

COLMATAGE RECURRENT DE LA PASSE ARTIFICIELLE DE LA LAGUNE DE FRESCO (SUD-OUEST DE LA CÔTE D'IVOIRE): INFLUENCE DES CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES

KOUADIO SALOMON YAO¹, NATCHIA AKA¹, NADI PAUL DANGUI²

¹Centre de Recherches Océanologiques, 01 BP V 18 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

e-mail : yksalomon3@yahoo.fr

²Institut de Géographie Tropicale - Université Félix Houphouët-Boigny - Abidjan, 01 BP V 34 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

DOI: 10.5281/zenodo.7493266

Résumé. Afin d'appréhender les processus à l'origine du colmatage récurrent de la passe artificielle de la lagune de Fresco, les caractéristiques morphologiques de fond de la lagune, les paramètres hydrologiques et chimiques ainsi que la dynamique des flèches sableuses à l'extrémité de la passe ont été analysés. La lagune de Fresco est caractérisée par de faibles profondeurs (inférieures à 1 m) dans sa plus grande partie. Elle présente une morphologie de fond monotone avec des chenaux de 1,5 à 5 m par endroits. Sur le plan hydrologique, les courants sur les principaux axes d'écoulement vers l'océan sont de l'ordre de 0,02 et 0,2 m/s en moyenne. Ces courants sont faibles de même que les débits mesurés. Les eaux de surface de la lagune et ses principales rivières sont saumâtres. Les salinités varient de 0,1 à 26‰ et définissent un gradient est-ouest. Les caractéristiques bathymétriques de la lagune et les conditions hydrologiques et chimiques mises en évidence, ne favorisent pas de forts courants de chasses utiles pour le maintien de l'ouverture permanente de la passe. Par ailleurs, la morphologie des flèches sableuses de la passe traduit la forte influence des conditions océaniques. Elles dominent les caractéristiques des apports continentaux et favorisent régulièrement l'ensablement et le colmatage de la passe. Ce colmatage est donc gouverné par les processus hydrologiques et sédimentaires entre les milieux lagunaires et marins séparés par un cordon barrière.

Mots-clés : Morphologie, hydrologie, salinité, passe, lagune de Fresco, Côte d'Ivoire

Abstract. In order to understand the processes of recurrent clogging of the artificial pass of Fresco lagoon, morphological characteristics of the lagoon bottom, hydrological and chemical parameters as well as the dynamics of the sand at the lagoon pass were analyzed. Most of the Fresco lagoon area is covered by shallow depths (less than 1 m). The lagoon presents a monotonous bottom morphology with channels of 1.5 to 5 m in places. On the hydrological level, the currents on the main flow axes towards the ocean are of the order of 0.02 and 0.2 m/s on average. These currents are low, as are the measured flows. The surface waters of the lagoon and its main rivers are brackish, with salinities of 0.1 to 26 ‰, which define an east-west gradient. The bathymetric characteristics of the lagoon and the hydrological and chemical conditions highlighted do not favor strong flushing currents useful for maintaining the permanent opening of the pass. In addition, the morphology of the sandy spits of the pass reflects the strong influence of oceanic conditions. They dominate the characteristics of continental inflows and regularly promote silting up and clogging of the pass. This clogging is therefore governed by the hydrological and sedimentary processes between the lagoon and marine environments separated by a barrier cordon.

Key words: Morphology, hydrology, salinity, pass, Fresco lagoon, Côte d'Ivoire

1. INTRODUCTION

La passe de la lagune de Fresco subit un ensablement, puis un colmatage récurrent, à l'instar de l'embouchure du fleuve Comoé à Grand-Bassam à l'Est du littoral ivoirien (Koffi *et al.*, 1991 ; Hauhouot, 2002). Cette dynamique de la passe lagunaire de Fresco ne s'éloigne guère des caractéristiques

des lagunes de façon générale décrites par Paskoff (1994). Le colmatage régulier de la passe de Fresco constitue une préoccupation majeure pour les populations et les autorités locales. De fait, la passe lagunaire se ferme pendant l'étiage des cours d'eau côtiers qui se jettent en lagune et engendre un dysfonctionnement des interactions entre les écosystèmes lagunaires et marins.

Avec le retour des crues des cours d'eau, on assiste à une augmentation du niveau d'eau en lagune. Ce fait a inondé et menacé les installations des populations vivants sur le cordon littoral barrière entre la lagune et l'océan atlantique. Face à cette situation, les populations ont souvent recours à une intervention mécanique fastidieuse, pour tenter d'y porter remède. Le colmatage de la passe de la lagune de Fresco et les effets néfastes consécutifs seraient la résultante de la conjugaison de plusieurs facteurs déterminants. Dans ce contexte, la compréhension des processus hydro-sédimentaires au niveau de la passe apparaît opportun pour envisager des mesures correctives idoines.

Cette étude vise donc à appréhender l'influence des caractéristiques hydrologiques et morpho-sédimentaires sur la dynamique de la passe, pour une gestion durable de cet environnement.

2. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le département de Fresco se situe au sud-ouest de la Côte d'Ivoire, à 225 km à l'ouest d'Abidjan. Son littoral s'étend sur environ 43 km entre les longitudes 5°29'12,11"W et 5°51'45,29"W. Il marque la transition entre la côte rocheuse à falaise et la côte basse sablonneuse le long du littoral ivoirien.

La zone estuarienne de Fresco enregistre un système hydrographique où communiquent la lagune, les rivières Niouniourou et Bolo et l'océan Atlantique.

La lagune de Fresco s'étire d'est en ouest, sur une longueur d'environ 6 km. Sa largeur est comprise entre 2 et 4 km. Elle couvre une superficie de 17 km² en saison sèche et 29 km² à la pointe de la saison des pluies et de la fermeture de la passe (Issola *et al.*, 2008).

Les eaux continentales sont séparées de l'océan par un cordon barrière étroit où les nombreuses ouvertures artificielles assurent l'écoulement entre les deux types d'eaux (Fig. 1). Historiquement, la ville de Fresco était située sur une presqu'île, entre la petite lagune de Fresco (Lagune Goglè ou N'gni dans la revue de littérature) et l'océan Atlantique. L'érosion progressive du rivage a contraint les populations autochtones à migrer vers l'intérieur des terres dans les années 1966. Depuis lors, seuls quelques campements de pêcheurs Fanty existent sur le cordon barrière.

3. MATERIEL ET METHODES

La présente étude se focalise sur l'analyse conjointe des mesures bathymétriques, de courant et de salinité du plan d'eau lagunaire, ainsi que de l'évolution morphologique de la passe à court terme. Ces paramètres représentent des indicateurs des échanges entre les eaux marines et les eaux continentales dans cette zone.

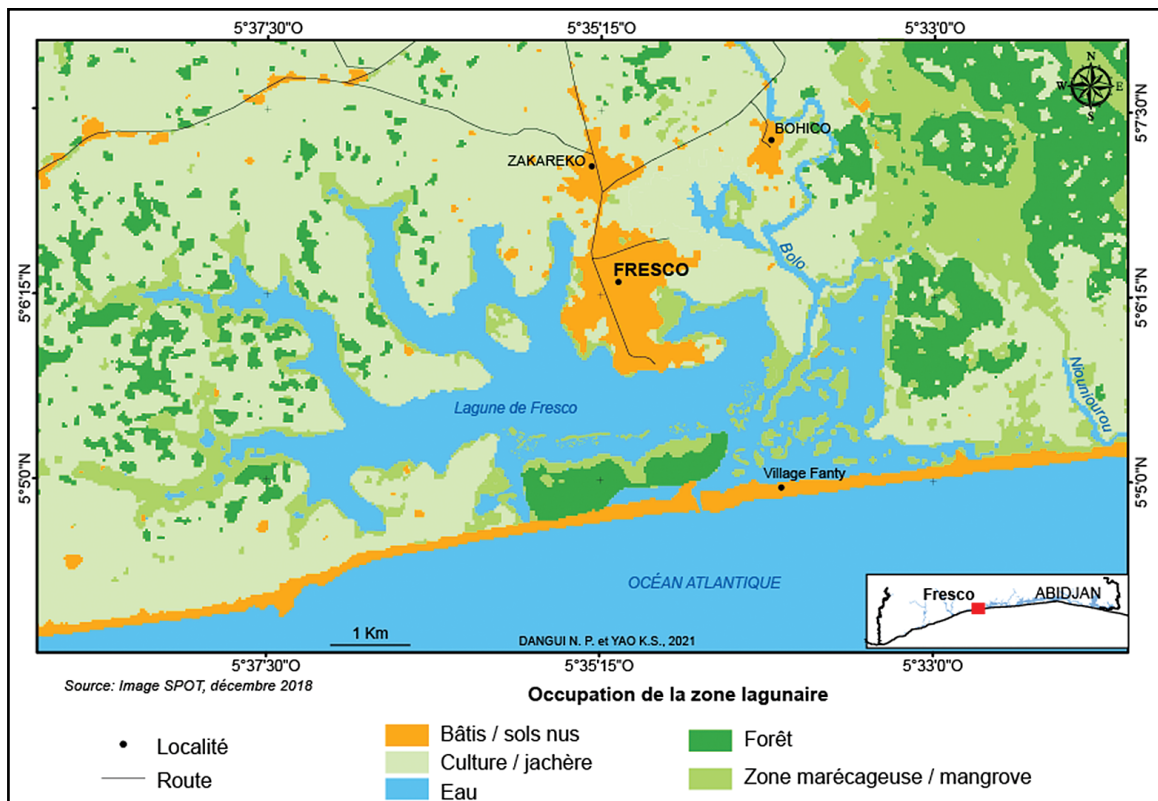


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude.

3.1. LEVÉ BATHYMETRIQUE ET MESURE DE COURANT SUR LE PLAN D'EAU LAGUNAIRE DE FRESCO

La morphologie actuelle des fonds du plan d'eau lagunaire de Fresco, est mise en évidence par des levés bathymétriques, selon des radiales perpendiculaires à l'axe d'orientation générale du plan d'eau (Fig. 2). Les minutes de sonde ont été collectées à partir d'un échosondeur de type Lowrance Elite 5 associé à un transducteur courant, le mois de mai 2019. Les données collectées à une fréquence de 200 kHz sont corrigées en fonction de la marée observée et de l'immersion du

transducteur. Elles ont permis d'élaborer la carte bathymétrique au moyen des logiciels ArcGis et Surfer 12.

Le calibrage des différentes données de sonde s'est fait par l'acquisition conjointe des données bathymétriques à l'aide de l'échosondeur et d'un Profileur Acoustique de Courant à effet Doppler (ADCP : Acoustic Doppler Current Profiler) de type Workhorse Rio Grande, commis pour les mesures de courant (Fig. 3).

Ainsi, des mesures instantanées de courant ont été effectuées sur 3 radiales selon le cycle de marée (Fig. 4).



Fig. 2. Radiales de levés bathymétriques.



Fig. 3. Mesure de courant à l'aide d'un ADCP (Crédit Yao K. S., mai 2019).

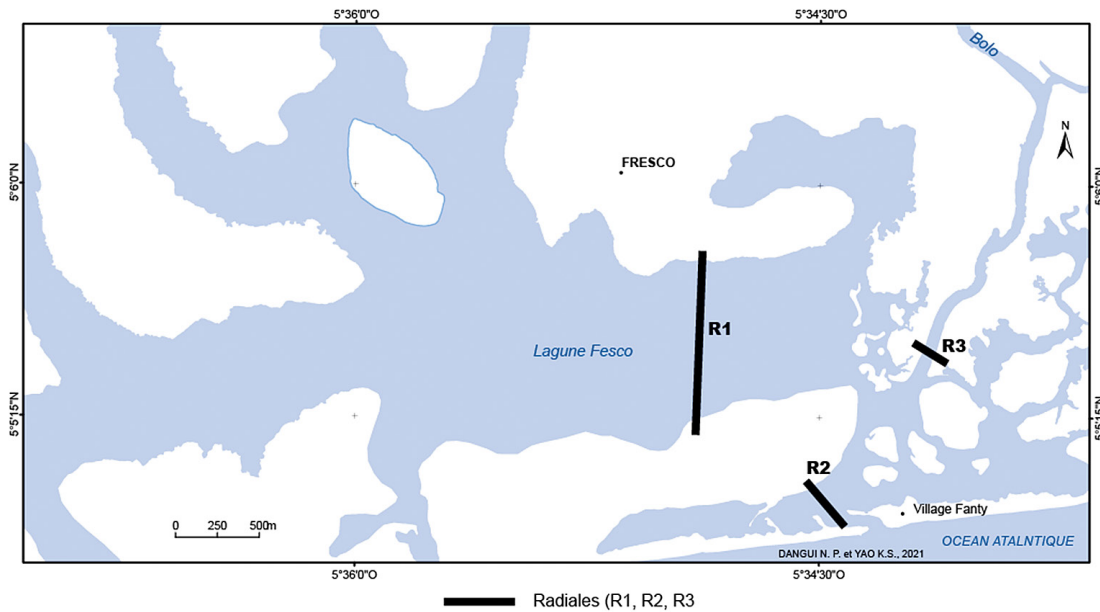


Fig. 4. Radiales de mesure instantanée de courant et de débits.

L'ADCP est fixé à la coque de l'embarcation à 20 cm sous la surface de l'eau. Il permet l'acquisition des données jusqu'à une profondeur de 30 m. L'ensemble du dispositif est connecté à un ordinateur muni du logiciel WinRiver II (logiciel de gestion et de paramétrage de l'ADCP) qui permet de créer un fichier de configuration contenant les mesures effectuées toutes les 0,27 s pour chaque radiale. Ces données sont traitées respectivement grâce au logiciels R, pour l'extraction et la préparation des données utilisables sous un logiciel SIG. Ces mesures de courant ont été mises à profit pour relever de façon synchrone les débits d'eau écoulee sur les différentes radiales.

3.2. MESURES IN SITU DE LA RÉPARTITION DE LA SALINITÉ DES EAUX DE LA LAGUNE DE FRESCO

Les mesures de salinité constituent un indicateur du renouvellement des eaux. Les mesures de la salinité des eaux de la lagune de Fresco ont été effectuées en surface par la méthode électrochimique à la sonde, à l'aide du multi paramètre HACH HQ 40 d, selon la norme NF EN 27888 (Fig. 5). Ainsi, dix-huit (18) stations de mesure ont été retenues et reparties de sorte à mieux quadriller l'ensemble du plan d'eau lagunaire (Fig. 6) en juin 2019. Les coordonnées géographiques de ces stations sont consignées dans la Table 1.



Fig. 5. Mesure *in situ* de salinité et autres paramètres physico chimiques sur le plan d'eau lagunaire de Fresco (Crédit, Yao K. S. juin, 2019).

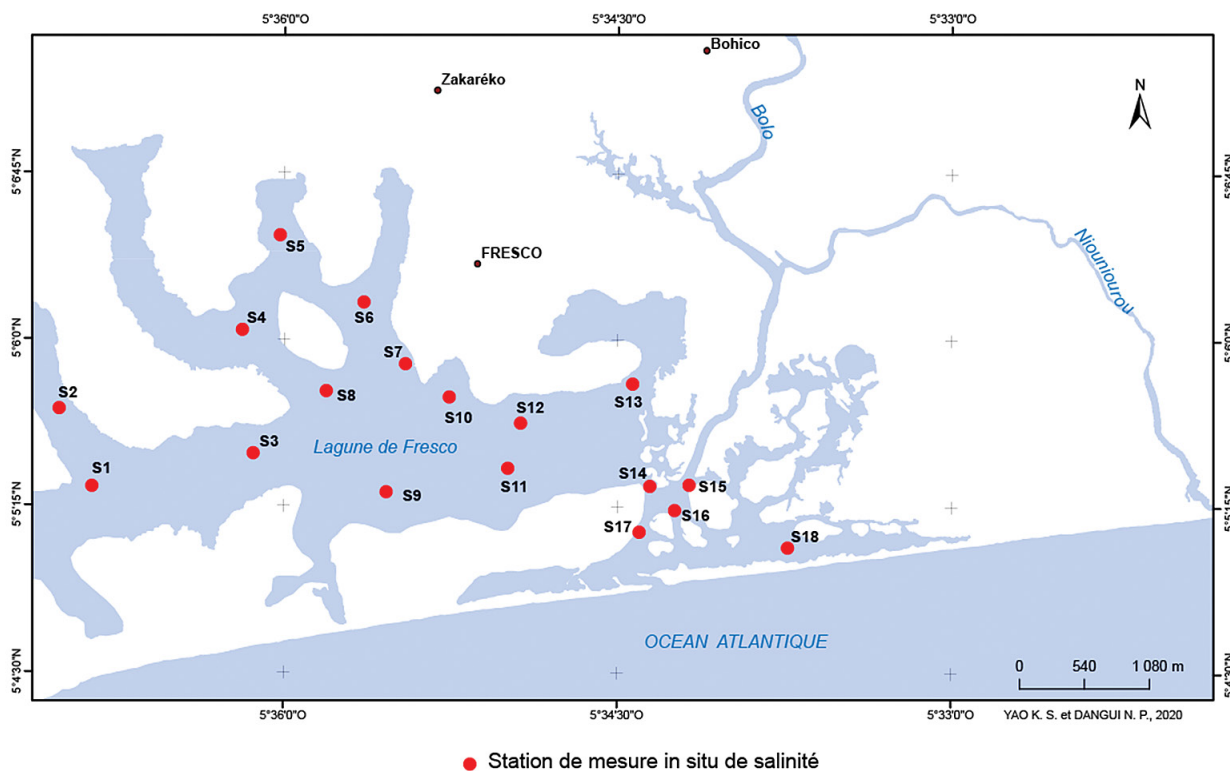


Fig. 6. Localisation des stations de mesures.

Table 1. Coordonnées géographiques des stations de mesures dans la lagune de Fresco.

Stations	Coordonnées GPS (d° min sec)	
	Latitude_N	Longitude_O
S1	5° 5'20,88"N	5°36'51,26"O
S2	5° 5'42,94"N	5°36'59,89"O
S3	5° 5'30,31"N	5°36'8,27"O
S4	5° 6'3,86"N	5°36'11,25"O
S5	5° 6'22,35"N	5°35'58,03"O
S6	5° 6'6,22"N	5°35'37,04"O
S7	5° 5'54,63"N	5°35'25,72"O
S8	5° 5'47,14"N	5°35'41,46"O
S9	5° 5'22,03"N	5°35'28,47"O
S10	5° 5'49,23"N	5°35'15,58"O
S11	5° 5'18,61"N	5°34'57,51"O
S12	5° 5'42,91"N	5°34'58,57"O
S13	5° 5'44,44"N	5°34'25,17"O
S14	5° 5'22,97"N	5°34'24,85"O
S15	5° 5'22,57"N	5°34'10,71"O
S16	5° 5'12,32"N	5°34'13,92"O
S17	5° 5'5,28"N	5°34'24,62"O
S18	5° 5'5,23"N	5°33'43,79"O

3.3. CARACTÉRISATION DE L'ÉVOLUTION MORPHO-SÉDIMENTAIRE DE LA PASSE À COURT TERME

La caractérisation de l'évolution à court terme de la dynamique de la passe lagunaire de Fresco a été effective, grâce aux levés réguliers des contours des flèches libres aux extrémités de la passe. Elle a nécessité l'utilisation d'un GPS de type Garmin GPS MAP 64 st. Les différents états ont été restitués et analysés sous un environnement SIG (ArcGIS, ADOBE...) afin de mettre en évidence les facteurs qui influencent le comportement de la passe.

4. RESULTATS

4.1. CARACTÉRISTIQUES DE LA MORPHOLOGIE DE FOND ET DES COURANTS DU PLAN D'EAU LAGUNAIRE DE FRESKO

La morphologie de fond du plan d'eau lagunaire de Fresco présente une configuration quasi-monotone de faible profondeur sur une grande partie de la lagune (environ 85% de la surface prospectée). Elle couvre le secteur ouest, de la pointe de la falaise proche de l'embouchure à l'extrême ouest et le secteur est, à l'est des îles, au droit du village des pêcheurs Fany sur le cordon littoral. Les profondeurs enregistrées sont inférieures à un mètre (< 1 m). Celles comprises entre 1 et 1,7 m constituent des chenaux peu profonds (Fig. 7). Cette partie de la lagune est parsemée de hauts fonds qui gênent la navigation sur le plan d'eau lagunaire, surtout à marée basse.

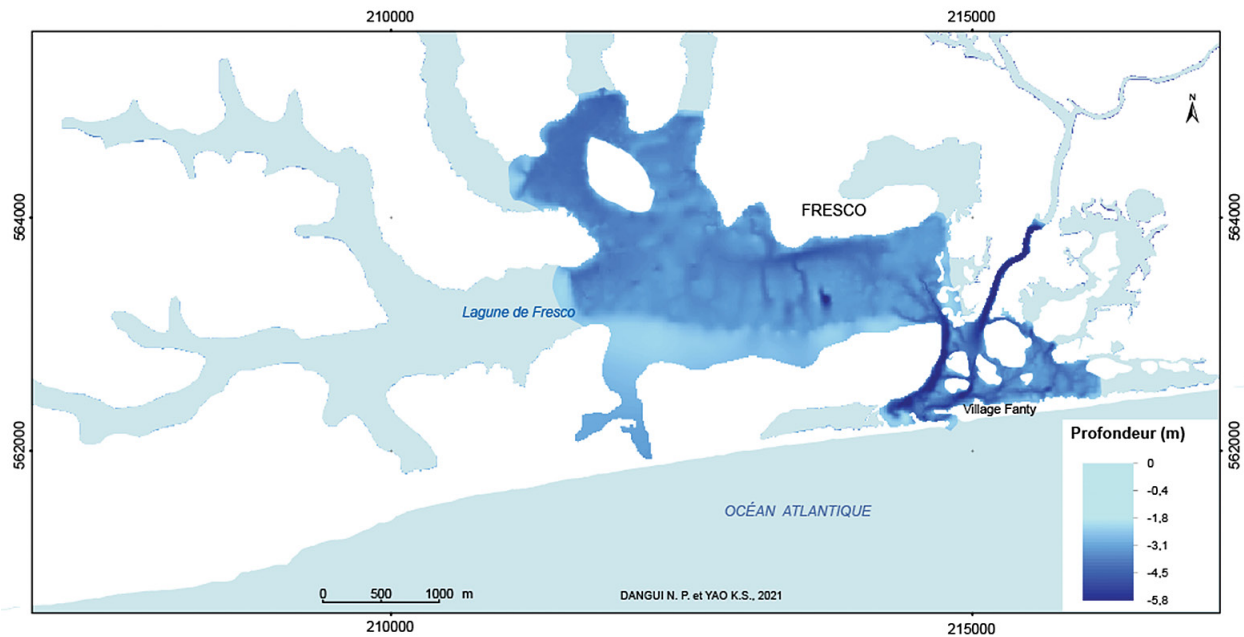


Fig. 7. Carte bathymétrique de la lagune de Fresco.

Dans la partie centrale, entre les zones de faibles profondeurs susmentionnées, la configuration des fonds présente des chenaux orientés en général dans le sens Nord-Est - Sud-Ouest. Ils affichent des profondeurs de 1,5 à 3,5 m plaquées contre la pointe de la falaise en direction de l'embouchure et de 2 à 5 m dans le lit principal, en aval de la confluence des cours d'eau Bolo et Niouniourou. En outre, on observe un chenal de direction Est-Ouest, de 1 à 2,5 m de profondeur, plaqué contre le cordon littoral barrière à l'Est de la passe actuelle.

Sur le plan hydrologique, les vitesses de courant enregistrées varient en moyenne (Moy.) entre 0,11 m/s et 0,20 m/s à marée haute, dans l'ensemble sur les trois radiales (Table 2). La plus forte vitesse moyenne se situe au niveau de la radiale 02, située à proximité de l'embouchure, et la plus faible sur la radiale 03. A marée basse, les vitesses des courants sont en moyenne de 0,02 m/s à 0,20 m/s. Les vitesses moyennes des courants sont insignifiantes au niveau des radiales 01 et 03. Les débits mesurés restent également faibles en dehors de la radiale 02 (Table 2). Ces mesures confirment ainsi le faible écoulement indiqué par les mesures de courant et traduisent un faible apport des cours d'eau de l'arrière-pays

vers l'embouchure. Le sens des écoulements reste influencé dans le cycle de marée. A marée haute, l'écoulement vers l'embouchure est naturellement perturbé. Par contre, à marée basse, les directions des courants sont globalement orientées vers l'embouchure. Toutefois, au niveau de la radiale 01, on note un écoulement perpendiculaire au sens normal qui traduit un faible apport des eaux de cette partie de la lagune vers la passe.

4.2. VARIATION SPATIALE DE LA SALINITÉ SUR LE PLAN D'EAU LAGUNAIRE DE FRESCO

Les valeurs de salinité à la surface des eaux de la lagune de Fresco sont comprises entre 3,71‰ à la station S15 (au droit du chenal unique des rivières Bolo et Niouniourou) et 26,16 ‰ à la station S9, avec une moyenne de 17,10‰ (Table 3). Leur répartition dans l'espace définit une zonation de la lagune en deux (2) parties (Fig. 8). Une zone ouest, à fort taux de salinité, qui concerne la majeure partie de la lagune (de S1 à S13) avec une moyenne de 21,50‰. Cette zone est certainement influencée par les intrusions marines au flot. Une zone est, à faible taux de salinité, sous influence directe des eaux des rivières Bolo et Niounourou (de S14 à S18), avec une moyenne de salinité de 5,66‰.

Table 2. Vitesses moyennes de courant et débits mesurés sur les radiales 1 à 3.

Sections mesurées	Maree haute		Maree basse	
	Vitesse Moy. Courant (m/s)	Débit Total (m ³ /s)	Vitesse Moy. Courant (m/s)	Débit Total (m ³ /s)
Radiale 01	0,18	51,579	0,02	4,871
Radiale 02	0,20	108,273	0,20	146,354
Radiale 03	0,11	19,751	0,07	15,047

Table 3. Paramètres physico-chimiques dans les eaux de la lagune de Fresco.

Stations	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Sal (‰)	20,71	17,36	19,27	23,3	23,2	25,03	26,1	20,68	21,16
Stations	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18
Sal (‰)	20,22	26,1	21,33	15,09	04,27	03,71	04,98	05,44	09,91

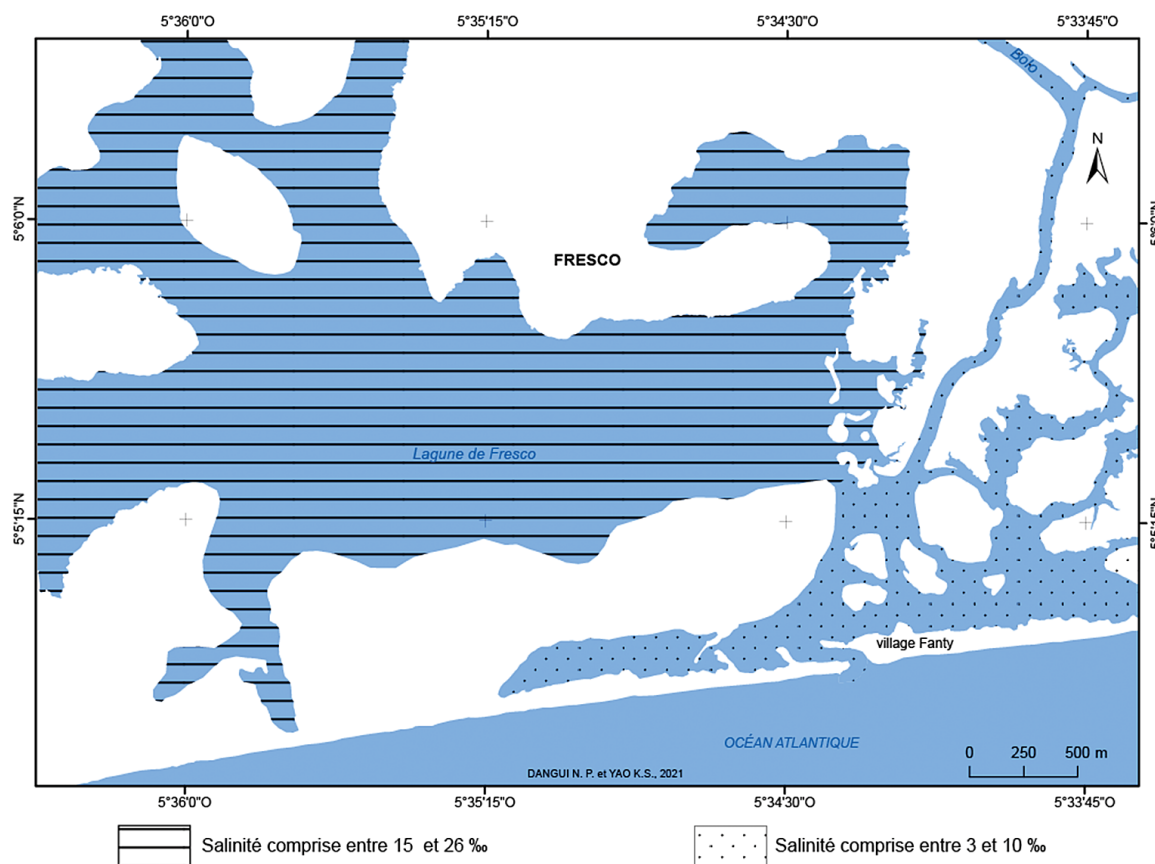


Fig. 8. Différentes zones de salinité sur la lagune de Fresco.

Cette variation de la salinité dans l'espace définit un gradient évolutif Est-Ouest. L'absence d'écoulement des eaux de la partie ouest de la lagune vers la passe aurait favorisé la concentration du fort taux de sel dans cette zone et l'écoulement permanent des rivières vers la passe, la dilution de la zone est.

4.3. DYNAMIQUE MORPHO-SÉDIMENTAIRE DE LA PASSE DE LA LAGUNE DE FRESCO À COURT TERME

L'analyse des relevés successifs du contour de la passe à court terme, entre mai et juin 2019, révèle que la configuration des flèches sableuses au niveau de la passe est le reflet des mouvements sédimentaires dans cette zone (Fig. 9). Ils se manifestent par une progradation progressive de la flèche sableuse est vers l'ouest au détriment de la flèche ouest qui s'érode. Leurs extrémités sont généralement orientées à l'intérieur de la lagune. D'une part, ces caractéristiques mettent en évidence une mobilité de la passe vers l'ouest

et confirme l'existence d'une dérive littorale inverse locale (Est-Ouest) comparativement au sens général Ouest-Est du transit sédimentaire sur l'ensemble du littoral ivoirien. D'autre part, ils indiquent un exemple de système estuarien dominé par l'influence marine. Les apports sédimentaires liés à ce processus seraient à l'origine de l'ensablement et du colmatage récurrent.

5. DISCUSSION

La configuration morphologique de fond du plan d'eau lagunaire de Fresco affiche de faibles profondeurs (< 1 m) sur une grande partie de sa surface et une absence de chenaux d'écoulement. Cette configuration morphologique de fond indique un comblement de la lagune. Les seuls chenaux observables, de 1,5 à 5 m, se concentrent dans le secteur central comme le souligne les travaux de Yao *et al.* (2013).

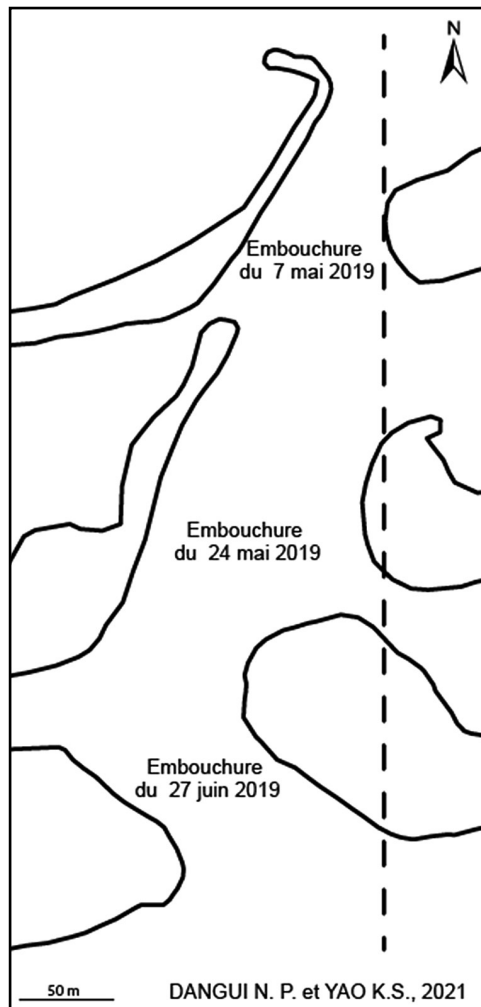


Fig. 9. Mouvements de la passe de Fresco de mai à juin 2019.

Ces profondeurs restent toutefois inférieures à celles enregistrées dans l'estuaire du Bandama à Grand-Lahou, bien que sujet également à un comblement progressif dans le temps.

Les mesures de courants effectuées sur les principaux axes, sensées révéler les caractéristiques de la circulation des eaux dans le milieu estuarien, montrent des valeurs faibles de courant. Elles sont comprises entre 0,02 m/s et 0,20 m/s en moyenne dans le cycle de marée. Ces valeurs révèlent que les écoulements vers la passe des eaux de la partie Ouest du plan d'eau lagunaire de Fresco (partie la plus vaste), sont quasiment nuls au jusant. Ce processus est mis en exergue par les taux de salinités qui distinguent une zonation de la lagune en 2 parties, conformément aux observations de

Hauhouot (2008). La partie Ouest concentre les taux les plus élevés. Ils oscillent entre 15,09 ‰ et 26,16‰.

La dynamique de la passe de Fresco sur le court terme présente une migration sensiblement vers l'Ouest et un effet dominant des facteurs océaniques sur le milieu lagunaire. La migration s'apparente à celle observée au niveau de l'embouchure du fleuve Bandama à Grand-Lahou (Abé *et al.*, 1993 ; Hauhouot, 2000 ; 2008 ; Wognin, 2004 ; Hauhouot *et al.*, 2018). L'analyse conjointe de l'influence des conditions océaniques, traduite par les configurations successives des flèches de sable et des caractéristiques physiques défavorables en arrière du cordon barrière, permet de soutenir que la passe de Fresco est sujette à un colmatage périodique.

6. CONCLUSION

Les vitesses de courant mesurées sur les principaux axes d'écoulement des eaux continentales vers l'océan, dans l'estuaire de Fresco, sont faibles de même que les débits. Ces mesures oscillent respectivement entre 0,02 et 0,20 m/s. Les sens d'écoulement sont généralement Nord-Est -Sud-Ouest pour les radiales 02 et 03 (au droit des rivières et à proximité de la passe). Sur la radiale 01 (partie ouest du plan d'eau), on note un sens Nord-Sud qui suggère un écoulement quasiment nul vers la passe.

Les taux de salinité sur le plan d'eau lagunaire montrent une répartition variable. Ces taux, de l'ordre de 3,71‰ à 26,16 ‰, permettent de définir une zone de forte concentration sur une plus grande partie, à l'ouest du plan d'eau, et une zone de faible concentration à l'est. Cette caractéristique, en corrélation avec celle des courants, illustre également l'absence de reflux des eaux de la partie ouest de la lagune au jusant (marée basse). La passe artificielle de Fresco migre sensiblement vers l'ouest dans le temps avant son colmatage, du fait de la forte influence des conditions océaniques sur les facteurs hydrologiques continentaux.

REMERCIEMENTS

Les résultats de ces travaux ont été possibles grâce à l'appui du Programme WA BiCC (West Africa Biodiversity and Climate Change) financé par l'USAID et mis en œuvre par l'ONG IMPACTUM dans le département de Fresco en Côte d'Ivoire. Les auteurs tiennent à remercier particulièrement monsieur Anada TIEGA du Programme WA BiCC de l'USAID et messieurs Marc DAUBREY et Jean Michel BROU de l'ONG IMPACTUM.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABE J., BAKAYOKO S., BAMBA S.B., KOFFI K.P. (1993). Morphologie et hydrodynamique à l'embouchure du fleuve Bandama, *Jour. Ivoir. Océanol. Limnol.*, Abidjan Vol. **2** (2) : 9-24.
- HAUHOUCOT C. (2000). Analyse et cartographie de la dynamique du littoral et des risques naturels côtiers en Côte d'Ivoire. Thèse doc. Unique Univ. Nantes, 289 p.
- HAUHOUCOT C. (2002). Les problèmes de l'aménagement de l'estuaire du fleuve Comoé à Grand-Bassam. *Cahiers d'Outre-Mer*, Presses Universitaires de Rennes n° **219** : 307-324.
- HAUHOUCOT C. (2008). Grand-Lahou, une côte de Côte d'Ivoire en danger. *Ann. Univ. de Lomé, Sér. Lett.*, Tome **XXVIII** (1) : 215-222.
- HAUHOUCOT C., KOFFI K. PH., DANGUI N.P., YAO K.S., BAMBA Y. (2018). La mobilité du trait de côte et ses effets sur le lido de Grand-Lahou : Lahou-Kpanda va-t-il disparaître ? *In* : Géographie et développement: Nature et développement, Tome **1** : 181-194, Edition L'Harmattan, Paris (France).
- ISSOLA Y., KOUASSI A.M., DON GUI B.K., BIEMI J. (2008). Caractéristiques physico-chimiques d'une lagune côtière tropicale lagune de Fresco (Côte d'Ivoire). *Afrique Science*, **4** (3) : 368-393.
- KOFFI K. PH., ABE J., AMON KOTHIAS J.-B. (1991). Contribution à l'étude des modifications hydro-sédimentaires consécutives à la réouverture artificielle de l'embouchure du Comoé à Grand-Bassam. *Journal Ivoirien d'Océanologie et Limnologie*, **1** (2) : 47- 60
- PASKOFF R. (1994). Les littoraux, impact des aménagements sur leur évolution. 2è éd. Masson, Paris, 256 p.
- YAO A. N'G., KOUASSI L.A., ETCHE M., AMANI K.B.K., MAMADOU T., MONDE S., AKA K., (2013). Étude bathymétrique, sédimentologique et environnement de dépôts des sables superficiels de la lagune de Fresco (zone ouest du littoral ivoirien), *Journal of Asian Scientific Research*, **3** (3) : 308-320.
- WOGNIN V. (2004). Caractérisation sédimentologique et hydrologique à l'embouchure du fleuve Bandama. Thèse doc. Unique, Univ. Cocody, 195 p.