

ANALYSE DES FACIÈS SISMIQUES DU SYSTÈME TURBIDITIQUE POST-ALBIENDE LA MARGE D'ABIDJAN, CÔTE D'IVOIRE : INTÉRÊT PÉTROLIER

**Ama Yvonne Ednard EBY^{1*}, Loukou Nicolas KOUAME¹,
Laciné COULIBALY², Simon Pierre DJROH¹
et Boko Célestin SOMBO¹**

¹*Université Félix Houphouët-Boigny, UFR des Sciences de la Terre et des
Ressources, Minières (STRM), Laboratoire de Géophysique Appliquée,
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

²*Société Nationale des Opérations Pétrolières en Côte d'Ivoire, Direction
Exploration, Service Géophysique d'Exploration /
BPV 194 Abidjan, Côte d'Ivoire*

* Correspondance, e-mail : ebyama2015@gmail.com

RÉSUMÉ

4000 km de profils sismiques pointés (réflexion) ont permis d'apporter des éclaircissements sur les différentes structures sédimentaires que présente le système turbiditique de la marge d'Abidjan-Côte d'Ivoire. Ces structures sédimentaires, issues des écoulements gravitaires, présentent un intérêt pétrolier accru. A l'issue de ce travail, quatre corps sédimentaires (Chenal 1, Chenal 2, une Lentille et un *Fan*) ont été identifiés et présentent dans l'ensemble un faciès parallèle à subparallèle. En effet, le chenal 1 montre du bas vers le haut, des dépôts évoluant du faciès semi-transparent à un faciès présentant des réflecteurs forts peu continus à l'unité sommitale. Le chenal 2 est caractérisé par des réflecteurs parallèles, d'amplitudes et de fréquences variables. Au niveau de la lentille, le faciès sismique est constitué par un groupe de petites réflexions souvent enchevêtrées avec une amplitude variable et une fréquence élevée, le tout organisé en « creux et bosse ». Le *Fan* nommé *Fan* « Eby », quant à lui, présente des réflecteurs parallèles, à amplitudes et fréquences variables. Ces systèmes turbiditiques constituent des endroits susceptibles de receler de grandes accumulations d'hydrocarbures, car ce sont de bons réservoirs pétroliers déjà rencontrés dans le bassin sédimentaire ivoirien. C'est pourquoi l'étude des processus régissant leur mise en place suscite actuellement un intérêt grandissant.

Mots clés : *corps sédimentaires, sismique, Bassin sédimentaire, Côte d'Ivoire.*

ABSTRACT

SEISMIC FACIES STUDY OF POST-ALBIAN TURBIDITIC SYSTEMS OF CÔTE D'IVOIRE ABIDJAN MARGIN : HYDROCARBON INTEREST

Interpretation of 4000 kilometers of 2D seismic profiles (reflexion) allow to bring clarifications on the different sedimentary structures that present the turbiditic systems of Ivory Coast Abidjan margin. These sedimentary structures, derived from gravity flows, have a great oil interest. At the end of this study, four sedimentary bodies (Channel 1, Channel 2, a Lens and a Fan) have been identified and generally present a parallel to subparallel facies. Indeed, the channel 1, shows from the bottom to the top of the deposits evolving facies transparent to a facies having strong reflectors little continuous to the unit summit. Channel 2 is characterized by parallel reflectors of varying amplitudes and frequencies. Regarding the lens, the seismic facies is constituted by a group of small reflections often entangled with a variable amplitude and a high frequency, all organized in " hollow and hump ". As for the " Eby " *Fan*, it presents parallel reflectors with varying amplitude and frequency. These turbiditic systems are places likely to harbor large accumulations of hydrocarbons because they are good oil reservoirs already reported in the Ivorian sedimentary basin. This is why the study of the processes governing their implementation is currently attracting growing interest.

Keywords : *sedimentary bodies, seismic, sedimentary basin, Ivory Coast.*

I - INTRODUCTION

Les turbidites désignent ici un cortège sédimentaire, produit du transport de sédiments détritiques du plateau continental vers les fonds océaniques où ils construisent des structures géologiques qui peuvent constituer des cibles pour l'exploration pétrolière. Ces systèmes turbiditiques ont fait également l'objet de plusieurs études dans le monde. En effet, [1] a étudié la physiographie des systèmes turbiditiques profonds de la marge celtique-Armoricaine, dans le golfe de Gascogne, pour connaître leur fonctionnement sédimentaires récent (derniers 30.000 ans). [2] a, pour sa part, réalisé une étude similaire sur les systèmes turbiditiques de la marge est-africaine et du golfe d'Oman. Au Sud-ouest de l'océan pacifique, les travaux de [3] ont porté sur la sédimentation gravitaire et la paléosismicité de la marge active de la Nouvelle Zélande. Cependant, les systèmes turbiditiques sont presque méconnus dans la marge continentale ivoirienne car peu d'études leur sont consacrées. Ainsi ce travail permettra d'identifier et de décrire les faciès sismiques des systèmes turbiditiques rencontrés dans la couverture sédimentaire de la marge d'Abidjan.

II - CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le bassin sédimentaire ivoirien doit son existence à l'ouverture de l'Océan Atlantique au cours du Méso-cénozoïque et fait partie de la province du Golfe de Guinée. La marge ivoirienne est une marge passive qui a été étudiée par plusieurs auteurs [4 - 6] concernant l'évolution des structures et processus sédimentaires mis en jeu lors de sa genèse. Le bassin sédimentaire ivoirien a une superficie de 86000 km² et s'étend de Sassandra à l'Ouest, jusqu'à Axim au Ghana à l'Est. Il est subdivisé en deux parties ; Une partie émergée d'une superficie d'environ 8600 km² et une partie immergée qui couvre à elle seule une superficie de 77400 km². La partie " Onshore " occupe 2,5 % du territoire ivoirien et est affectée par un accident majeur dénommé « faille des lagunes » de direction presque Est-Ouest (E-W) avec un rejet vertical jadis estimé à plus de 5000 mètres au niveau d'Abidjan [7]. L'étude conjointe [8] a mis en évidence un rejet de plus de 10.000 m de la faille des lagunes dans l'Est et au Centre du bassin. Le rejet est considérablement réduit vers le haut d'Adiadan à une faible profondeur du socle. L'épaisseur des sédiments est faible au Nord de la faille (de 200 à 300 m) et atteint par endroits 500 mètres. Cependant au Sud de la faille, l'épaisseur des sédiments peut dépasser la dizaine de milliers de mètres [9]. Des études sismiques [8] couplées aux données gravimétriques montrent bien que l'essentiel des sédiments du bassin ivoirien se trouvent dans la partie "Offshore " et plus précisément à l'Est. Par conséquent, l'épaisseur des sédiments dans la partie Est du bassin "Offshore" dépassent 11000 m. La marge d'Abidjan, où se trouve la zone d'étude, abrite de nombreuses structures et les récentes découvertes pétrolières, surtout en eaux profondes (≥ 2000 m) révèlent la présence de réservoirs turbiditiques. La zone d'étude (**Figure 1**) est située dans la partie immergée du bassin sédimentaire ivoirien au niveau de la marge d'Abidjan, à partir de l'isobathes 200 m à plus de 4000 m de profondeur. Elle couvre une superficie d'environ 24570,385 km² avec les coordonnées géographiques suivantes :

Latitude: 3°30'10" à 4°42'07" N

Longitude: 5°43'14" à 3°01'00"W.

Découpage géographique de la Côte d'Ivoire

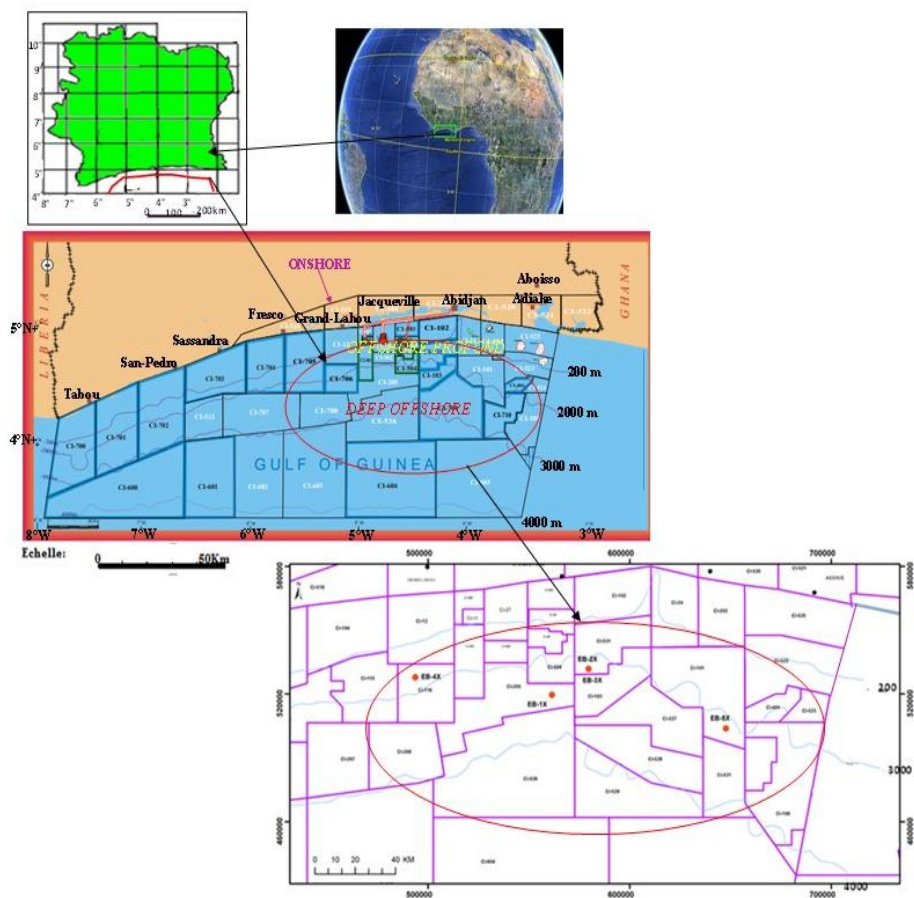


Figure 1 : *Présentation de la zone d'étude*

III- MÉTHODOLOGIE

Cette étude est basée sur l'interprétation de 4000 kilomètres de profils sismiques et un plan de positionnement (*Figure 2*) qui permet de les localiser dans la zone d'étude. Ces profils sismiques ont été fournis par la Société Nationale des Opérations Pétrolières de Côte d'Ivoire (PETROCI). Les données acquises dans la zone d'étude proviennent essentiellement des campagnes sismiques menées par Western Géophysical Corporation (WGC) en 1997, Ranger Oil 1999 (ROCI), PPCO (Phillips-1976). Les profils sismiques 2D, dans l'ensemble, sont de qualité moyenne. Les données géologiques des puits EB-1X, EB-2X et EB-3X ont été utilisées pour

renseigner la lithologie des cortèges sédimentaires identifiés. La méthode et la démarche adoptées pour aboutir aux résultats se résument en deux phases essentielles : le calage aux puits et le pointé conventionnel.

III -1. Calage

Le calage de la sismique avec les données de puits consiste à trouver la correspondance des toits des formations et âges géologiques avec des marqueurs sismiques. Au cours de cette étude, huit (08) toits de formations géologiques ont été calibrés avec des marqueurs sismiques afin d’assurer un pointé qualitatif. Ces marqueurs, corrélés à huit (08) toits stratigraphiques, vont de l’Albien à l’Eocène en passant par le Cénomaniens, Turonien, Sénonien Inferieur, Campanien, Maestrichtien et le Paléocène.

III-2. Pointé

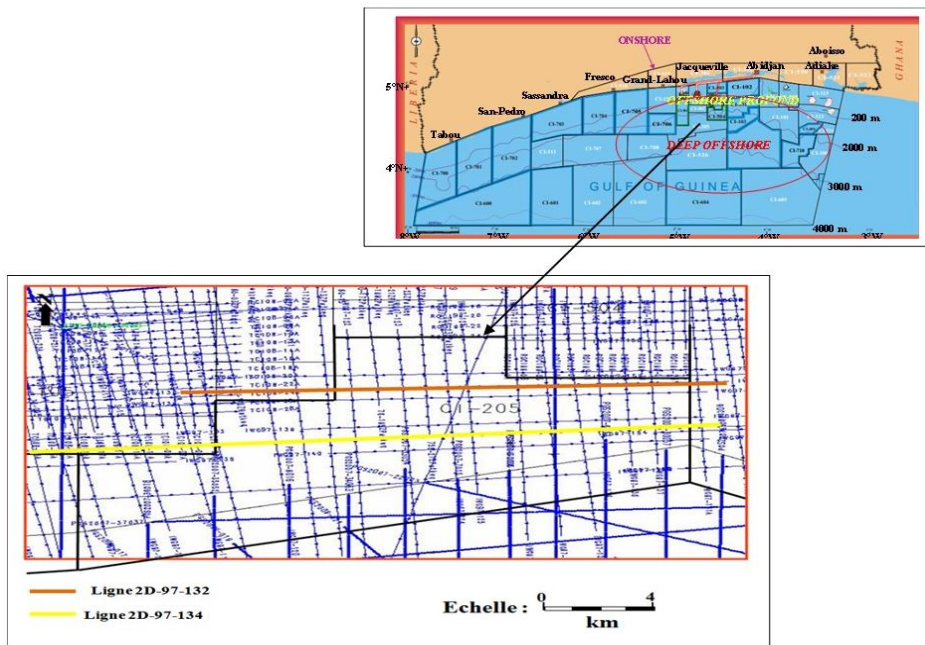


Figure 2 : Plan de positionnement de quelques profils sismiques pointés

Une fois le calage effectué, le pointé a consisté à suivre de proche en proche les marqueurs sur l’ensemble des profils sismiques afin d’apprécier l’extension d’un toit stratigraphique donné pour appréhender sa géomorphologie actuelle dans le sous-sol. Pour des raisons de codage, des crayons de couleurs ont été

utilisés (**Figure 3**) et grâce à la technique de la "loupe", le même marqueur est identifié d'une ligne à l'autre en les recoupant à un même point de tir. Néanmoins le pointé reste une épreuve difficile, car il dépend à la fois de la qualité des images sismiques et de la subtilité de l'évènement à suivre. Au cours de cette étude, des failles et huit (08) horizons (**Figure 3**), sans oublier le fond marin, ont été manuellement pointé.

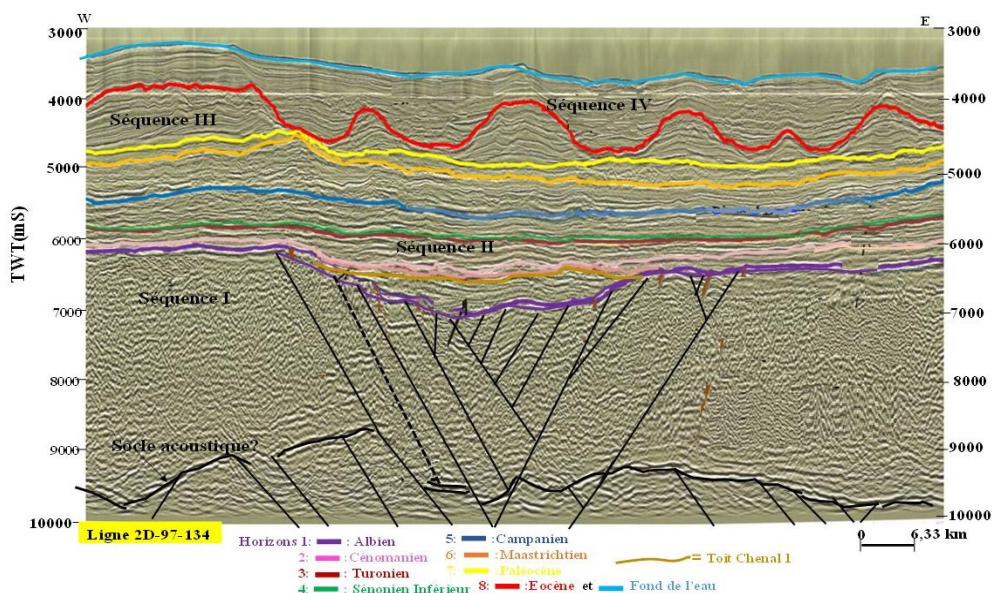


Figure 3 : Profil sismique montrant les principales séquences Sédimentaires et la présence des corps sédimentaires dans la séquence II

IV – RÉSULTATS ET DISCUSSION

IV-1. Faciès sismique et intérêt pétrolier des corps sédimentaires

Le pointé des différents profils sismiques a permis de répertorier huit (08) horizons (**Figure 3**), répartis en quatre (04) mégaséquences :

- Séquence I: socle à l'horizon 1 ;
- Séquence II: horizon 1 à 4;
- Séquence III: horizon 4 à 7;
- Séquence IV: horizon 8 à l'actuel.

Les corps sédimentaires qui font l'objet de ce travail se trouvent essentiellement dans la séquence II, eu égard à l'intérêt pétrolier du crétacé supérieur (Cénomanien et Sénonien).

IV-1-1. Chenal 1

Le chenal 1, (**Figures 3 et 4**) large d'environ 38 Km, est d'âge Cénomanién. Il est situé au niveau de la pente continentale, au Sud-ouest de la zone d'étude et est orienté N-S. L'épaisseur maximale de remplissage est estimée à 0,64 std. Le faciès sismique observé dans ce chenal est caractérisé dans l'ensemble par des réflecteurs plus ou moins parallèles déposés en « onlap » sur le toit de la séquence I. Ce chenal présente deux unités acoustiquement différentes (**Figure 4**). L'unité inférieure offre un faciès semi-transparent, ce qui suggère une sédimentation détritique fine, déposée dans un milieu plus ou moins calme. Quant à l'unité supérieure, elle laisse apparaître des réflecteurs plus ou moins forts, discordants et parfois discontinus. Ils semblent être déformés par les rejeux des failles sous-jacentes (**Figure 4**). Cette configuration peut correspondre à une sédimentation sableuse avec une intercalation argileuse et marneuse, déposée dans les conditions hydrodynamiques plus ou moins agitée. Dans ce chenal, les dépôts évoluent du faciès semi-transparent en dessous à un faciès présentant des réflecteurs forts peu continus à l'unité sommitale du chenal. Ce qui montre que ces dépôts sont certainement plus grossiers au sommet et fins dans l'unité basale du chenal. Ces réflecteurs forts discontinus qui correspondent aux éléments grossiers sont assimilables au faciès chaotique. [10] a, pour sa part, interprété ce type de faciès comme des olistostromes (un ensemble chaotique de matériaux hétérogènes) au large de Jijel (Est de l'Algérie). Ces dépôts grossiers sont très fréquemment liés à des remplissages de chenaux, on peut également les retrouver au niveau des éventails sous-marins comme indiqué par [11].

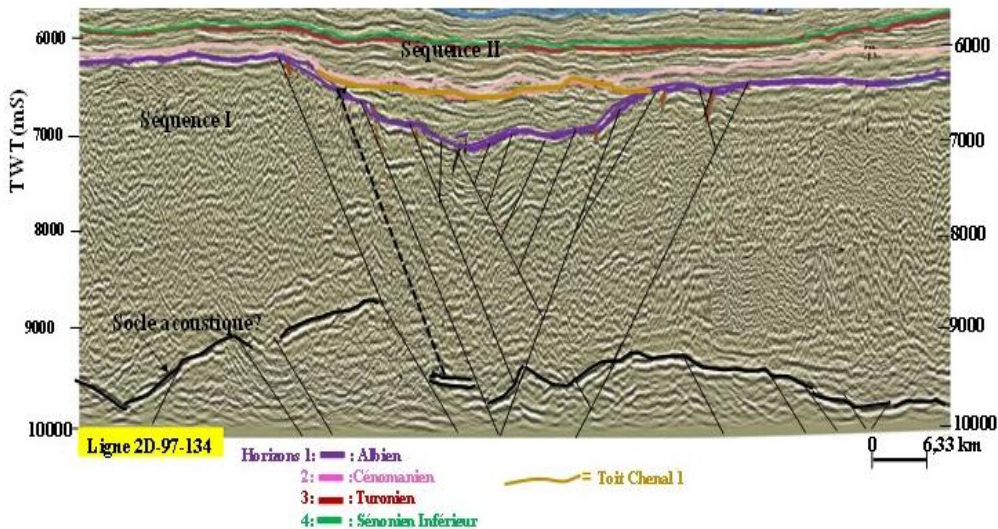


Figure 4 : Profil sismique indiquant la tectonique cassante depuis le socle jusqu'à l'Albien engendrant les chenaux

IV-1-2. Lentille

Une lentille, large de 32 km environ (**Figure 5**), d'âge Turonien a été identifiée au niveau de la pente continentale avec une direction presque N-S. Il est situé au Sud-ouest de la zone d'étude. La lentille a une épaisseur maximale de remplissage sédimentaire estimée à 0,39 std. Elle offre un faciès composé de groupes de petites réflexions discontinues, souvent enchevêtrées avec une amplitude variable et une fréquence élevée, le tout organisé en « creux et bosses » (hummocky ou faciès fruste) avec des passages acoustiques sigmoïdes. La configuration sismique hummocky indique soit un système turbiditique comme décrit par [12] ou un effet d'échappement de fluides liés à des taux de sédimentations rapides. Cette configuration indique les conditions agitées du milieu de dépôt comme défini par [13, 14]. Ce faciès fruste (« creux et bosses ») est interprété comme une unité progradante rencontrée dans les lobes. La disposition irrégulière des réflecteurs et les variations importantes de leur amplitude, pourraient correspondre aux ensembles sédimentaires hétérogènes à dominance sableuse. La présence d'important volume de sables suggère que ce type de faciès présente probablement un grand intérêt pétrolier.

IV-1-3. Chenal 2

Le chenal 2, avec une largeur de 25 km (**Figure 5**), est localisé sur la pente continentale. Il est situé à l'Ouest de la zone d'étude et est orienté N-S. L'épaisseur maximale de son remplissage sédimentaire est estimée à 0,48 std. Le chenal 2 offre un faciès lité qui se caractérise par des réflecteurs parallèles, continus, d'amplitude et de fréquence variables. Ce faciès sismique à réflecteurs parallèles pourrait correspondre au "Lower Unit" (LU) de [15] à la seule différence que le bassin sédimentaire ivoirien enregistre quelques fois des réflecteurs parallèles à fortes amplitudes. Contrairement aux réflecteurs parallèles à fortes amplitudes de LU [15] qui pourraient indiquer soit des argiles, des carbonates ou des évaporites. Les faciès stratifiés correspondent généralement à des ensembles globalement vaseux, intercalés de lits silteux ou sableux, comme décrit par [11]. Les réflecteurs lités butent en « onlap » sur le toit de la lentille du côté Ouest du profil sismique (**Figure 5**), attestant une période consécutive à la montée du niveau marin. Dans ce corps sédimentaire, la présence de quelques réflecteurs forts montre bien la présence des sables grossiers ou des carbonates marins de marge [16]. Ces dépôts ont été sédimentés probablement dans des conditions hydrodynamiques variables. Ce faciès sismique sableux pourrait correspondre à des éponges caractéristiques des réservoirs d'hydrocarbures.

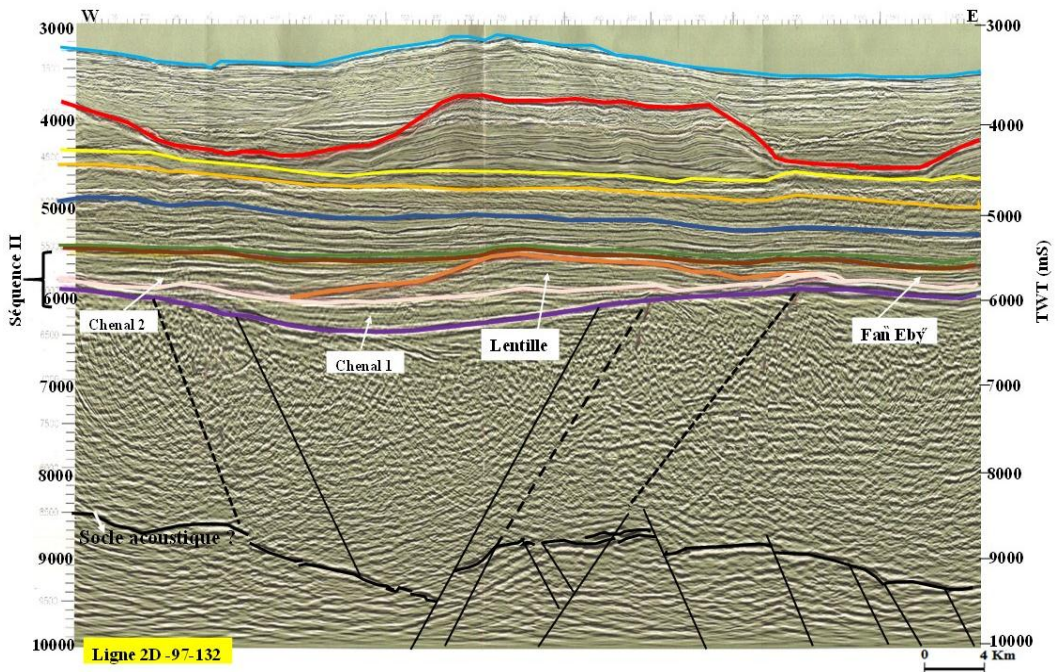
IV-1-4. *Fan* « Eby »

Figure 5 : Profil sismique montrant (04) corps sédimentaires dans la séquence II

Le " *Fan-Eby* " (**Figure 5**), se trouve au niveau de la pente continentale à l'Ouest de la zone d'étude. Il est d'âge Turonien, de direction NE-SW et offre une épaisseur de remplissage sédimentaire d'environ 0,35 std. Le " *Fan-Eby* " est un grand corps amalgamé dans lequel on distingue plusieurs corps sédimentaires, complexes et chenalisés eu égard aux différents faciès sismiques rencontrés. Il présente, par endroit, des réflecteurs organisés en « creux et bosses » (hummocky ou faciès fruste). Dans ce corps sédimentaire, la présence de réflecteurs forts montre des sables grossiers ou des carbonates marins de marge, sédimentés probablement dans les conditions hydrodynamiques variables. Dans l'ensemble, le " *fan-Eby* ", présente un faciès lité avec des réflecteurs peu déformés. Il offre également un faciès semi-transparent qui apparaît très souvent dans des séries sédimentaires issues des phénomènes d'écoulements gravitaires au niveau des pentes continentales. Le " *fan-Eby* " présente le même faciès que les séries sédimentaires décrites par [17] sur les séquences et unités sédimentaires du glaciaire rhodanien (Méditerranée occidentale). Cette description est également similaire à celle faite par [18] lors de ses travaux sur la mise en évidence et le rôle des mouvements gravitaires dans la révolution de la marge continentale du Golfe

du Lion et de la Provence occidentale. Ce faciès semi-transparent se rencontre aussi, dans les séries sédimentaires récentes, peu compactées, vaseuses et homogènes, caractéristiques des levées des zones distales des « *deep sea fans* » ou des deltas sous-marins profonds. A l'extrémité-Est du "fan-Eby", les réflecteurs sont discontinus d'amplitudes variables, souvent enchevêtrés et hyperboliques avec une fréquence élevée. Cette configuration traduit une sédimentation hétérogène et grossière très fréquemment liée à des remplissages de chenaux; on peut aussi rencontrer ce faciès au niveau des éventails sédimentaires sous-marins où cette configuration présente souvent une forme en pagode [11].

IV-2. Mécanisme de mise en place des corps sédimentaires

L'Albien est marqué par d'importantes fractures à faible rejet, orientées dans plusieurs directions NW-SE à NE-SW et représente un ensemble sédimentaire intensément déformé par ces fractures qui ont perturbées la sédimentation dans le temps et dans l'espace. Les failles à l'Albien sont à l'origine des dépressions constituant les dépo-centres rencontrés dans la séquence II (cf. **Figure 3 et 4**). Ces failles générées par le mécanisme de *rifting*, origine des dépressions, correspondent sans doute, à des sillons ou zones d'effondrement qui sont mis en place par les rejeux tardifs des fractures anciennes provenant du socle cristallin. Parmi ces zones d'effondrement, se trouvent les chenaux 1 et 2 qui sont engendrés par la tectonique locale créant ainsi des dépressions qui ont été comblées après par des dépôts issus du transit sédimentaire de l'embryon le canyon du "Trou Sans Fond". En effet, la marge-Est de la Côte d'Ivoire (zone d'étude) est marquée par un trait morphologique, important, le canyon du "Trou Sans Fond", situé au droit du méridien - 4°00. Ce chenal allongé constitue un canal qui a servi de transit sédimentaire depuis la côte jusqu'au large, comme le pensait déjà [5, 6]. Des études [5, 6] ont montré l'existence d'un courant marin appelé « courant de guinée » créant une dérive sédimentaire W-E. Les sédiments en provenance du continent et déposés dans l'océan sont ensuite transportés par ce courant de guinée de l'Ouest vers l'Est jusqu'à l'embryon du canyon du TSF, où ils sont convoyés vers le large pour se déposer avec la faiblesse du courant marin et former les corps sédimentaires identifiés dans ce travail. La séquence II (**Figure 5**) présente un intérêt particulier en raison des récentes découvertes pétrolières de grande envergure dans le golfe de Guinée et notamment dans le bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire. Ces récentes découvertes sont situées dans des cônes et chenaux turbiditiques. Des systèmes turbiditiques similaires et du même âge sont observés dans la zone d'étude. La présence d'ensemble de réflecteurs à forte amplitude qui buttent en « *onlap* » sur la surface érosive de l'horizon 1, indique le début d'une transgression marine importante dans le bassin de Côte d'Ivoire

au cours de l'Albien supérieur au Cénomanién inférieur. Cette avancée marine a permis le comblement sédimentaire des dépressions créées par la tectonique albiénne. Les faciès sismiques particuliers décrits sur les profils sismiques étudiés témoignent de l'existence des dépôts turbiditiques dans le chenal 1et 2, la lentille et le *fan* « Eby », corroborant ainsi les travaux de [8] sur l'évaluation pétrolière du bassin ivoirien. La transgression Cénomaniénne a donc favorisé le dépôt de grandes épaisseurs sédimentaires dominées par des grès, avec des argiles et quelques carbonates dans la partie centrale et occidentale de la marge d'Abidjan [8]. Le Cénomanién est considéré comme un réservoir de meilleure qualité que l'Albien, mais avec une répartition irrégulière du fait du remplissage hérité des paléostructures albiennes. Dans la série sédimentaire post-rift, la tectonique est moins active, ce qui explique la présence de nombreux pièges stratigraphiques dans les séries basales du Crétacé Supérieur. Les prospectifs pétroliers post-rifts sont donc plus subtils et comprennent des grès piégés stratigraphiquement dans des unités généralement plus argileuses. L'intervalle Cénomanién-Turonien correspond à une période d'instabilité soulignée par des fluctuations eustatiques qui ont dû, peut-être, favoriser la mise en place de la lentille et du *fan* « Eby ». Cet intervalle correspond aux zones intéressantes, nouvellement détectées dans l'*offshore* profond, avec la présence de systèmes turbiditiques dans les régions centrale et occidentale de la zone d'étude. Ces corps sédimentaires sont aussi visibles dans la zone orientale de la marge d'Abidjan et sont comparables, stratigraphiquement à ceux du Ghana [8]. De bonnes opportunités existent donc dans le bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire et la poursuite des travaux sur les pièges stratigraphiques doit être encouragée.

V - CONCLUSION

L'interprétation d'environ 4000 km de profils sismiques calibrés avec les données géologiques a permis de mettre en évidence quatre (04) grands corps sédimentaires de taille variable. Ces dépôts turbiditiques sont, pour la plus part orientés N-S et NE-SW avec une épaisseur maximale de remplissage sédimentaire évaluée à 0,650 std. Le faciès sismique des corps sédimentaires étudiés montre généralement, une configuration parallèle à subparallèle. Il faut signaler que, par endroits, le faciès est transparent, présentant quelques réflecteurs peu continus et frustes. Ces dépôts turbiditiques sont des structures sédimentaires qui contiennent d'importants volumes sableux, ce qui laisse supposer l'existence de futurs réservoirs d'hydrocarbures. Ces dépôts sableux importants constitueraient des réservoirs de très bonne qualité, comme dans certains puits (Buffalo-1X, Indépendance 1X, Orca- 1X, etc...), déjà rencontrés dans la zone d'étude. Une étude plus approfondie permettra de mieux les caractériser afin de permettre une bonne prédiction relative à leur occurrence pétrolière dans le bassin sédimentaire ivoirien.

RÉFÉRENCES

- [1] - S. ZARAGOSI, Les systèmes turbiditiques profonds de la marge celtique armoricaine (Golfe de Gascogne): physiographie et évolution au cours des derniers 30 000 ans. Thèse Univ. Bordeaux I (2001) 295p.
- [2] - J. BOURGET, Les systèmes turbiditiques du golfe d'Oman et de la marge est-africaine : architecture, évolution des apports au quaternaire terminal, et impact de la distribution sédimentaire sur les propriétés géoacoustiques des fonds. Thèse Univ. Bordeaux I (2009) 404p.
- [3] - H. POUDEROUX, Sédimentation gravitaire et paléosismicité d'une marge active : Exemple de la marge en subduction Hikurangi en Nouvelle-Zélande Thèse. Univ de Rennes 1, France (2011) 354p.
- [4] - E. BLAREZ, La marge continentale de Côte d'Ivoire-Ghana. Structure et évolution d'une marge continentale transformante. Thèse Univ. P. M. Curie (1986) 188 p.
- [5] - B. C. SOMBO, Étude de l'évolution structurale et sismo-stratigraphique du bassin sédimentaire offshore de Côte d'Ivoire, marge passive entaillée d'un canyon. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ d'Abidjan, Côte d'Ivoire (2002) 304p.
- [6] - L. N KOUAME, Marge continentale de Côte d'Ivoire: Etude tectono-stratigraphique et des vitesses de propagation des ondes sismiques. Thèse de Doctorat. Univ d'Abidjan, Côte d'Ivoire (2012) 217p.
- [7] - J. P TASTET, Environnements sédimentaires et structuraux quaternaires du littoral du Golfe de Guinée (Côte d'Ivoire, Togo et Bénin). Thèse Doctorat d'Etat, Bordeaux I, n° 621 (1979) 175 p.
- [8] - BEICIP et PETROCI, Côte d'Ivoire Petroleum Evaluation, rapport interne, Ministère des Mines, Abidjan, Côte d'Ivoire (2010) 105p.
- [9] - BEICIP et PETROCI, Côte d'Ivoire Petroleum Evaluation, rapport interne, Ministère des Mines, Abidjan, Côte d'Ivoire (1990) 99p.
- [10] - A. MIHOUBI, P. SCHNURLE, Z. BENAÏSSA, M. BADSI, R. BRACÈNE, H. DJELIT, L. GELI, F. SAGE, A. AGOUDJIL, F. KLINGELHOEFER, Seismic imaging of the eastern Algerian margin off Jijel: Integrating wide-angle 10 seismic modelling and multi-channel seismic pre-stack depth migration. *Geophysical Journal International*, 198 (2014) 1486–1503.
- [11] - H. GOT, C. BOUVE, L. MIRABILE, L'analyse lithosismique, une méthode de la sédimentologie, Sismique haute-résolution Faciès acoustiques Carottages Sédimentologie Corrélations, *Oceanol. Acta*, 1987, Vol. 10, N° 1 (1987) 1-13
- [12] - ARAB MOHAMED, Analyse des systèmes pétroliers de l'offshore Algérien oriental : quantification, modélisation stratigraphique et thermique. Thèse de Doctorat. Univ de Bretagne Occidentale, France (2016) 304p.
- [13] - P. R. VAIL, JR. MITCHUM and S. THOMPSON, Seismic stratigraphy and global changes of sea level, Part 3: Relative changes of sea level from coastal onlap. *AAPG Mem.* 26 (1977) 63-81.

- [14] - C. RAVENNE, EL SEBAI et AL AZZAWI, Application de la technique de stratigraphie sismique à l'étude d'une séquence d'une plate-forme carbonatée. Publ. IFP, Ref. 27701 (1980)
- [15] - J. LOFI, J. DÉVERCHÈRE, V. GAULIER, C. GORINI, H. GILLET, P. GUENNOG, L. LONCKE, A. MAILLARD, F. SAGE & I. THINON, Seismic atlas of the « Messinian salinity crisis » markers in the Mediterranean and Black seas. Mém. Soc. Géol. Fr., 179 and CCGM, 72 (2011)
- [16] - N. A ANSTEY, Sismique pour géologue, traduit par Leehardt O. Erg. Boston, IHRDC, (1986) 190 p.
- [17] - Y. MEAR, Séquences et unités sédimentaires du glaciaire rhodanien (Méditerranée occidentale), Thèse Doct. 3^è cycle, Univ. Perpignan, France (1984) 214 p.
- [18] - V. COUTELLIER, Mise en évidence et rôle des mouvements gravitaires dans l'évolution de la marge continentale : exemple des marges du Golfe du Lion et de la Provence occidentale, Thèse Doct. 3^e cycle, Univ. P.M. Curie, Paris (1985) 189 p.