

## Variabilité Saisonnière Et Interannuelle De La Salinité De Surface De La Mer Du Golfe Ivoirien A L'aide De L'imagerie Satellitaire De Smos-Miras De La Période 2010-2014

Aimé Roger Gougnon<sup>1</sup>, Jeanne Maffoué Kouadio<sup>2</sup>, Jean Baptiste Kassi<sup>3</sup>,  
AbakaBrice Mobio<sup>4</sup>, Éric Valère Djagoua<sup>5</sup>  
Corresponding Author: Aimé Roger Gougnon

---

Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), UFR Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM), Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

**Résumé :** L'étude de la variabilité saisonnière et interannuelle de la salinité de surface de la mer dans le Golfe ivoirien s'est effectuée à partir de l'analyse spatio-temporelle d'une série d'images satellitaires de la salinité de surface de SMOS-MIRAS auxquelles ont été associées celle de la température de surface pour la période 2010 à 2014. La climatologie de la salinité de surface de la mer dans le Golfe ivoirien indique une faible variabilité spatio-temporelle par rapport à celle de la température de surface. Cependant, cette variabilité est influencée par l'intensité des apports d'eau douce et des précipitations. Ainsi, deux périodes de forte dessalure se distinguent : février-mars et mai-juin. Les autres périodes de la climatologie semblent stables avec un gradient de salinité qui croît des côtes au large.

**Mots Clés :** Variabilité, Salinité de surface de la mer, Golfe ivoirien, Dessalure, Climatologie.

---

Date of Submission: 29-07-2018

Date of acceptance: 16-08-2018

---

### I. Introduction

L'étude de la dynamique des océans tropicaux est primordiale pour la compréhension et les prédictions des climats tropicaux, ainsi que la gestion durable de leurs ressources. La salinité et la température sont les deux paramètres physiques les plus fondamentaux de l'océanographie qui décrivent l'état de l'océan [1]. En plus, la salinité est un bon indicateur du cycle de l'eau douce et un des facteurs significatifs dans la gestion des pêches et la prévision des stocks. Mieux, d'après [2], les variations annuelles et interannuelles de la salinité représentent des variables importantes dans les modèles de prévisions de la productivité de l'océan. Pourtant, la salinité est le paramètre océanographique le moins connue. Ainsi, avant 2010, il n'a pas été possible de mesurer la salinité depuis l'espace. Les mesures s'effectuaient soit par prélèvement bouteilles, soient par des ThermoSalinographes (TSG) sur des mouillages. Des données de salinité de surface de la mer sont acquises en routine sur une douzaine de routes maritimes dans les trois océans tropicaux. Ces dernières années, un apport supplémentaire a été réalisé grâce aux flotteurs SVP (Surface Velocity Program) et aux profileurs ARGO (Array for Real time Geotrophic Oceanography). En 2005, l'apport des données des flotteurs ARGO dans le Golfe de Guinée a été très important dans une zone où il y avait peu d'observations [3]. Malgré ces efforts, les mesures in-situ demeurent hétérogènes et insuffisantes pour couvrir les zones d'intérêts.

Depuis 2010, les satellites SMOS et Aquarius dotés de radiomètre interférométrique en bande L à synthèse d'ouverture [4] ont été mis sur orbite. Leur mission est d'observer les surfaces océaniques depuis l'espace avec un large champ de vue. Ainsi, le groupe GODAE (Global Ocean Data Assimilation Experiment) a établi qu'une mesure depuis l'espace de la salinité de l'océan avec une résolution spatiale entre 100 et 200 km tous les jours, avec une précision de 0,1 psu (Practical Salinity Unit), serait suffisante pour révéler les variabilités saisonnières et interannuelles de la salinité de surface de la mer. Depuis lors, un regain d'intérêt pour la mesure satellitaire de la salinité de surface de la mer est relancé. Le défi, est de constituer une base de données de la salinité de surface des océans scientifiquement exploitable. C'est dans ce cadre, que cette étude est menée dans le but d'exploiter les données de la salinité du satellite SMOS afin de contribuer à la connaissance de la variabilité saisonnière et interannuelle de la salinité et sa relation avec la température à la surface des eaux marines du Golfe ivoirien.

### II. Zone D'étude

Les eaux marines ivoiriennes forment un Golfe appelé « Golfe ivoirien » qui appartient au sous-système dénommé « Upwelling central de l'Afrique de l'ouest (CWAU) ». Ce sous-système s'étend du Cape des

palmes au Bénin[5] (Fig. 1). Il est thermiquement instable et est caractérisé par une apparition saisonnière des upwellings. Ces remontées d'eaux froides saisonnières déterminent une alternance de climats marins chauds et froids.

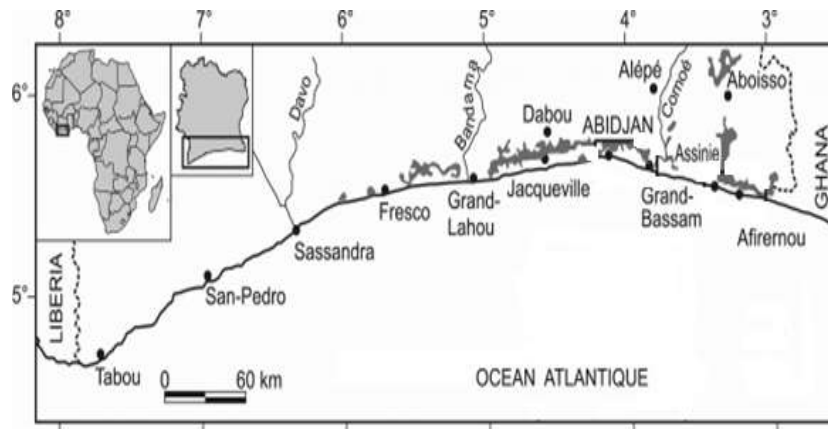


Figure 1: Localisation du Golfe ivoirien

### III. Matériels Et Methodes

#### Matériels

Les données de la salinité utilisées dans cette étude ont été acquises sur le site internet du CATDS (Centre Aval de Traitement des Données SMOS ([www.catds.fr/sipad](http://www.catds.fr/sipad))). Elles sont issues du capteur MIRAS/SMOS, tandis que, celles de la température, issues du capteur MODIS/AQUA, ont été extraites du site GIOVANNI de la NASA (<http://giovanni.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni>). Ce sont toutes des données de niveau 3 générées sous le format NetCDF (Network Common Data Format). Elles couvrent la période de janvier 2010 à décembre 2014. Ce sont des valeurs moyennes. Les données de salinité et de température ont des résolutions spatiales respectives de 50 km et 4 km.

#### Méthodes

L'analyse de la variabilité spatiale et temporelle des paramètres océaniques à la surface marine du Golfe ivoirien, s'appuie successivement sur des techniques de statistiques et de système d'informations géographiques.

Les moyennes mensuelles des images de la salinité et de la température mesurées à la surface marine du golfe ivoirien sur cinq (05) années ont été calculées et ont été utilisées pour établir les séries temporelles, en vue de l'analyse temporelle de la variabilité interannuelle des paramètres étudiés.

Pour l'analyse de la dynamique spatiale de la salinité et de la température, toutes les images du même mois ont été moyennées. Les valeurs moyennes mensuelles ont servi à établir des cartes de répartition mensuelle de chacun des deux paramètres.

### IV. Results

#### 1. Variabilité saisonnière de la salinité de surface dans le Golfe ivoirien

La climatologie la salinité de surface de la mer (SSM) dans le Golfe ivoirien sur la période 2010-2014 indique une faible variabilité tant spatiale que temporelle (Fig. 2 et 3). De manière générale, le gradient de salinité évolue des côtes vers les zones hauturières. La présence et l'étendue des eaux dessalées influencent fortement la salinité du Golfe ivoirien.

En janvier, le littoral ivoirien est pratiquement recouvert par une masse d'eau à salinité de 34‰, excepté à l'embouchure du fleuve Sassandra, où stagne une masse d'eau dessalée (33‰). Au-delà du littoral (zones hauturières), on observe des masses d'eaux avec une salinité supérieure à 34‰. En ce mois, la salinité de surface de la mer du Golfe ivoirien est en moyenne de 34,12‰.

De février à mars, toute la partie Est de la surface marine du Golfe ivoirien est recouverte par des eaux dessalées (33-33,5‰). Ces eaux dessalées proviennent des embouchures des fleuves Sassandra et Comoé. La partie Ouest est envahie par des masses d'eaux à salinité supérieure à 34‰, provenant des zones hauturières. La dessalure du Golfe ivoirien à cette période, fait baisser le niveau moyen de la salinité à la surface du Golfe ivoirien à 34,00‰.

En avril, l'extension des eaux dessalées s'estompe. Les étendues d'eaux dessalées se rétrécissent fortement et restent confinées aux embouchures des fleuves. Le reste du Golfe ivoirien est recouvert par des

masses d'eaux avec une salinité comprise entre 34 et 34,5‰. Le niveau moyen de la salinité à cette période est de 34,10‰.

A partir de mai, la dessalure du littoral recommence et s'intensifie. Tout le littoral recouvert d'eau dessalée (33‰). La salinité de la surface marine du Golfe chute jusqu'en dessous de 34‰ (33,80‰). Le reste de la surface du Golfe est couvert par des masses d'eaux avec une salinité supérieure à 34‰.

Dès le mois de juin, apparaît aux larges (sud-est de la zone d'étude) une masse d'eau salée à 35‰, qui se propage vers la côte ouest, remplaçant du coup, les eaux dessalées, qui sont repoussées vers l'est du Golfe ivoirien. A cette période, la salinité de surface du Golfe ivoirien augmente jusqu'à se rapprocher de 34‰.

De juillet à décembre, on observe une relative stabilité spatio-temporelle de la variabilité de la salinité de surface de la mer (SSM) du Golfe ivoirien. Les eaux dessalées restent confinées aux niveaux des deux embouchures créant un stable gradient de salinité de surface de la mer qui croit des côtes (33‰) vers les zones hauturières (34,5‰). Au cours de ce second semestre, le niveau moyen de la salinité de surface de la mer est en dessous de 34‰.

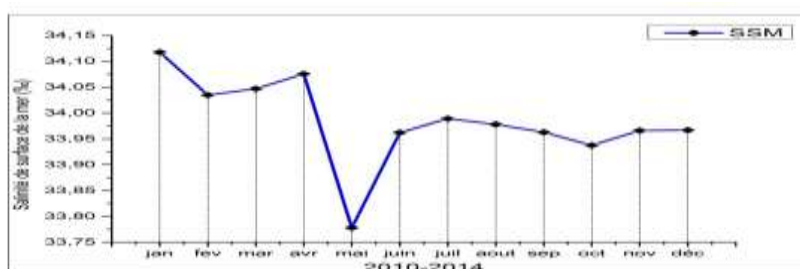


Figure 2 : Cycle annuel moyen de la salinité de surface de la mer (SSM) dans les eaux côtières marines ivoiriennes pour la période 2010-2014

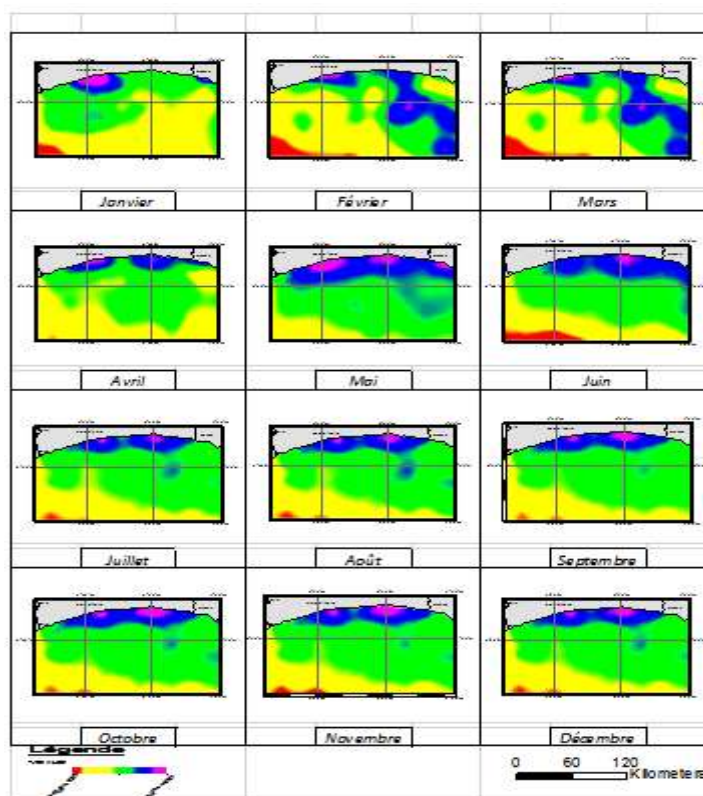


Figure 3 : Variation spatiale mensuelle moyenne de la salinité de surface de la mer (SSM) dans les eaux côtières marines ivoiriennes sur la période 2010-2014.

### 3.2. Variabilité saisonnière de la température à la surface du Golfe ivoirien

La climatologie de la température de surface de la mer (TSM) dans les eaux marines ivoiriennes sur la période 2010-2014 présente une forte variabilité tant spatiale que temporelle (Fig. 4 et 5).

De janvier à mai, la surface marine du Golfe ivoirien est recouverte par des masses d'eaux chaudes avec des températures de surface de la mer (TSM) comprises entre 27 et 29°C. Le gradient thermique croit des côtes aux larges. La TSM moyenne du Golfe ivoirien à cette période dépasse 28°C.

A partir de juin, commence le refroidissement de la surface du Golfe ivoirien. Les masses d'eaux chaudes de la zone hauturière ont pratiquement disparues au profit de masses d'eaux à températures de surface de la mer (TSM) autour de 27°C, tandis que les côtes sont recouvertes d'eau avec une température de surface de la mer (TSM) proche de 26°C. La température de surface de la mer (TSM) moyenne mensuelle du Golfe ivoirien est un peu moins en dessous de 27°C.

De juillet à septembre, tout le Golfe ivoirien est refroidi. La température de surface de la mer (TSM) moyenne de la région chute jusqu'à atteindre 25°C. Géographiquement, les TSM les plus basses sont localisées à proximité des côtes avec des valeurs en dessous de 23°C. Le reste de la région jusqu'aux larges, est recouvert d'eaux de surface avec des valeurs de TSM qui oscillent autour de 26°C.

En octobre, le Golfe ivoirien est de nouveau soumis à un réchauffement de ces eaux de surface. Spatialement, on observe que la partie méridionale comprise entre les latitudes 2 et 4°N est recouverte par les eaux les plus chaudes (27°C). Cette surface marine méridionale chaude est encadrée au nord (à proximité des côtes) et au sud (proche de l'équateur), par des eaux de surface à avec des températures de surface de la mer (TSM) moins chaudes de 26°C.

De novembre à décembre, le réchauffement du Golfe continu et s'accroît. Tout le Golfe ivoirien y compris les côtes est envahi par des masses d'eaux chaudes avec des TSM au-delà de 28°C. La température de surface de la mer (TSM) moyenne en ce moment de l'année est proche de 28°C.

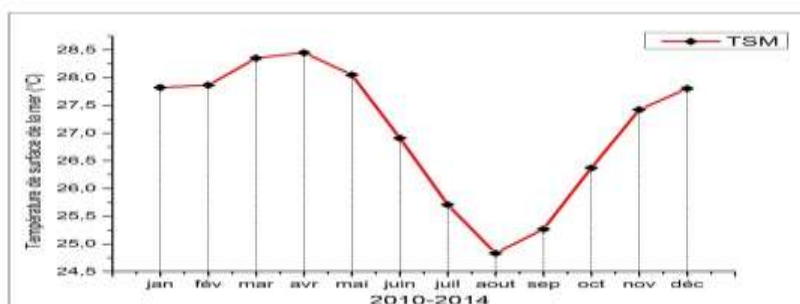


Figure 4 : Cycle annuel moyen de la température de surface de la mer (TSM) dans les eaux côtières marines ivoiriennes pour la période 2010-2014

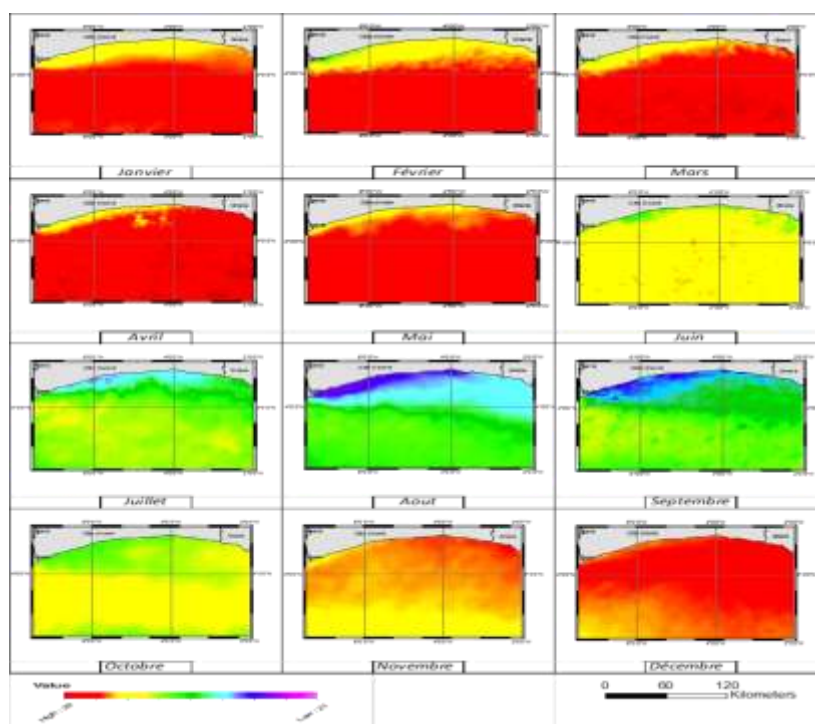


Figure 5 : Variation spatiale mensuelle moyenne de la température de surface de la mer (TSM) dans les eaux côtières marines ivoiriennes pour la période 2010-2014

### 3.3 Variabilité temporelle interannuelle de la température et de la salinité à la surface du Golfe ivoirien

La série temporelle de la température de surface de la mer (TSM) présente une plus forte saisonnalité que celle de la salinité de surface de la mer (SSM)(Fig. 6). Cependant, une variation inverse est observée entre la TSM et la SSM au cours des saisons, relation bien remarquée pendant les périodes de « grande saison froide » (juillet-août-septembre).

En 2010, la période allant de janvier à juin est celle qui enregistre des valeurs élevées en température de surface ( $TSM > 28^{\circ}\text{C}$ ) et en salinité de surface ( $SSM > 34\%$ ). Au cours de cette période, la relation inverse observée n'est pas respectée. On observe, un pic de SSM (35,65%) en mars et un pic de TSM ( $29,65^{\circ}\text{C}$ ) en avril. A partir de juillet jusqu'en septembre, on enregistre une baisse significative de la température de surface, tandis que le niveau de la salinité de surface connaît une hausse au de-là de 35‰.

En 2011, on observe une baisse générale du niveau de salinité dans le Golfe Ivoirien. Cependant on enregistre entre janvier et mai des valeurs élevées de température ( $TSM \geq 28^{\circ}\text{C}$ ) avec des valeurs de salinité qui oscillent autour de 34‰. A partir de juillet jusqu'en septembre, on note une chute de la température avec des valeurs qui se rapprochent de  $25^{\circ}\text{C}$ . cependant, à cette même période on observe une hausse de la salinité de surface avec des valeurs avoisinant 34,50‰.

En 2012, entre janvier et avril, on enregistre des valeurs élevées de la température de surface, avec des valeurs proches de  $28^{\circ}\text{C}$ . le maxima de la température est centré sur le mois d'avril ( $28,22^{\circ}\text{C}$ ). A cette même période, les valeurs de salinité de surface varient peu et se concentrent autour de 34‰. A partir de juin jusqu'en août, on observe une baisse de la température de surface, avec des valeurs en-dessous de  $26^{\circ}\text{C}$ . Pourtant, à cette même période, on enregistre un maxima du niveau de la salinité atteignant presque  $28^{\circ}\text{C}$ .

En 2013, on observe nettement une forte saisonnalité de la température et de la salinité à la surface des eaux marines ivoiriennes. Les fortes valeurs de température de surface (TSM) sont enregistrées entre janvier et mars. A cette même période, précisément entre janvier et février, on enregistre aussi des fortes valeurs de salinité (SSM) avec un pic en janvier. De juillet à septembre, on remarque une importante chute de la température de surface, avec un minima en juillet ( $23,11^{\circ}\text{C}$ ). Pourtant à cette même période, c'est l'effet inverse avec la salinité de surface, où on enregistre des valeurs élevées de la salinité, qui perdurent jusqu'en novembre.

En 2014, on enregistre de mars à mai un maxima de température, avec des valeurs supérieures à  $28^{\circ}\text{C}$ . on remarque qu'à cette période, les valeurs de salinité restent élevées et approcheraient 34,50‰. A partir de juin jusqu'en octobre, on s'aperçoit d'une baisse significative de la température de surface ( $TSM < 26^{\circ}\text{C}$ ). Par contre, à cette même période, la salinité augmente fortement avec des valeurs dépassant 35,50‰. De novembre à décembre, le niveau de salinité chute. On, enregistre des valeurs en dessous de 33‰. Cette période correspond aussi au moment où sont enregistrées de fortes valeurs de température de surface, avec des valeurs atteignant  $27^{\circ}\text{C}$ .



**Figure 2** : variabilité interannuelle comparative des séries temporelles de la salinité et de la température à la surface marine du Golfe ivoirien

### V. Discussion

La climatologie de la salinité de surface de la mer (SSM) de la région marine ivoirienne sur la période 2010-2014, montre une faible variabilité spatiale et temporelle. [6] explique que cette faiblesse de la variabilité de la salinité de surface de la mer serait due à sa faible sensibilité aux conditions météorologiques. Cependant, cette variabilité est fortement influencée par l'intensité de la dessalure des côtes. En général, la salinité de

surface de la mer (SSM) dans le Golfe ivoirien croit des côtes vers le large et varie mensuellement de 33,78 à 34,12%.

Les résultats montrent qu'en janvier, la surface marine ivoirienne est recouverte par une masse d'eau salée à 34‰ et chaude avec une TSM de 27°C aux côtes et de 29°C dans les zones hauturières. Ce constat est similaire à celui des auteurs tels que [7], [8] et [9]. [7] explique qu'en janvier, il se développe un faible upwelling sur le littoral ouest de la Côte d'Ivoire (Tabou-Sassandra), tandis que [9], confirme qu'à cette même période, on observe devant Abidjan une résurgence d'eau froide (24-25°C) et salée (SSM>35‰). Ces eaux dites « eaux océaniques » ont pour effet de remplacer dans le Golfe ivoirien les « eaux guinéennes » chaudes et dessalées. Quant à [8], ils abordent dans le même sens que le précédent et ajoutent qu'à la fin du mois de décembre, les « eaux guinéennes » disparaissent, remplacées par des « eaux tropicales » superficielles à température élevée (TSM>27°C) et à salinité proche de 35‰. Cette disparition marque la fin de la saison des pluies et de la crue des fleuves. C'est à cette période que cette couche d'eau de surface dite « eaux tropicales » (27°C ; 35‰) atteint son maximum d'épaisseur (40m).

A partir de février à mars, la surface marine du Golfe ivoirien est partagée longitudinalement en deux aires marines distinctes. La partie ouest est recouverte par une masse d'eau chaude (27-29°C) et salée (34‰). Les côtes sont moins chaudes (27°C) que le reste. Quant à l'autre partie (est), elle est envahie par une importante étendue d'eau chaude (27-29°C) et dessalée (33‰) provenant des deux principales embouchures. [10], ont fait constat un similaire, qu'ils décrivent comme deux zones marines à caractéristiques hydrologiques différentes séparées par le méridien de Sassandra. A l'est de Sassandra, ils présentent une saison chaude stable et à l'ouest, une eau à TSM faible aux côtes et une salinité élevée.

En avril, l'extension des eaux dessalées s'estompe. Ces eaux dessalées restent confinées aux embouchures. Comme en janvier, le Golfe ivoirien est recouvert par des masses d'eaux chaudes et salées, sauf aux embouchures (33‰).

A partir de mai, l'étude a montré que le niveau de la salinité de surface de la mer (SSM) baisse considérablement dans l'ensemble du Golfe ivoirien. Ce niveau correspond au minima de la salinité de surface de la mer (SSM) au cours de l'année. La surface marine est complètement recouverte de masses d'eaux à salinité de surface de la mer (SSM) de 34‰. [8], abordent dans ce même sens et expliquent qu'à partir de la mi-mai jusqu'à la mi-juillet, la mousson se met en place sur la région, engendrant d'abondantes précipitations et provoquant une dessalure superficielle importante au voisinage des côtes. Cette dessalure fait baisser la salinité de surface de la région marine.

A partir de juillet jusqu'en septembre, on observe une baisse de la température de surface (TSM< 26°C) et une hausse de la salinité de surface de la mer (SSM> 34‰). Les gradients de salinité et de température croissent des côtes vers le large. Le sud-ouest de la zone hauturière du Golfe ivoirien est particulièrement salé, avec des valeurs de 35‰, tandis que le voisinage des côtes est recouvert de masses d'eaux dessalées (SSM <33‰) et froides (TSM > 23°C).

Ces résultats sont similaires à ceux de [7] et [8]. Ainsi, selon [7], le mois de juillet correspond au moment où la mousson remonte vers le nord de la Côte d'Ivoire. Les pluies cessent, les vents et l'upwelling se stabilisent : c'est le début de la période froide. Pendant cette période, les eaux les plus froides et salées (18°C ; 35,5‰), remontent à la surface et se concentrent à l'ouest du littoral, augmentant ainsi la salinité du Golfe ivoirien. Il distingue au niveau du Cap des Palmes une zone frontale très froide et salée (16°C ; 35,5‰) qui sépare les eaux d'upwelling (eaux froides et salées) des « eaux guinéennes » (chaudes et dessalées), en provenance des côtes libériennes. Ces eaux d'upwelling localisées à l'ouest de la région sont entraînées à l'est par le courant de Guinée.

Quant à [8], ils ajoutent que pendant la grande saison froide (GSF) de juillet à septembre, ils ont observé des valeurs de salinité de surface de la mer (SSM) supérieures à 35‰ entre les longitudes 3 et 2°W et des valeurs (SSM) comprises entre 34 et 35‰ pour le reste du Golfe.

En octobre, la salinité de la région baisse légèrement. La salinité de surface de la mer (SSM) moyenne est proche de 33,94‰. Le gradient de salinité des côtes vers le large reste le même que le celui de la grande période froide. [7] dans ses travaux, explique que le mois d'octobre correspond à la fin de la saison d'upwelling et que c'est le moment au cours duquel les « eaux guinéennes » remplacent les eaux froides, salées et se répandent le long des côtes ivoiriennes. C'est au même moment où le littoral ivoirien est envahi par des masses d'eaux chaudes et peu salées (28°C ; 34‰). Quant à [8], ils ajoutent aussi qu'en octobre, les valeurs de salinité de surface marine sont comprises entre 32 et 34‰ à l'ouest et de 33‰ à l'est du Golfe ivoirien.

## **VI. Conclusion**

Les résultats de cette étude ont montré que la variabilité spatio-temporelle de la salinité à la surface des eaux marines du Golfe ivoirien est influencée par l'intensité des apports d'eaux douces et des précipitations. Ainsi, deux périodes illustrent mieux les dessalures. La première qui se produit entre février et mars est caractérisée par une dessalure en mouvement latitudinale partage la surface marine du Golfe ivoirien en deux

aires distinctes : la surface est, totalement dessalée est recouverte d'une masse d'eau chaude et dessalée (28°C ; 33‰). La surface ouest est recouverte par des masses d'eaux chaudes et salines (28°C ; 34-34,5‰). Quant à la seconde période qui dure de mai à juin, elle est caractérisée par une dessalure côtière en mouvement latérale le long du littoral, associée à de fortes précipitations sur le Golfe. Le niveau de la salinité en ce moment chute en dessous de 34‰.

Le reste du cycle annuel demeure stable avec un gradient de salinité qui croit de la côte au large du Golfe ivoirien. Le niveau moyen de la salinité reste autour de 34‰, ce malgré la présence de l'upwelling (environ 25°C) de la grande saison froide.

Au terme de cette étude, il ressort que la Télédétection de la salinité devient un outil important pour améliorer la connaissance de la dynamique des dessalures et des upwellings dans le Golfe ivoirien. Ainsi associé aux autres paramètres océaniques, il conviendrait de mettre en place un système d'informations géographiques fiable en vue de gérer durablement l'écosystème marin dans le Golfe ivoirien.

### References

- [1]. Michel Sylvain, Télédétection de la salinité à la surface des océans : Variabilité de la salinité de surface d'après un modèle global de couche de mélange océanique. Thèse en Océanographie Physique et Spatiale. Université PARIS VII- DENIS DIDEROT, 2006, 7-46
- [2]. Toplis B. J., Gower J.F.R., Helbig J.A., Isenor A. W., & Rubinstein I., La salinité de surface de la mer à partir de l'espace : Un point de vue canadien. Le programme d'applications terrestres et environnementales. Agence Spatiale Canadienne, mars 2002, 87p.
- [3]. Da-Allada, La salinité de la couche de surface océanique dans l'océan Atlantique Tropical : variabilité saisonnière à interannuelle. Thèse, Université de Toulouse 3, 2013, 143p
- [4]. Soldo : Optimisation de la reconstruction d'image pour SMOS et SMOS-NEXT. Thèse en Télédétection, interférométrie micro-onde. Université de TOULOUSE III Paul SABATIER, 2013, 213p.
- [5]. Hardman-Mountford N. J., Environmental variability in the Gul of Guinea Large Marine Ecosystem: Physical features, forcing and fisheries. Thesis for Doctorate of Philosophy. University of Warwick, UK., 2000, 233p.
- [6]. Dinnat Emmanuel, De la détermination de la salinité de surface des océans à partir de mesures radiométriques hyperfréquences en bande L., Physique [Physics]. Université Pierre et Marie Curie-Paris VI, 2003. Français. <Tel-0003277>
- [7]. Morlière A., Les saisons marines devant Abidjan, Document scientifique CRO Abidjan, 1, 2, 1970, 1-15.
- [8]. Morlière A., Rebert J. P., Étude hydrologique du plateau continental ivoirien, Document. Scientifique. CRO Abidjan, 3, 3, 1972, 1-30
- [9]. Le Loeuff P, Marchal E., Kotias A. J-B, Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire : le milieu marin, Tome 1. Edition de l'ORSTOM, Institut Français de Recherche Scientifique pour le développement en coopération, 1993, 591p
- [10] Donguy J. R. et Privé M., Esquisse du régime hydrologique au large de la Côte des Graines et de la Côte d'Ivoire entre Abidjan et Monrovia, Cahier O.R.S.T.O.M., série Océanographique, Volume VI, numéro 2, 1968, 47-51.

Aimé Roger Gougnon "Variabilite Saisonniere Et Interannuelle De La Salinite De Surface De La Mer Du Golfe Ivoirien A L'aide De L'imagerie Satellitaire De Smos-Miras De La Periode 2010-2014 "International Journal of Engineering Science Invention (IJESI), vol. 07, no. 8, 2018, pp 48-54