

L'analyse Cyclostratigraphie dans la mise en évidence des cortèges sédimentaires dans la marge d'Abidjan

[Cyclostratigraphy analysis in the identification of sedimentary processions in the Abidjan margin]

Blandine Akissi Egoran¹, Bi Youzan Aimé Gbamble¹, Fori Yao Paul Assalé², and Sylvain Mondé²

¹Université de San Pedro, UFR Sciences de la Mer, BP V1800 San Pedro, Côte d'Ivoire

²Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM), Laboratoire de Géosciences Marines et Ressources Énergétiques, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Copyright © 2024 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: At present, little work has been done on the Cyclostratigraphy of the Abidjan margin, so the base level, which is a dynamic surface controlled by factors such as (tectonics, eustatism and climate), represents a very complex environment, which makes it difficult to characterize its rise or fall. This study aims to determine the major lithological ensembles with the evolutionary trends of the logs. The studies carried out concern the analysis of two boreholes located on the Abidjan margin, In this paper, the INPEFA technology of Gamma-Ray logs was used to study the cycle of deposition systems. The negative trend in the INPEFA curve indicates the half-cycle of sea-level decline, the positive trend suggests the rise in sea level of another half-cycle. This allowed us to determine respectively a negative trend, dominated by a positive trend and symmetric cycles (negative trend-positive trend).

KEYWORDS: negative trend, positive trend, INPEFA, Margin, Ivory Coast.

RESUME: A l'heure actuelle, peu de travaux concernant la Cyclostratigraphie de la marge d'Abidjan ont été abordé, ainsi le niveau de base qui est une surface dynamique contrôlé par les facteurs tels que (tectonique, eustatisme et climat), représente un milieu très complexe, ce qui rend difficile la caractérisation de sa montée ou de sa descente. Cette étude vise à déterminer les grands ensembles lithologiques avec les tendances évolutives des diagraphies. Les études réalisées portent sur l'analyse de deux forages implantés sur la marge d'Abidjan, dans cet article, la technologie INPEFA des diagraphies de Gamma-Ray ont été utilisé pour étudier le cycle des systèmes de dépôts. La tendance négative de la courbe INPEFA indique le demi-cycle de baisse du niveau marin, la tendance positive suggère la hausse du niveau marin d'un autre demi-cycle. Ceci, nous a permis de déterminer respectivement une tendance négative, dominée par une tendance positive et des cycles symétriques (tendance négative-tendance positive).

MOTS-CLEFS: tendance négative, tendance positive, INPEFA, Marge, Cote d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Le processus de sédimentation est pluriel, mais il présente des caractéristiques générales exploitées par les différentes approches de la stratigraphie. Quel que soit le mode de sédimentation (continentale, marine ou lacustre), l'énergie solaire et la gravité conditionnent la mise en place des sédiments qui subiront des actions diagénétiques variables et deviendront une

roche sédimentaire. Les altérations internes peuvent détruire ou au contraire souligner des particularités héritées dans la lithologie. Ces particularités reflètent entre autres les conditions externes de mise en place de la roche. La Cyclostratigraphie en tant que méthodologie et application est une branche récente de la stratigraphie, qui se propose d'étendre le champ de la lithostratigraphie, basée sur la vérification de l'existence et la nature des corrélations entre les cycles sédimentaires d'une part et les cycles climatiques d'autre part, ce qui constitue une double réponse, tributaire de la continuité et de l'homogénéité de la série sédimentaire). Elle constitue donc une bonne méthode pour comprendre le comportement dynamique de la mer en réponse au changement climatique, tectonique et eustatiques, afin de faire une bonne interprétation des alternances régressives et transgressives.

Plusieurs travaux [1], [2], [3].et [4] ont porté sur l'aspect sédimentologie, lithologique biostratigraphie et stratigraphie séquentielle du bassin sédimentaire ivoirien, sans toutefois mener une étude cyclostratigraphique minutieuse de la marge d'Abidjan, c'est en cela que cette méthodologie mérite d'être examinée en détail. Elle va nous permettre de déterminer les séquences de dépôt en haute mer et de corréler des domaines paléogéographiques inaccessibles. Ce qui suggère une rareté de document scientifiques existants à ce sujet.

L'objectif est d'établir un cadre stratigraphique de très haute résolution supérieure à la biostratigraphie et à la stratigraphie séquentielle pour permettre des corrélations fiables sur une longue distance. Cette approche s'appuie sur l'étude de deux forages implantés dans un même bloc situé dans la marge d'Abidjan (Fig 1).

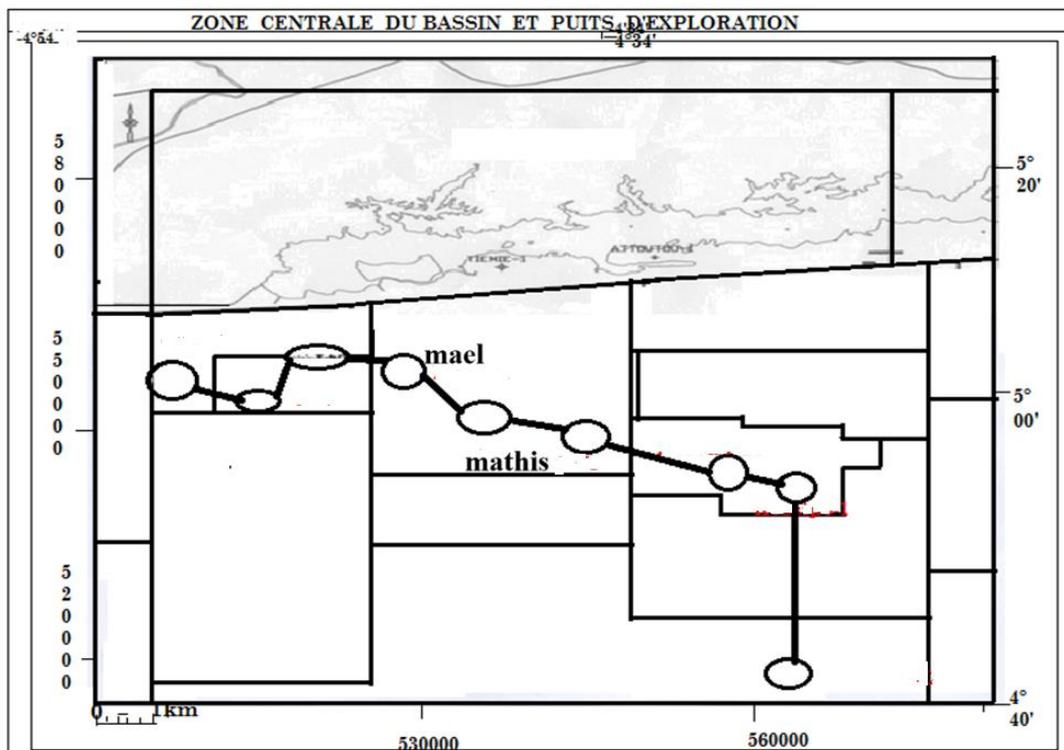


Fig. 1. Localisation géographique des forages étudiés

2 MÉTHODOLOGIE

La Cyclostratigraphie est l'étude des modèles rythmiques et cycliques dans les successions sédimentaires, plus précisément l'étude des modèles de dépôts sédimentaires produits par les processus climatiques et tectoniques. Pour reconnaître de telles modèles de cyclicité dans les puits d'études, le CycloLog a été utilisé. Le CycloLog est un instrument de détermination par modélisation des diagraphies, principalement le gamma ray, utilisant une analyse spectrale pour révéler la cyclicité à une gamme d'échelles. Le résultat de l'analyse du CycloLog est une série de courbes INPEFA (Integrated Predicted Error Filter Analysis Trad: Analyse par Filtre de Prévision d'Erreur Intégrée). Celles-ci sont particulièrement appropriées pour l'extraction de caractères à partir du rayon gamma relativement plat et sans relief ou un autre gamma ayant un signal clastique significatif qui tend à obscurcir la cyclicité présente. Les deux caractéristiques ont été présentées par les diagraphies gamma fournies pour cette étude. INPEFA est également utile dans les lithologies autres que les matériaux clastiques et les argiles et peuvent être

utilisés dans les sédiments volcano-clastiques et calcaires. Les interprétations de n'importe quel sédiment, doivent cependant être prudemment effectuées pour s'assurer que la courbe INPEFA est vraiment représentative. Elle peut, par exemple, être affectée par le contenu minéralogique des sédiments à interpréter.

Par ailleurs, les principales surfaces de limitation sont identifiées aux points d'inflexions entre les tendances diagraphiques positives et négatives. Les Surfaces de Limitations Négatives (NBS) marquent un changement en amont, vers les intervalles à grains plus grossiers, tandis que les Surfaces de Limitations Positives (PBS) marquent un changement en amont vers des sédiments à grains plus fins et potentiellement, le début d'une transgression. Les Surfaces de Limitation Négatives définissent les limites supérieures et Inférieures des Packages stratigraphiques-StratPac – identifiés et mis en corrélation dans cette étude. Ces surfaces de limitation négatives se rapprochent, sans nécessairement être d'âges identiques au maximum des surfaces d'inondation du model stratigraphique séquentiel traditionnel. En adoptant la méthodologie de ce stratpac, notre approche suit de près celui [5]. Il a préconisé l'utilisation de la séquence T-R où une séquence unique (que nous appelons communément stratpac) est composée d'un intervalle régressif Inférieur et un intervalle transgressif supérieur. Ceci rend moins nécessaire l'application de la terminologie complexe du modèle stratigraphique séquentiel standard.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les données de Gamma Ray (GR, total Inpefa Gr, Short Inpefa Gr) acquises dans les forages renseignent sur la lithologie des couches traversées. D'une manière générale, elles se reflètent à la description lithologique. Sur les deux forages (Mael et Noah), On observe des valeurs de GR élevées dans les unités riches en argile et les valeurs basses dans les unités riches en sable, débris carbonés et de glauconite. Le gamma ray à une valeur comprise entre 10 et 90 API avec une valeur maximale atteignant le 140 API.

Les données des forages Mael et Noah sont décrites ci-dessous.

3.1 LE FORAGE MAEL

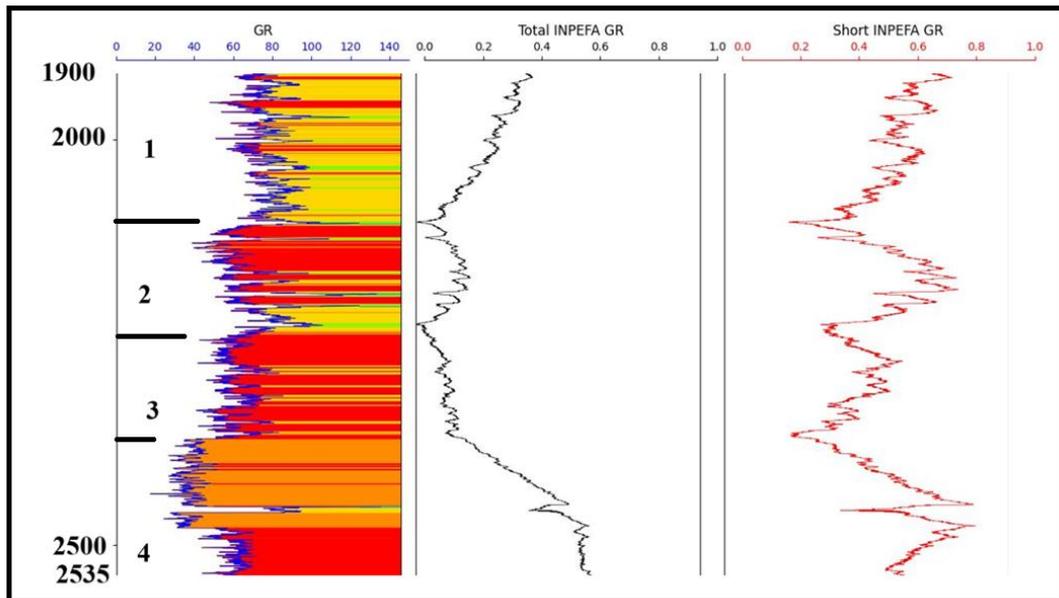
L'intervalle allant de 1900 – 2225 m correspond au cycle 1, avec des valeurs de signature Gamma-Ray élevées (60 à 140 API), le signal gamma-Ray montre des variations haute fréquences ce qui s'expliqueraient par le dépôt d'argilites sableuses et gréseuses. Des alternances régulières de grande amplitude sont clairement observées sur le gamma-ray, avec plusieurs ordre des cycles variant entre 1 et plusieurs mètre d'épaisseur. La nature apparemment cyclique de l'enregistrement sédimentaire à cet intervalle se corrèlent avec l'alternance de couche argileuse sableux, argileuse gréseuse et argileuse silteuse. (Figure 2)

Les intervalles des cycles 2 et 3 se distinguent par une oscillation de fréquence moins élevées sur le Gamma-Ray, cette tendance décroissante du gamma-Ray pourraient s'expliquer par un dépôt de matériels argilo-sableux et argilo-Silteuse. (Figure 2)

Le cycle 4, le Gamma-R ay présente des valeurs moyennes de 25-60API. Le signal montre une variabilité sur plusieurs mètres. On observe les valeurs élevées dans les unités riches en argiles et des valeurs basses dans les unités riches en sables/grés. (Figure 2)

Tableau 1. x I: Cycle du forage Mael au Sénonien

Cycle	Distance (m)	Lithologie	GR(API)	Total INPEFA GR	SHORT INPEFA GR
1	1900 -2225	Argilites	80- 140	00 -0,4	0,2 -0,7
		Argilites silteuse	45-60		
2	2225 -2300	Argilite silteuse	45-60	00 -0,2	0,2 -0,8
3	2300-2400	argilite silteuse	45-60	00 -0,18	0,1 -0,6
4	2400-2535	Argilite intercalé de Grés	25-60	01 -0,6	0,2 -0,8



LEGENDE :



Fig. 2. Résultat de données du forage Maël comprenant les données lithologiques, le Gamma-ray

3.2 FORAGE NOAH

-La partie supérieure de 2015 m- 2233 m, montre des valeurs de GR relativement moyenne par endroit à élever, avec des sinuosités très accentuées. Ce qui pourrait correspondre à une signature d’argile et de formation non argileuse ou carbonatées. Ces caractéristiques se confirment sur le log lithologique par une formation dominée par l’argile avec des passées de dolomies, de calcaires et de siltites. Cet intervalle correspond au cycle I et II. Aussi au niveau du cycle II, commence une augmentation sur le gamma-ray qui présente une variabilité cyclique, cette augmentation suggèrent une relative présence d’argilite. (Figure 3).

Cycle III- Dans cet intervalle, la courbe GR présente des valeurs relativement moyennes avec par endroit des valeurs élevées. Ces valeurs moyennes qui augmentent progressivement pour atteindre un pic aux cotes 2292 et 2310 avant de chuter à niveau vers des valeurs moyennes. Cette tendance évolutive de la courbe est en liaison avec une remonté de la tranche d’eau et l’important pic observé correspondrait à une surface d’inondation maximale. La rechute traduit la baisse du niveau marin. Toutes ces caractéristiques expliqueraient la coexistence de marnes et de calcaire. (Figure 1)

Tableau 2. Cycle du forage Noah au Sénonien

CYCLE	DISTANCE (m)	LITHOLOGY	GR (API)	INPEFA GR	SHORT INPEFA GR
I	2015-2123	Argilite intercalée de dolomite et de calcaire	60-140	0,1 - 0,6	00 – 0,7
II	2123 - 2233	Argilite intercalée de dolomite, de calcaire et de siltite	60-140 35 - 45 40 -60	0,1- 0,7	0,1 – 0,8
III	2233 -2335	Argillite Marne	60-140 40 -55	0,4- 0,7	0,1 -0,8

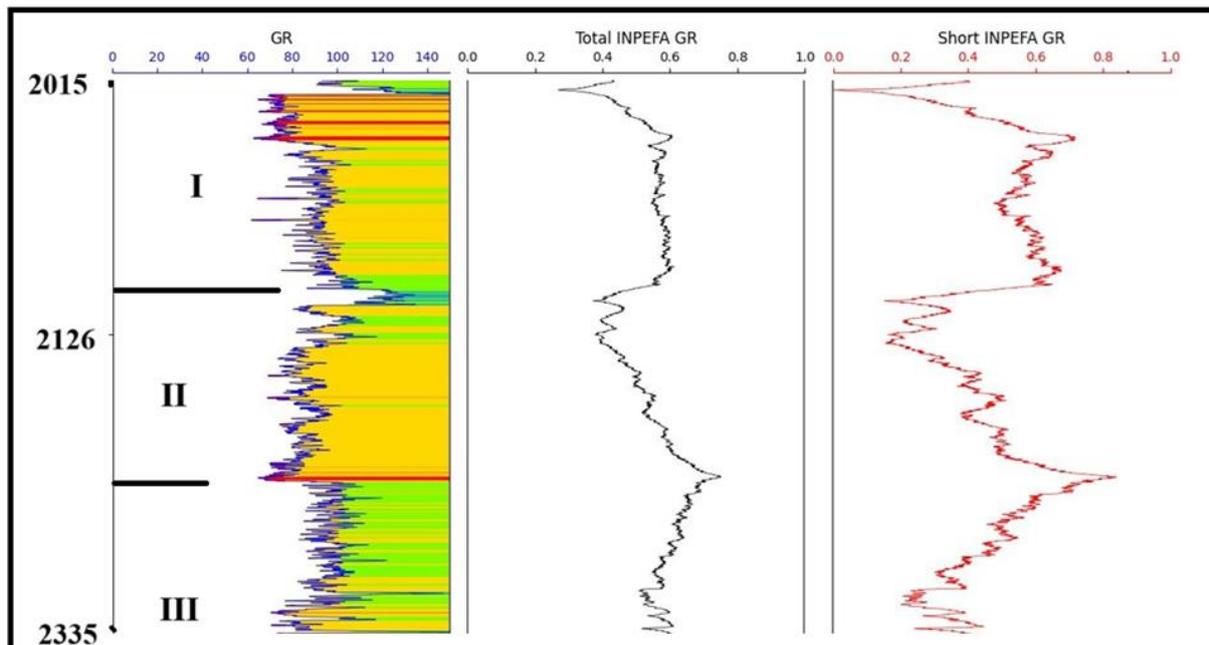


Fig. 3. Résultat de données du forage Noah comprenant les données lithologiques, le Gamma-ray

3.3 INTERPRETATION DE CYCLO LOG DU FORAGE MAEL (LOGS INPEFA)

L'INPEFA du StratPac Mael est marqué par une tendance régressive dans la partie Inférieure et une tendance à prédominance transgressive dans la partie supérieure, bien que l'une d'elles ait été interrompue par des impulsions significatives de sable. La section régressive inférieure est considérée comme représentative d'une période de dépôt de bas niveau marin ayant un apport clastique significatif puisque les zones sources de sédiment ont été rajeunies lors de l'évènement majeur de pression du Santonien. Au cours du Maastrichtien Supérieur, beaucoup plus d'argiles transgressives régionales se sont mises en place. Le forage Mael ayant sur la courbe INPEFA une tendance à la fois positive et négative, ce qui signifie que nous avons un cycle symétrique du niveau de base moyen-court (Fig 4).

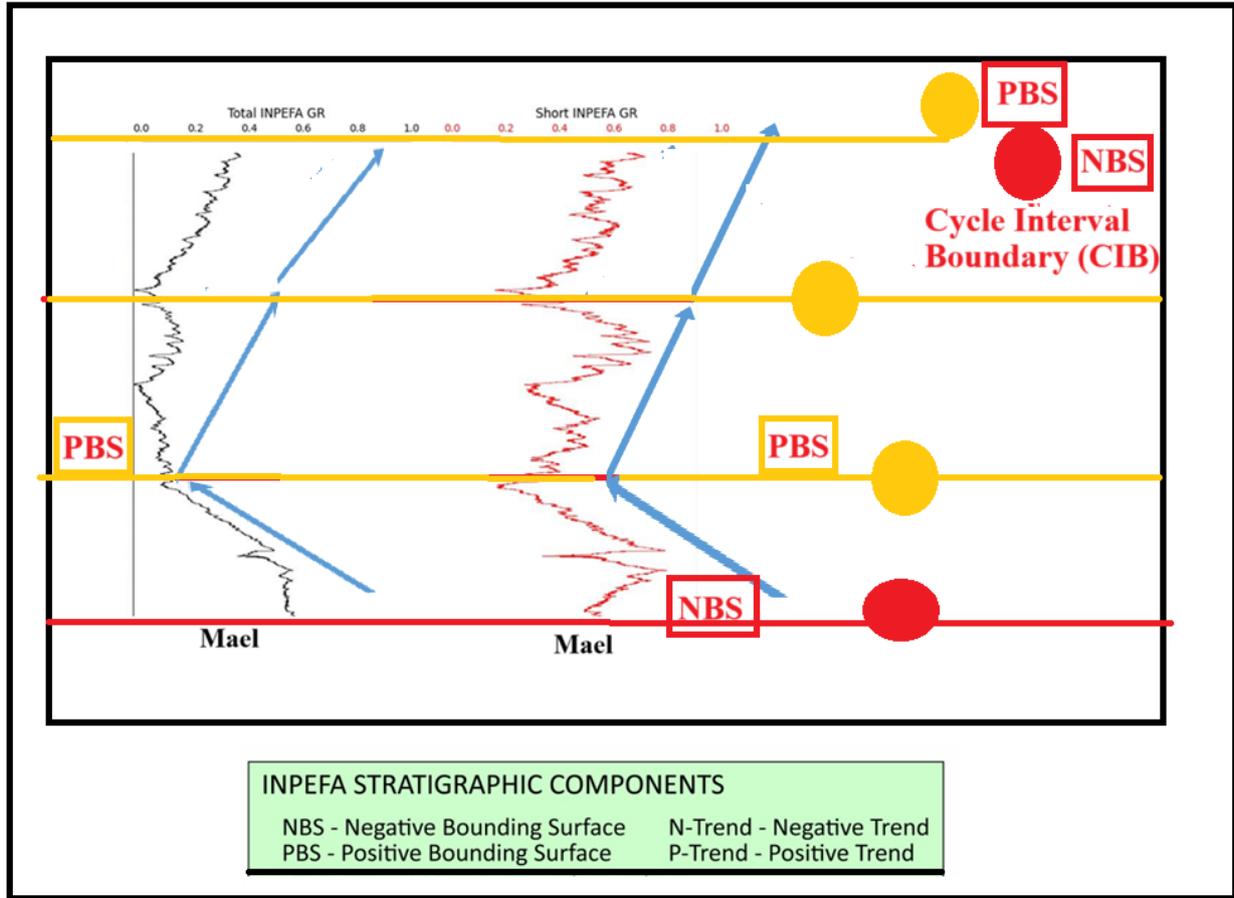


Fig. 4. Le modèle INPEFA en forme de C est basé sur les phases climatiques telles que définies par la Cyclostratigraphie

3.4 INTERPRETATION DE CYCLO LOG DU FORAGE NOAH (LOGS INPEFA)

Stratpac Noah est généralement représenté par une courbe INPEFA montrant deux Packages à deux cycles de base symétriques. Selon la tendance de La courbe INPEFA du forage noah deux ordres de tendance ont pu être identifiés. De bas en haut, nous avons une tendance positive, comme tendance de premier ordre, qui indique une transgression qui confirme la prédominance d’argilite. Il s’en suit une tendance négative (régressive) semble être représentée par un faciès argilo-sableux épais. C’est souvent une étendue sableuse dans cette partie Inférieure à Moyenne de l’intervalle. Dans les quatre membres de la formation, le INPEFA a une tendance de deuxième ordre, symétrie positive-négative, représentant le cycle symétrique du niveau de base à moyen terme (Fig. 5).

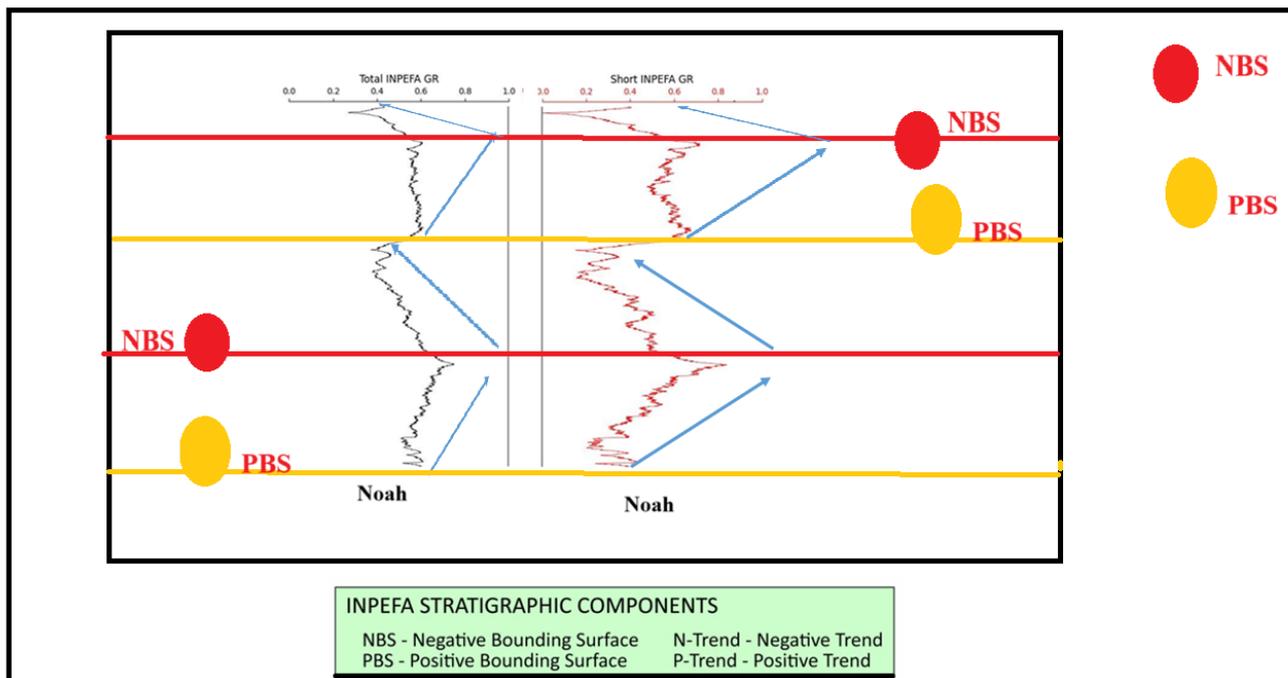


Fig. 5. Le modèle INPEFA en forme de C est basé sur les phases climatiques telles que définies par la Cyclostratigraphie

4 CORRELATION

Les corrélations des coupes mael et noah révèlent deux parties distinctes. Le forage Mael est représenté par deux tendances: une tendance globale dans le package, représentant une tendance transgressive riche en argilite et une tendance régressive qui correspondrait au cortège de bas niveau marin, par ailleurs, nous avons une seule forme en C en ce qui concerne le forage Mael. Le forage NOAH, présente deux allures en forme de C, ce qui signifie que nous avons deux transgressions et deux régressions. Dans ce forage. Les corrélations entre les forages ne sont apriori pas évidente. (Fig. 6)

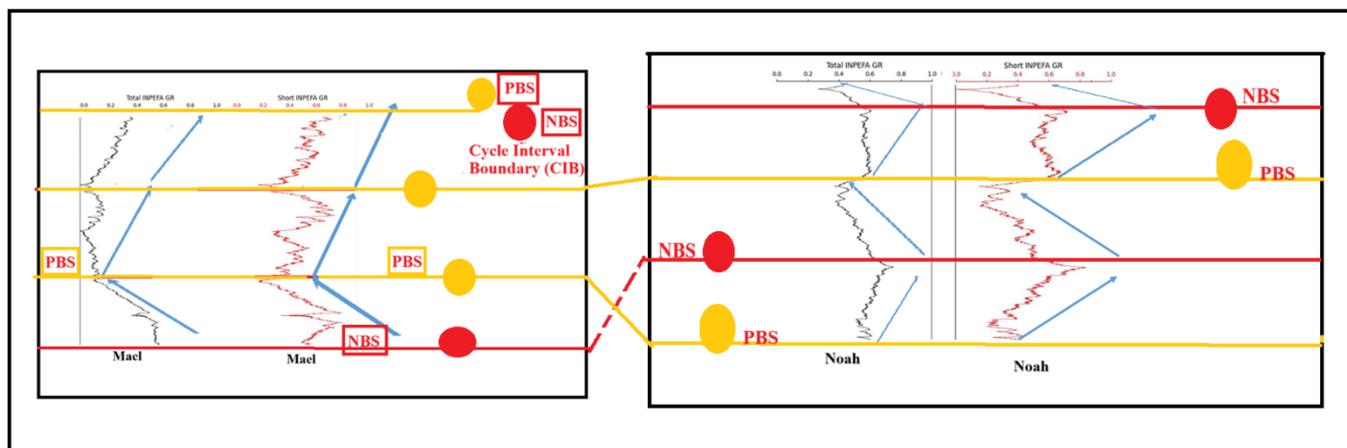


Fig. 6. Corrélation de forage cyclologique utilisation des transformations logarithmique INPEFA

5 DISCUSSION

Le forage Mael a révélé à la fois une tendance négative et positive, ce qui signifie un cycle symétrique du niveau de base moyen-court. La courbe INPEFA de NOAH, présente deux tendances (négative-positive et une tendance négative-positive), géologiquement, une tendance positive représente un intervalle dans lequel les valeurs logarithmiques révèlent plus de composante argileuse, ce qui pourrait être interprété comme une transgression avec un semi cycle de montée du niveau de l'eau, une tendance négative qui représente des composantes sableuses, donc une régression avec un semi-cycle de descente

graduelle du niveau de mer [6] [7]. la présence au niveau de la courbe de INPEFA d'une tendance à la fois positive et négative, signifie qu'il existe une symétrie du niveau de base de moyenne à court durée [8]. La technologie INPEFA peut refléter plus clairement la tendance au changement du cycle sédimentaire dans la strate, réduisant l'interférence des facteurs humains [9].

Selon [10]., La courbe de diagraphie est superposée par de multiple cycles avec des cycles sédimentaires différents, en analysant la cyclicité des strates ou les cycles des strates.

Les résultats des travaux dans la plaine du fan –delta de [11] mettent l'accent sur la division du cycle de base de la formation de baikouquan dans la zone de Mabei. Basée sur la méthode de l'INPEFA. La tendance positive de la courbe INPEFA représente une hausse du niveau de base, tandis que la tendance négative représente une baisse du niveau de base. Aussi, la séquence sédimentaire des sables en nappe signifie que les semi-cycles d'élévation au niveau des bases tandis que les inter canaux, les baies interdistributaires et la boue du delta pro-éventail reflètent que les semi-cycles d'automne au niveau de base. Cette présente étude rejoint celle de ce travail et montre clairement que les tendances positives ou rétrograde marque la présence de matériau argileux, tandis la tendance négative en termes de géologie, présente une tendance à l'épaississement vers le haut ou à la progradation.

6 CONCLUSION

L'étude de gamma-ray a donné des informations sur la lithologie et nous a permis la mise en évidence de faciès sédimentaire et aussi des niveaux de réservoirs constitué par les formations sableuses et gréseuses parfois intercalées de niveau argileux dans les forages Mael et Noah. Quant à l'analyse du spectre de fréquence des forages Mael et Noah, il indique l'existence de cyclicité qui peut être appliquée à la division stratigraphique, afin d'identifier les tendances changeantes et surface abrupte. Les séquences de dépôt dans le courbe d'enregistrement court, de moyen et de long terme témoignent de la bonne préservation de l'enregistrement de la marge d'Abidjan.

REFERENCES

- [1] EGORAN B, A (2017) Apport de la stratigraphie séquentielle dans la caractérisation des cortèges de dépôts (Coniacien-Maastrichtien) dans un système pétrolier (roche réservoir et couverture) de la marge d'Abidjan. Thèse de doctorat, Univ F.H.B Cocody 150p.
- [2] ASSALE F.Y. P (2013) Caractérisation sédimentologiques, palynologique, géochimique et paléo environnementale des formations sédimentaires connexes à la faille des lagunes (Est du bassin onshore de Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat, Univ F.H.B Cocody 361p.
- [3] BIE et al (2012) Stratigraphie Palynologique du Maastrichtien Supérieur-Eocène Supérieur du Bassin Sédimentaire Offshore de Cote d'Ivoire, Afrique de l'Ouest. International Journal of African Studies, Issue 6: 40-47.
- [4] AHOURE N.D (2021) Contribution des analyses micro-faunistiques et géochimiques à la stratigraphie séquentielle des dépôts d'âge Albien –Maastrichtien du bassin Sédimentaire de la Cote d'Ivoire. Thèse de doctorat, Univ F.H.B Cocody 361p.
- [5] EMBRY A.Y (1995). Sequence boundaries and sequence hierarchies: problems and proposals. IN: Steel R.J.; Felt V.L.; Johannessen E.P.; Mathieu C.; 5 (Special Publication). Norwegian Petroleum Society (NPF): 1-11.
- [6] Lu S.X., Zhang H., Meng E., Sun X.G., Application of INPEFA technique to carry out sequence stratigraphic study, Oil Geophysical Prospecting, 2007,42 (6), 703-708 (in Chinese with English abstract).
- [7] Liu. F., Xu J.L., Gao P., Zou C.C., Wang Y.Z., Xu X.Y., Application of comprehensive prediction error filter analysis to stratigraphic division and isochronous correlation, oil & Gas Geology, 2013, 34 (4), 564-572.
- [8] Rui Yuan, Rui Zhu, Jianhua Qu, Jun Wu, Xincai You, Yuqiu Sun, and Yuanquan (Nancy) Zhou (2018) Utilizing Integrated Prediction Error Filter Analysis (INPEFA) to divide base –level of fan-deltas: A case study of the Triassic Baikouquan Formation in Mabei Slope Area, Mahu Depression, Junggar Basin, China, Publication.
- [9] Rui Wang & al (2022) Comparison of INPEFA technology and wavelet transform in sequence stratigraphic division of mixed reservoir: a case study of lower Es3 of KL oilfield in Laizhouwan Sag., Publication.
- [10] Yan J.P., Cai J.G., Zhao M.H., Zheng D.S., Advances in the study of sequence stratigraphic division and correlation using well log information, journal of stratigraphy, 2009, 33 (4), 441-450 (in Chinese with English abstract).