi, «Déchets municipaux dans le District d'Abidjan en Côte d'Ivoire: sources potentielles de pollution des eaux souterraines», *International Journal of Biology and Chemical Sciences*, Vol. 4 no. 6, pp. 2203-2219, 2010.
- [13] INS-Institut National de la Statistique, Recensement général de la population et de l'habitat de Côte d'Ivoire. Résultats globaux, 37 p, 2021.
- [14] E.S. Koffi, A. Dao, D.D. Noufe, B. Kamagate, K.J.T. Koffi, S. Diallo et D.L. Gone, «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, 2018.
- [15] A. Traoré, G. Soro, E.K. Kouadio, B.S. Bamba, M.S. Oga, N. Soro et J. Biemi, «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*, Vol., 6, no. 6, pp. 7048-7058, 2012.
- [16] A. Traoré, K.E. Ahoussi, N. Aka, A. Traore et N. Soro, «Niveau de contamination par les pesticides des eaux des lagunes Aghien et Potou (Sud-Est de la Côte d'Ivoire)», *International Journal of pure and Applied Bioscience*, Vol. 3 no. 4, pp. 312-322, 2015.
- [17] K.J.P. Koffi, Y.A. N'Go, K.M. Yeo, D. Koné et I. Savane, «Détermination des périmètres de protection de la lagune Aghien par le calcul du temps de transfert de l'eau jusqu' à la lagune», *Larhyss Journal* Vol. 2, no. 19, 19–35pp, 2014.
- [18] E.S. Koffi, 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, 2021.
- [19] S. Ardoin, H. Lubès-Niel, E. Servat, A. Dezetter, J.F. Boyer, «Analyse de la persistance de la sécheresse en Afrique de l'Ouest: caractérisation de la situation de la décennie 1990», *IAHS Publication*, vol. 278, pp. 223-228, 2003.
- [20] K.E. Kouakou, B.T.A. Goula et I. Savane, «Impacts de la variabilité climatique sur les ressources en eau de surface en zone tropicale humide: Cas du bassin versant transfrontalier de la Comoé (Côte d'Ivoire - Burkina Faso)», *European Journal of Scientific Research*, Vol.16, no. 1, pp. 31-43, 2011.
- [21] E. Amoussou, P. Camberlin et G. Mahé, «Impact of climatic variability and the Nangbeto Dam on the hydrology of the Mono-Couffo system (West Africa)», *Hydrological Sciences Journal*, Vol. 57, no. 4, pp. 805-817, 2012.
- [22] A. Faty, A. Kane et A.L. Ndiaye, «Influence de la manifestation climatique sur les régimes pluviométriques saisonniers dans le haut bassin versant du Sénégal», *Journal of water science*, Vol. 30, no. 2, 10 p, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.7202/1042915>.
- [23] S. Diallo, D.E. Nouffe, B.Z.A. Tra, D.L. Gone, E.S. Koffi et K. J.T. Koffi, «Effects of vegetation cover dynamics on runoff in the Aghien lagoon watershed in Côte d'Ivoire», *European Scientific Journal*, Vol. 14, no. 36, ISSN: 1857 – 7881, 2018.

- [24] Y.A. N'Guessan, Analyse morphologique, sédimentologique et environnement de dépôt des sédiments superficiels des lagunes Adjin et Potou (Zone littorale de la Côte d'Ivoire), Thèse Unique, Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire), 171 p, 2008.
- [25] K.S. Konan, K.B. Kouakou, M-J. Ohou, K.F. Konan et K.B. Dongui, «Variation saisonnière des paramètres abiotiques de la lagune Aghien (Côte d'Ivoire)», *Journal of Applied Biosciences* 120: ISSN 1997-5902, pp. 12042-12052, 2017. <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v120i1.7>.
- [26] RDI Teledyne Rio Grande ADCP. www.rdinstruments.com/rio.aspx, (2007), (accédé le 27 Avril 2023).
- [27] D.S. Mueller et C.R. Wagner, Measuring Discharge with Acoustic Doppler Current Profilers from a Moving Boat, US Geological Survey Techniques and Methods 3A-22, US Geological Survey, Reston, VA, USA, 2009.
- [28] M. Muste, K. Yu et M. Spasojevic (2004). Practical aspects of ADCP data use for quantification of mean river flow characteristics; Part I: moving-vessel measurements, *Flow Measurement Instrumentation*, 15 p, 1–16.
- [29] S.K. Ukarande, «River Flow Measurement In: Irrigation Engineering and Hydraulic Structures, *Springer*, Cham, ISBN 978-3-031-33552-5, pp. 304-316, 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-031-33552-5_15.
- [30] D.S. Mueller & C.R. Wagner, «Correcting Acoustic Doppler Current Profiler Discharge Measurements Biased by Sediment Transport», *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol. 133, no. 12, ISSN 0733-9429/2007/12, pp. 1329–1336, 2007.
- [31] B. Lecoquierre, «L'estuaire de la Seine: Espace et territoire» *Presses universitaires de Rouen et du Havre*, 192 p, 1998. Doi: <http://10.4000/books.purh.7101>.