

## **Analyse spatiale des anomalies gravimétriques du bassin sédimentaire de la cuvette centrale congolaise et contribution à la modélisation de son système pétrolier**

### **[ Spatial analysis of gravity anomalies in the Congolese sedimentary central basin and contribution to the modeling of his petroleum system ]**

*Franck Tondozi Keto<sup>1</sup>, Joseph Ntibahanana Munezero<sup>1</sup>, Muyer Muyam<sup>2</sup>, Bakamubia Kanyinda<sup>3</sup>, Manzuma Mpukuta<sup>3</sup>, Dieudonné Wafula Mifundu<sup>1</sup>, and Mukandila Ngalula<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Département des sciences / Département d'exploration et production, Université de Kinshasa, RD Congo

<sup>2</sup>Institut de bâtiment et de travaux publics, Kinshasa, RD Congo

<sup>3</sup>Centre de Recherche en Géophysique, Kinshasa, RD Congo

---

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** The exploration of the Central sedimentary basin in Democratic Republic of Congo, focused on geological, geochemical and geophysical studies, as well as well drilling, started early in nineteen fifty with several foreign organizations including the Belgian firm REMINA. Coupled with field work carried out by the Congolese national oil company, this work resulted in the confirmation of the surface index at several sites, as well as the recognition of the potential mother rocks, reservoir rocks and cover rocks. In this work we contribute to the development of a geological model of the petroleum system of this sedimentary basin based on the interpretation of Bouguer anomalies. After analysis the results are represented in the form of maps. Apart from the surface index, mother rocks, reservoir rocks and cover rocks already confirmed in this area, these results have enabled the identification of places with large sediment thicknesses or central deposits and areas likely to trap hydrocarbons in this basin. Our model of this sedimentary basin allows to locate the maturation zones of the mother rocks, gives an idea of the direction of hydrocarbon migration, help identification and the location of the probable geological structures favourable to the accumulation of oil in this area.

**KEYWORDS:** deposit-centers, bed rocks, index of surface, traps with oil, model.

**RÉSUMÉ:** L'exploration du bassin sédimentaire de la cuvette centrale (en RD Congo) axée sur les études géologiques, géophysiques, géochimiques ainsi que les forages des puits a commencé vers les années cinquante avec plusieurs organismes étrangers dont la firme Belge REMINA. Couplées aux travaux de terrain réalisés par le secrétariat général aux hydrocarbures et la compagnie nationale congolaise des hydrocarbures, ces études ont amené à la confirmation des indices de surface sur plusieurs sites et à la reconnaissance des roches mères, réservoirs et couvertures potentielles. Dans ce travail, nous apportons notre contribution à l'élaboration d'un modèle du système pétrolier de ce bassin sédimentaire à partir de l'interprétation des anomalies de Bouguer. Les résultats ainsi trouvés sont représentés sous forme cartographique et, à côté des indices de surface, roches mères, réservoirs et roches couvertures déjà confirmées dans ce secteur, ces études ont permis d'identifier les endroits ayant des larges épaisseurs de sédiments ou les dépôts-centres, et les aires potentielles susceptibles de piéger des hydrocarbures dans ce bassin. Notre modèle permet par conséquent de localiser les zones de maturation des roches mères, donne une idée du sens de migration des hydrocarbures qui y seront générés, identifie et situe les probables structures géologiques susceptibles d'être les potentiels pièges à pétrole.

**MOTS-CLEFS:** dépôts-centres, roches mères, indice de surface, pièges à pétrole, modèle.

## **1 INTRODUCTION**

Lors de la prospection pétrolière, les géologues et les géophysiciens travaillent d'habitude à l'échelle d'un bassin sédimentaire. Ils cherchent à mettre en évidence un système pétrolier afin de maximiser les chances de rencontrer une accumulation d'hydrocarbures dans un endroit précis du sous-sol (Total, 2007 [1]). On connaît aujourd'hui que la cuvette centrale a subi une extension au protérozoïque supérieur et elle a été réactivée au mésozoïque (Karroo), par la dynamique d'étirement. Pendant cette période, il s'est développé au niveau du craton du Congo des accidents tectoniques qui ont conduit aux failles avec des blocs basculés aboutissant à la présence de plusieurs horsts et grabens. Un nouveau rejet s'est produit au jurassique supérieur. C'est au cours de ce mouvement qu'est située la période de dépôt des schistes bitumineux de l'étage de Kisangani. On signale un autre rejet qui s'est effectué au crétacé en relation avec le système des fossés entraînant la rupture du craton du Congo et l'ouverture de l'atlantique Sud. C'est durant cette période que se sont déposées les couches bitumineuses de Kipala (Kadima et al., 2011[2]).

Il en résulte que le craton du Congo a enregistré les effets d'au moins trois épisodes orogéniques centrés sur les ceintures qui l'entourent dont le Kibarien, le Panafricain et l'Hercynien. A la superposition de ces cycles, résultent deux familles d'accidents préexistants dans le substratum qui sont (Cellule Technique Pétrolière/Pétrozaïre, 1987) [3]:

- Une famille d'accidents d'orientation perpendiculaire à la direction d'étirement, disposée en failles normales et contrôlant une tectonique des blocs basculés lors de l'épisode Panafricain et entraînant la genèse des fossés d'effondrement de profils asymétriques ;
- Une famille d'accidents d'orientation parallèle à la même direction (étirement) survenue lors de l'épisode Hercynienne définissant des zones de transfert qui peuvent être soit en translation, soit en transgression.
- Dans le premier cas, le jeu de ces accidents décrochant contrôle la genèse des fossés. Dans le deuxième cas, le jeu d'accidents a entraîné la genèse d'anticlinorium de transfert. La sédimentation reflète l'évolution structurale dont le remplissage sédimentaire peut atteindre 12 km.

La stratigraphie de la cuvette centrale montre à la base des grès polymorphes et des sables ocres d'origine fluviale et éolienne d'âge cénozoïque. Le paléozoïque supérieur comprend les formations du carbonifère et du permien. Du protérozoïque supérieur au paléozoïque (dévonien), trois groupes ont été identifiés (SGH et COHYDRO, 2003) [4]:

- Le groupe d'âge protérozoïque, constitué des sédiments marins marginaux lagunaires.
- Le groupe d'âge cambrien, présentant des dépôts d'origine alluviale (arkoses de Bobwamboli) et des schistes de Mamungi et de Kolé de faciès deltaïque.
- Le groupe d'âge ordovicien, silurien et dévonien contenant les quartzites de Galamboge (dunes marines), les schistes d'Alolo (fluviales) et arkoses de Banalia (deltaïque).

L'objectif principal que poursuit le présent travail est de produire un modèle géologique du système pétrolier de la zone d'étude partant de l'interprétation des anomalies de Bouguer. En d'autres mots ; élaborer une carte sur laquelle figurent les principaux éléments géologiques cités ci-haut, en corrélation avec le système pétrolier du bassin sédimentaire de la cuvette centrale.

## **2 MATERIEL ET METHODE**

### **2.1 MATERIEL**

Pour réaliser ce travail, nous avons utilisé un ordinateur avec des logiciels permettant les opérations d'analyse, de traitement, de visualisation 2D et 3D, de tracés des profils et de modélisation des données dont : OriginPro, Golden Surfer, Geosoft Oasis\_montaj et ArcGIS.

### **2.2 METHODE**

La gravimétrie est l'une de méthodes de prospection géophysique. Elle permet d'étudier le sous-sol par l'analyse des variations du champ de pesanteur. Les variations spatiales du champ de pesanteur reflètent le contraste de densité des roches dans la croûte terrestre. Par conséquent, La gravimétrie permet de sonder à distance les corps intéressants le prospecteur (M. Cara, 1989 [5]). Comme toute campagne de prospection géophysique, une campagne gravimétrique comprend généralement

trois étapes : l'acquisition des données qui se fait par l'exécution des levés avec un gravimètre, le traitement des données et l'interprétation des données (Lavergne, 1986 [6]).

### **2.2.1 ACQUISITION DES DONNEES**

A l'aide d'un gravimètre, on exécute des levés gravimétriques à différentes échelles caractéristiques de la phase de l'exploration, soit : à grande échelle pour une reconnaissance générale ; soit à petite échelle pour une reconnaissance détaillée. C'est l'aire de couverture du levé gravimétrique et la densité des mesures enregistrées qui déterminent l'échelle du levé. Avec des levés régionaux, la gravimétrie utilise des échelles de 1/1000 000 à 1/2000 000. Pour le tracé des cartes à ces échelles, la distance entre les points d'observation doit être de 2 à 4 Km.

Les levés gravimétriques détaillés s'effectuent aux échelles de 1/100 000 à 1/25 000 avec une densité plus resserrée des points d'observation (I. Abrikossov et I. Goutman, 1982 [7]). Pour ce qui est des données recueillies lors de l'exécution d'un levé gravimétrique, il faut noter pour chaque lecture les éléments suivants:

- Le numéro de référence (levé régional) ou le numéro de la ligne et de la station (levé détaillé) ;
- La date et l'heure de la lecture ;
- L'altitude de la station ;
- La hauteur du gravimètre au-dessus du sol ;
- La topographie environnante, si elle est accidentée pour ce faire on utilise un inclinomètre ;
- Pour un lever détaillé, on mesure les pentes jusqu'à une distance d'environ 100 m ;
- La profondeur de l'eau si le levé est effectué sur un lac ou un cours d'eau ;
- Tous les renseignements pertinents (position des affleurements, coupes des terrains etc.).

En outre, il y a lieu de noter que plusieurs facteurs dont la position de la lune et du soleil, les marées, la dérive de l'appareil, la forme de la terre (latitude et l'altitude), la topographie et le milieu environnant (les constructions, par exemple), influencent la mesure de l'accélération de pesanteur (g), c'est pourquoi ces effets doivent être retirés pour que l'anomalie mesurée corresponde à la variation de la densité des corps géologiques enfouis dans le sous-sol.

Les corrections des mesures consistent donc, à ramener les mesures en un point situé sur une surface plane d'altitude constante et débarrassée de la force centrifuge, à cause de la rotation de la terre et de l'attraction des corps célestes autres que la terre (lune-soleil) ; ce qui implique des corrections luni-solaires, de latitude, d'altitude et de topographie. Une fois que ces corrections sont appliquées, on obtient des valeurs de base appelées valeurs de Bouguer (G. Henry, 1994 [8]).

### **2.2.2 TRAITEMENT DES MESURES**

Bien sûr, quoique les valeurs de l'anomalie de Bouguer reflètent la variation des densités des corps enfouis dans le sous-sol, il y a cependant lieu de signaler qu'il existe d'autres signaux non désirés mais, qui sont mesurés et enregistrés au même moment que la densité des corps géologiques. Ces signaux sont appelés des bruits de fond. C'est le cas des vibrations du sol causées par le mouvement des arbres dans le vent, des signaux provenant des erreurs d'exécution ou de correction des mesures, etc.

Le traitement des données gravimétriques a pour but d'accroître la résolution des levés en dissociant les effets du bruit de fond des ceux qui sont uniquement dus à la variation de la densité dans le sous-sol. On reconnaît le bruit de fond sur les profils des mesures par des sauts ou des variations subites et aléatoires (Fig.1).

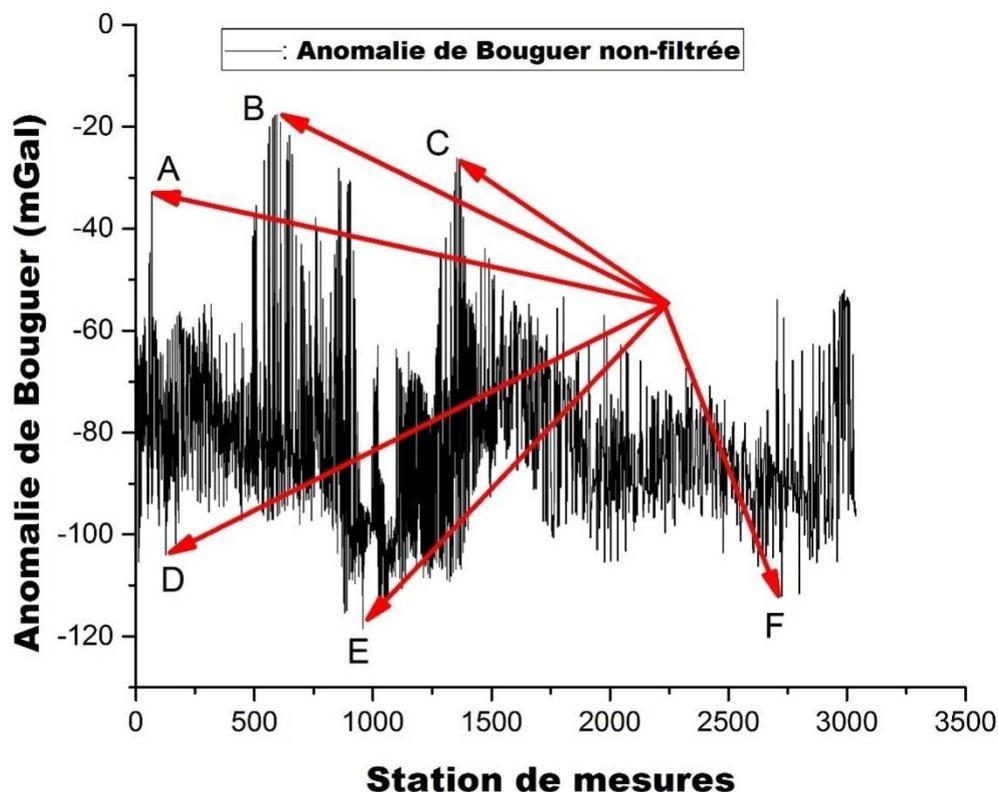


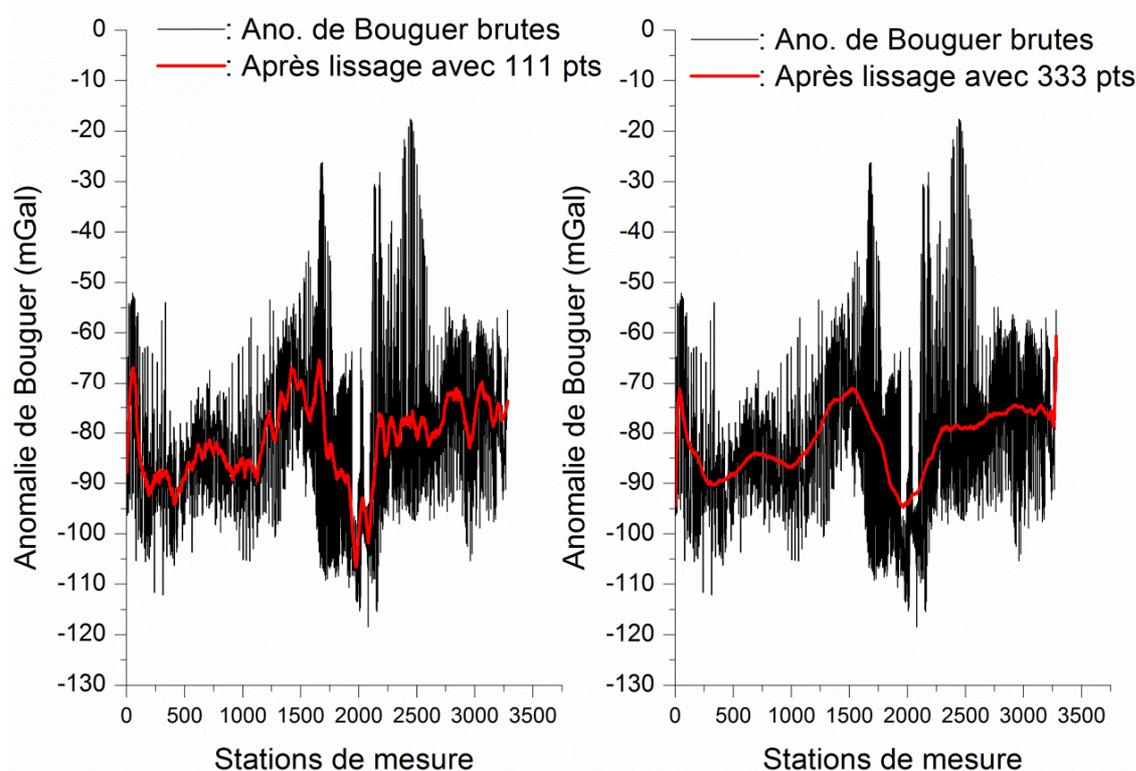
Fig.1 : Les points (A, B, C, D, E et F) traduisant des irrégularités dans l'anomalie de Bouguer non-filtrée et indiquent la présence du bruit de fond

Il apparaît de façon évidente que le traitement des mesures nous permet de ne retenir que le seul signal d'origine géologique dont la gravimétrie est sensible, à savoir ; la manifestation de la densité des masses rocheuses enfouies dans le sous-sol (Allard et Bois, 1999 [9]). Cependant, il y a deux grandes familles principales de traitement des données : les techniques de convolution et les techniques basées sur l'analyse de Fourier. Dans ce travail nous avons utilisé les techniques de convolution car elles permettent d'appliquer sur les données un traitement direct en utilisant une opération mathématique simple « la convolution ».

La convolution est une opération mathématique qui s'applique aussi très bien aux données couvrant une surface comme il en est le cas dans ce travail que sur une série des mesures prises uniformément le long d'un profil. Elle consiste à :

- Définir une fonction mobile que l'on appelle aussi un opérateur, selon le besoin du traitement : cette fonction mobile doit comporter, le long d'un profil en général 3, 5, ou 7 termes dont la somme doit égaler 1 pour conserver le même ordre de grandeur entre les mesures brutes et les mesures traitées ;
- Placer le centre de la fonction mobile vis-à-vis d'une première mesure, puis multiplier station par station les termes de la fonction par les mesures correspondantes et additionner le tout. Le résultat donne une valeur traitée à la station centrale qui se trouve en face du centre de la fonction mobile. Enfin ;
- Déplacer la fonction mobile à la station suivante et, on refait le calcul ainsi de suite.

Les techniques de traitement des données gravimétriques accomplissent en général l'une ou l'autre des opérations suivantes, en conformité avec le but du traitement : Le filtrage et l'atténuation du bruit de fond ; la séparation régionale-résiduelle et le rehaussement des anomalies superficielles de faible longueur d'onde et de faible amplitude [9]. Ainsi pour traiter les données gravimétriques relatives à notre zone d'étude, nous nous sommes servi des logiciels Surfer et OriginPro en vue de filtrer le bruit de fond et faire la séparation régionale-résiduelle. Après avoir enlevé le bruit de fond, le profil des mesures vont présenter une allure plus lisse résultant de l'élimination des sauts aléatoires constatés sur le profil des mesures brutes (Fig.2)



**Fig.2: En rouge, ce sont les profils des mesures après élimination du bruit de fond avec 111 points et 333 points et en noir ce sont les profils des mesures brutes contenant un bruit de fond.**

Certes le bruit de fond est éliminé, mais on sait que les corps géologiques étant très souvent de dimensions variables et rapprochés les uns des autres, les anomalies engendrées sont souvent superposés de manière que l'anomalie de Bouguer même séparée du bruit de fond représente la somme des anomalies de tous les corps sous la surface. Cette superposition complète ou partielle complique parfois l'identification des sources et leur interprétation, voilà pourquoi on procède à la séparation des anomalies. Ce qu'on veut en réalité, c'est élaborer la carte d'anomalies régionales d'une part et la carte d'anomalies résiduelles d'autre part.

Cette séparation consiste à isoler les anomalies de grande longueur d'onde et qui proviennent de grandes profondeurs (exemple : variations du socle), des anomalies de faible longueur d'onde qu'elles masquent souvent et qui sont causées en général par des corps géologiques relativement petits provenant des profondeurs moyennes (exemple : dôme de sel à l'intérieur d'une colonne sédimentaire).

Ainsi, la séparation des anomalies a consisté au lissage des contours d'isoanomalies pour enlever les signaux de surface et ne retenir que ceux de profondeur (régionale) en utilisant le filtre passe bas avec 9 passes. Cette opération se fait directement sur les valeurs interpolées et obtenues par maillage grâce au logiciel Surfer dont nous sommes servis. Les résultats obtenus après traitement ont été présentés sous forme des cartes et des profils.

La cartographie des résultats consiste donc à transcrire les données sur un plan, à l'endroit où on les a recueillies en vue de rendre discernable d'un seul coup d'œil, les subtilités de ces données. On distingue à cet effet ; les cartes des contours d'isoanomalies, les cartes en couleurs et à relief ombré ainsi que des perspectives 3D.

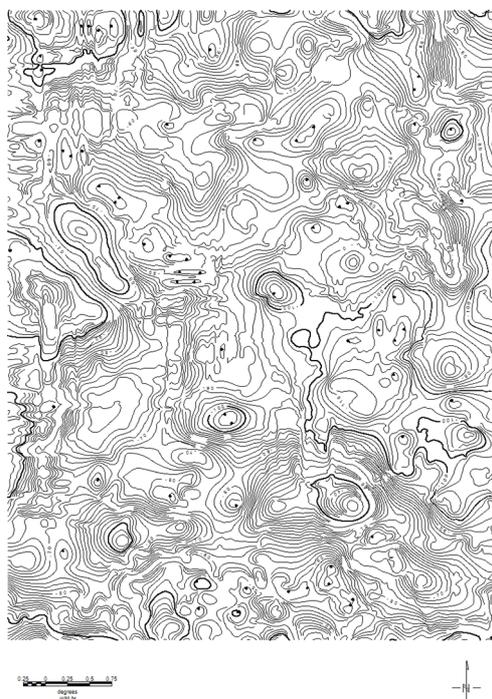
Les cartes gravimétriques issues d'un levé quelconque sont ainsi établies à des échelles et à des précisions variées. Généralement les levés sont exécutés à 0,5 mGal près avec un réseau assez resserré des points d'observation (1 - 2 km) et le tracé des cartes caractéristiques au 1/200 000 à section de 1-2 mGal. Lors de la reconnaissance des gisements de pétrole et de gaz, ces cartes comme celles établies à l'échelle plus petite (1/500 000 et 1/100 000) sont utilisées principalement pour l'étude de l'architecture régionale profonde et la distinction des régions sur terre et en mer susceptibles de cacher des pièges à hydrocarbure. Ces cartes servent aux pronostiques des structures locales raisonnablement supposées et donnent des perspectives en pétrole et gaz (Milntchouk et Arabadji, 1986 [10]).

### ○ Carte des contours d'isoanomalies

Les contours d'isoanomalies sont les courbes de niveau de même intensité d'anomalie comme il en est le cas pour une carte topographique « qui est une carte d'anomalies d'altitude par rapport à la surface d'altitude zéro ». Les courbes de niveau de cette carte sont aussi les isoanomaes (topographiques). Elles relient les valeurs d'anomalies d'égale intensité d'une surface déterminée par maillage. A l'aide du logiciel Surfer, l'ordinateur nous a permis de dessiner ces contours avec rapidité. Surfer interpole les données graphiquement et choisit un intervalle de contour approprié.

Retenons que les niveaux des contours d'iso-anomalies sont choisis à intervalle régulier et qu'en général, on choisit l'intervalle de relief de façon à montrer de cinq à dix niveaux de contours sur toute la carte. Comme il en est le cas pour notre zone d'étude, les levés de faible relief, où la différence entre la valeur la plus haute et la plus basse n'est que de 50 à 100 unités, nécessitent un intervalle de contours de 10 ou 20 unités.

Peu importe l'intervalle choisi, on conseille qu'à toutes les 5 contours d'isoanomalie, le tracé de la courbe soit plus épais que les autres. La valeur de chaque courbe doit aussi être inscrite sur celle-ci, à intervalle raisonnable, pour permettre à l'utilisateur de visualiser la carte plus rapidement, (Fig.3).



**Fig.3 : La carte des contours d'isoanomalies**

### ○ Carte en couleurs et à relief ombré

Les cartes en couleurs permettent de visualiser rapidement les variations dans les données. La technique consiste à assigner une couleur à chacun des pixels de l'image en fonction de son intensité, sachant que cette couleur traduit aussi l'intensité de l'anomalie. Trois facteurs doivent être pris en considération lors de cette assignation : le choix, le nombre et la répartition des couleurs. Le choix des couleurs est individuel et cependant, la carte ci-dessous (Fig.4) a été coloriée à l'aide de la palette de couleurs choisit en utilisant le logiciel Geosoft Oasis\_montaj.

Les couleurs violacées et rouges sont assignées aux endroits ayant des valeurs d'anomalies de Bouguer très élevées et la couleur bleue aux endroits de basses valeurs d'anomalies de Bouguer. Les régions des valeurs d'anomalies de Bouguer moyennes sont représentées par les couleurs jaune et verte. Pour ce qui est de la répartition de ces couleurs, nous avons choisi une répartition à aires égales ; c'est-à-dire que chacune des couleurs occupe la surface de même intensité sur l'image(Fig.4).

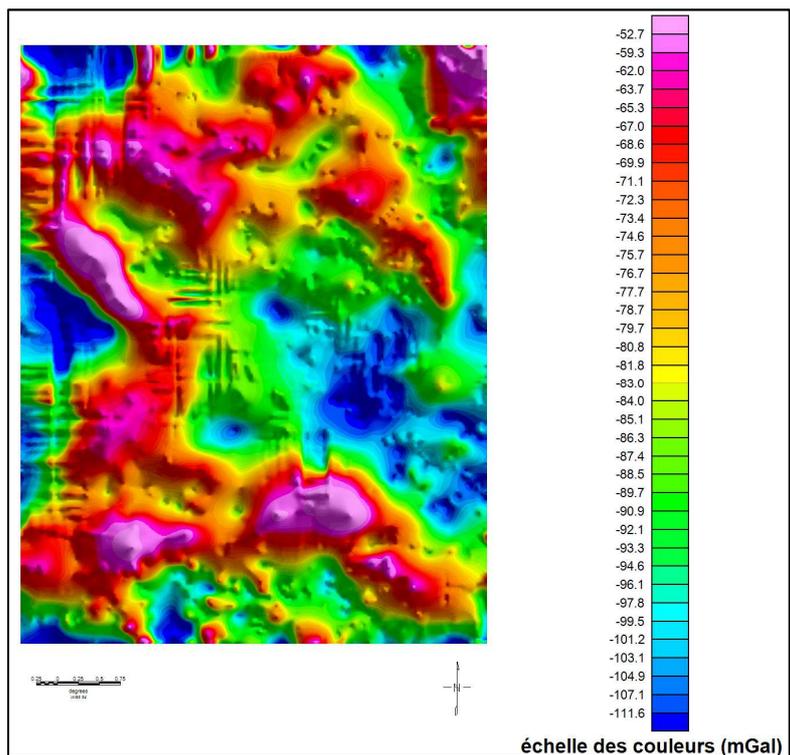


Fig.4: Carte en couleurs et à relief ombré

○ Perspective tridimensionnelle

L'effet visuel de la perspective tridimensionnelle (Fig.5) ressemble à celui que créerai un filet que l'on poserait sur la surface numérique produite par maillage. En choisissant les angles de vue horizontale et verticale, on peut voir d'un seul coup d'œil les aptitudes relatives et les formes des anomalies. Ce type de présentation a cependant le désavantage de rendre difficile la localisation géographique des anomalies. On l'utilise donc comme complément des autres formes de représentation.

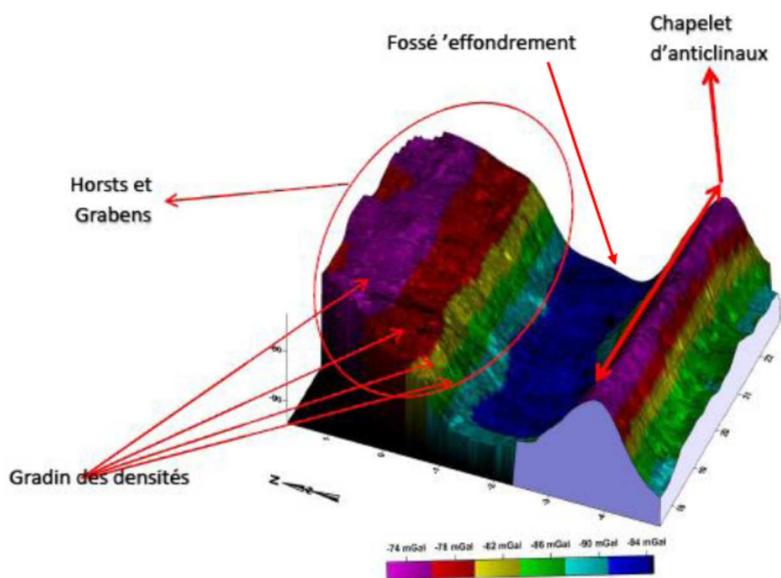
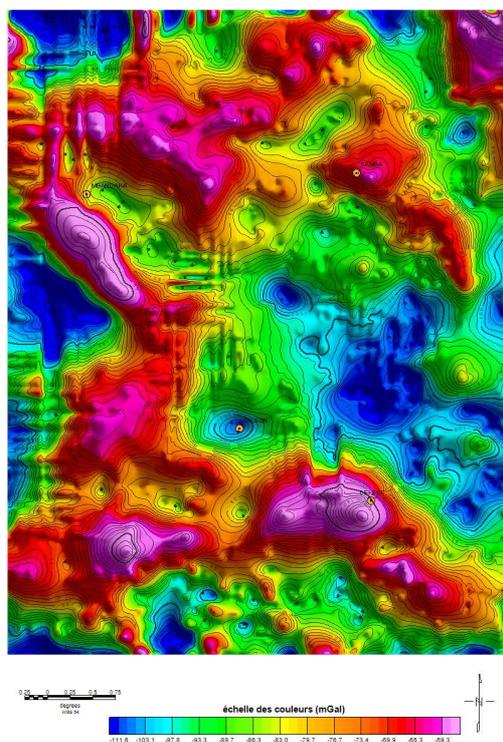


Fig.5: Perspective 3D des anomalies de Bouguer

### ○ Carte composite

Pour créer les cartes composites, on superpose en général deux formes de présentation de mêmes données sur la même carte. Par exemple ; les cartes en couleurs se superposent avantageusement avec les cartes en couleurs et à relief ombré et la carte des contours d'isoanomalies. Les qualités de ces deux présentations s'additionnent pour améliorer l'étude et l'interprétation des données. La carte ci-après (Fig.6) illustre parfaitement les avantages de cette représentation. On peut également y représenter des données de nature différente comme les indices de surface, les puits de forage etc.



**Fig.6: Carte composite des anomalies de Bouguer**

### 2.2.3 INTERPRETATION DES RESULTATS

En géophysique appliquée, les résultats de la gravimétrie permettent de tracer les contours des corps géologiques souterrains au simple trait. Souvent, des modèles géométriques simples ayant une réponse analytique connue donnent un résultat satisfaisant. Si la géométrie de ces corps est trop complexe, la modélisation numérique vient en renfort (Giroux et Chouteau, 2008 [11]).

Cependant, la solution des problèmes d'exploration de pétrole et de gaz sur base des données gravimétriques, y compris la mise en évidence des structures géologiques (tectoniques et/ou sédimentaires) susceptibles d'être des pièges se ramène à un exercice minutieux d'observation analytique des cartes gravimétriques élaborées [10]. L'identification des anomalies est la première chose qu'on fait dans l'interprétation des cartes gravimétriques. Ainsi, le but de l'interprétation des anomalies de pesanteur est de trouver la distribution des sources (contrastes de densités et géométries des sources) qui créent les anomalies observées en surface. Ainsi les anomalies gravimétriques sont classifiées:

- En fonction de leurs intensités, on distingue habituellement des anomalies maximales (lourdes) et des anomalies minimales (légères),
- En fonction de leurs formes, il est possible de déterminer deux classes d'anomalies, dont les anomalies linéaires et les anomalies circulaires.

On distingue également des zones de resserrement des contours d'isoanomalies constituant des zones de gradient de pesanteur plus élevé ou des gradins gravimétriques. On a également des anomalies de dimensions énormes, s'étendant sur des dizaines de milliers de kilomètres carrés dont l'intensité est quelque fois très importante : d'ordre allant des dizaines à des

centaines de milliGals (anomalies régionales). En interprétant les cartes gravimétriques dans le but d'exploration de pétrole et de gaz, on tient généralement compte des facteurs suivants :

- Un champ de gravitation anomal ne se forme sous l'influence d'un contour ou de surfaces de séparation de terrains de densités différentes que si ces derniers terrains sont constitués de corps ou d'assises suffisamment grandes comme une intrusion magmatique ou salifère.
- Une intrusion de la frontière des corps lourds, par exemple du granite, dans des assises sédimentaires crée un excès de masse et partant, un maximum de pesanteur. Ceci peut être aussi dû à un soulèvement du socle. De même, une intrusion de roches légères, par exemple des évaporites provoque un déficit de masses et donc, un minimum de pesanteur. Ceci peut traduire également un effondrement du socle ou un fossé.
- Les contacts des terrains tectoniques, magmatiques et sédimentaires aux densités différentes, autrement dit « gradins de densités », engendrent dans le champ de gravitation des zones ou des bandes de gradients de pesanteur élevés se manifestant par un resserrement d'isoanomaes.

Retenons par ailleurs que si les isoanomaes sont fermées, chacune d'elles dessinant une figure proche de la circonférence ; cette situation est caractéristique des anomalies tridimensionnelles qui indiquent un modèle géologique en dômes ou en fossés. Si les isoanomaes sont grossièrement ellipsoïdales, on a des structures synformes et/ou antifformes. Les endroits où les isoanomaes sont resserrées, en d'autres mots les zones de gradient de densité très élevé caractérisent la présence des failles.

Les hypothèses géologiques ainsi que les différentes structures de la couverture sédimentaire qui expliquent les anomalies gravimétriques observées sur les cartes et dont on doit tenir compte lors de l'interprétation de ces cartes sont résumées ci-dessous (Tab.1) et (Fig.7).

**Tableau 1: Résumé de l'interprétation gravimétrique en rapport avec la géologie régionale**

Nature d'anomalie	Hypothèses géologiques
lourde	Intrusion magmatique, présence d'un corps métamorphique ou soulèvement du socle cristallin
légère	Intrusion salifère ou présence d'un fossé d'effondrement
Forme circulaire	Dômes ou fossés
Forme ellipsoïdale	Structures synformes ou antifformes
Resserrement des contours	Les contacts des terrains tectoniques, magmatiques et sédimentaires aux densités différentes, présence des failles

Voici aussi les profils des différentes structures de la couverture sédimentaire et les anomalies locales de pesanteur engendrées par ces dernières selon Militchouk et Arabadji.

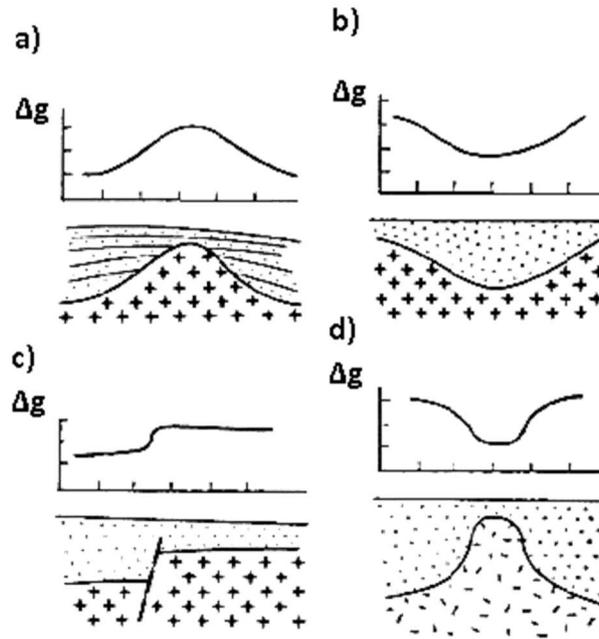


Fig.7: Anomalies de la pesanteur au-dessus des structures géologiques : a) dôme granitique ; b) dépression synclinale ; c) faille ; d) colonne de sel

En observant les cartes gravimétriques de notre secteur d'étude (Fig.8) en rapport avec ce qui précède, il y a lieu de noter :

○ **En fonction de l'intensité du champ de gravité**

Le Sud est dominé par la présence d'un chapelet d'anomalies lourdes (en couleur variant du rosâtre au rouge), le centre quant à lui ; il montre une allure moyenne avec des zones d'anomalies légères (en couleur bleu). Un dipôle gravimétrique est observé vers l'Ouest et, le Nord est dominé par des valeurs élevées de gravité.

○ **En fonction de la forme des contours d'isoanomalies**

Les anomalies circulaires qui montrent des courbes fermées sont observées vers l'Ouest, au centre et au Sud. Les isoanomalies de forme proche d'un ellipsoïde sont visibles à l'Ouest et au Sud. Des zones de resserrement des contours d'isoanomalies constituant des zones de gradient de pesanteur plus élevée ou des gradins gravimétriques sont observées à l'Ouest et au Sud-Est.

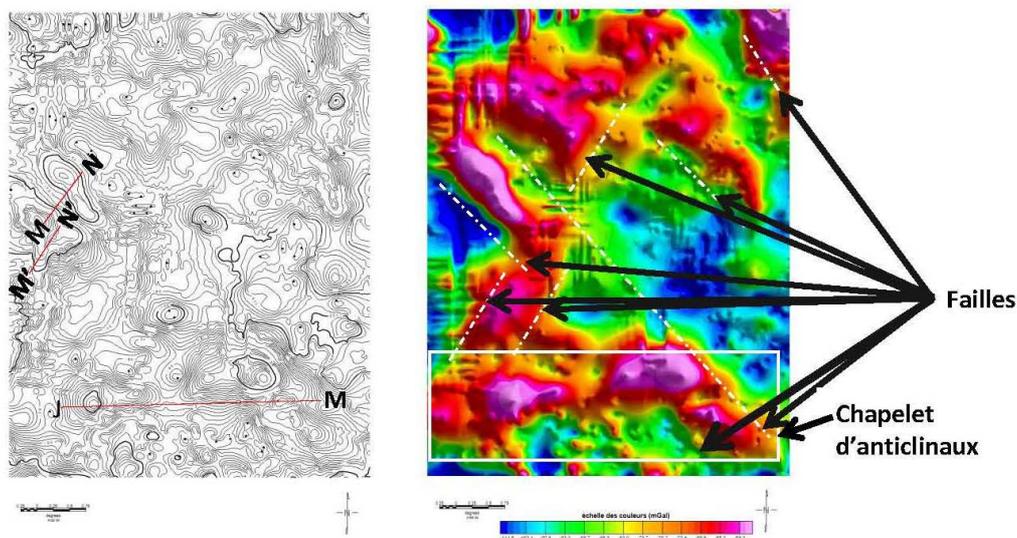
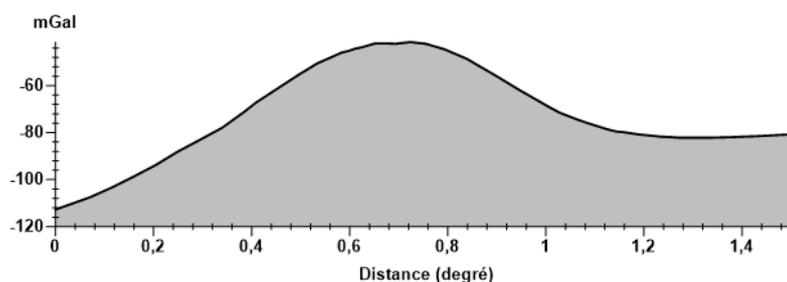


Fig.8: Interprétation des cartes gravimétriques

L'interprétation qualitative des anomalies à l'aide des profils permet en outre, d'estimer grossièrement, les dimensions et la profondeur de la source de chacune des anomalies déjà identifiées. En ce qui concerne la forme, nous venons d'identifier au sein de notre secteur d'étude des anomalies de forme linéaire qui s'allongent dans la direction Nord-Ouest/Sud-Est, circulaire et grossièrement ellipsoïdales au Sud et à l'Ouest.

Pour les anomalies linéaires, il suffit donc d'interpréter un ou plusieurs profils recoupant perpendiculairement la structure qui est une coupe s'étendant de part et d'autre de la structure. En effectuant la coupe MN (Fig.9), l'axe principale de l'anomalie maximale s'allonge en direction NW/SE sur une longueur d'environ 194 Km et sa largeur est de 111Km sur une surface de 22.644 Km<sup>2</sup>.

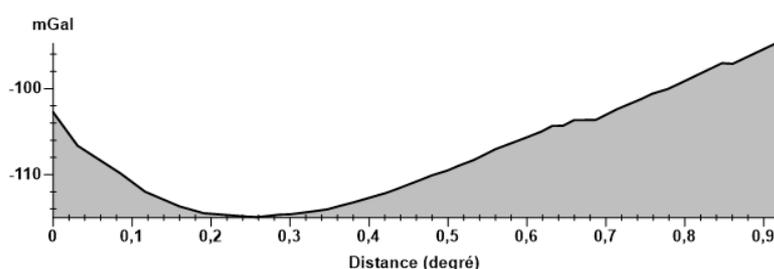


**Fig.9: Profil perpendiculaire à l'anomalie dans la zone Ouest de la cuvette centrale.**

En pratique, le sens du pendage du corps géologique produisant l'anomalie s'évalue qualitativement à partir de la dissymétrie du profil perpendiculaire à l'allongement de celle-ci. On constate que le gradient de densité est légèrement plus fort sur le flanc Nord-Est. Cette légère dissymétrie du profil indique que le sens du pendage du phénomène géologique est SW.

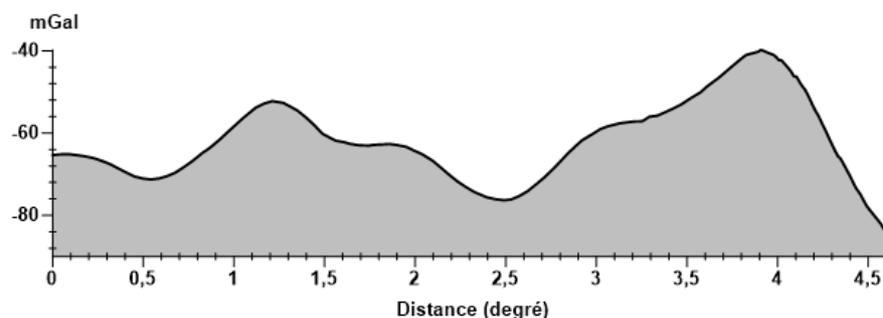
La profondeur d'enfouissement du corps géologique causant l'anomalie est assez difficile à estimer quantitativement. Cependant ; les expériences montrent que lorsque les flans d'une anomalie sont abrupts, plus la longueur d'onde est courte, moins grande est la profondeur d'enfouissement [9]. Au regard de ce qui précède, nous pouvons dire que la source de l'anomalie observée dans cette partie de notre secteur d'étude est suffisamment profonde.

De même pour l'anomalie minimale ou légère de cette même zone qui plonge sur un axe de 139 Km de longueur en direction NW/SE, sa largeur mesure plus ou moins 78 Km sur une surface de 10.738 Km<sup>2</sup>. La coupe M'N' (Fig.10.) montre un profil sur lequel on remarque une diminution rapide du gradient de densité sur le flan Nord-Est. Ceci nous permet de considérer que le sens du pendage est vers le Nord-Est.



**Fig. 10: Profil de l'anomalie légère à l'Ouest de notre secteur d'étude.**

En considérant la coupe JM de la zone Sud de notre secteur d'étude (Fig.11), il ya lieu de noter les caractéristiques suivantes : Les anomalies de cette zone ont en général des formes elliptiques. Cette coupe nous présente un profil où le gradient de densité reste plus ou moins constant sur une distance de 55,5 Km et croit de -70 mGal à -45 mGal. Ce profil montre également une diminution très rapide du gradient de densité vers la fin soit de -40 mGal à -85 mGal.



*Fig. 11: Profil des anomalies dans le Sud de notre secteur d'étude.*

En comparant celle-ci avec la figure plus haut, il y a lieu de confirmer la présence d'un anticlinorium dans ce secteur.

### 3 MODELISATION DU SYSTEME PETROLIER

Pour répondre à l'objectif principal de ce travail, l'élaboration d'un modèle géologique du système pétrolier de notre secteur d'étude (Fig.12) s'est avérée très nécessaire. Les informations que fournit ce modèle sont issues de l'interprétation gravimétrique. Nous avons utilisé le logiciel ArcGIS en vue de mettre en évidence la géologie de surface de ce secteur et les indices de surface par numérisation des cartes préexistantes. Les informations sur les aspects structuraux sont issues uniquement de l'interprétation gravimétrique.

Ainsi, la géologie de surface montre la prédominance d'un terrain d'âge crétacé vers le Sud, l'Est et le Nord-Est. Dans la partie Nord-Ouest on note l'existence d'un terrain d'âge quaternaire, on signale également le tertiaire et l'archéen.

Partant des résultats de la gravimétrie, le modèle structural montre l'existence des fossés prédominant dans le crétacé, le quaternaire et un peu dans le tertiaire ; correspondant probablement aux aires de maturation des roches mères et par conséquent, les aires où les hydrocarbures de ce secteur auraient été générés.

Ce modèle signale aussi la présence des hauts fonds (dômes) au Sud, à l'Ouest, au Nord et vers le Nord-Est. Ces dômes sont associés à des structures antiformes vers le Sud, le Nord et quelques uns à des failles qu'on trouve à l'Ouest et au Sud-Est. Ces structures seraient les principaux pièges à pétrole qu'on peut rencontrer dans ce secteur. La corrélation de ces différents éléments avec le système pétrolier nous permet de situer le sens de migration des hydrocarbures qui seraient générés au sein des différents fossés.

Cinq principales voies de migration sont à noter : la voie du Sud qui conduirait le pétrole expulsé au Sud vers le Nord ; la voie du Centre qui conduirait le pétrole expulsé au centre vers le Sud, l'Ouest et le Nord ; la voie de l'Ouest qui drainerait le pétrole expulsé à l'Ouest vers les aires de piégeages de l'Ouest et enfin la voie du Nord qui drainerait le pétrole expulsé au Nord vers les pièges situés au Nord de notre secteur d'étude.

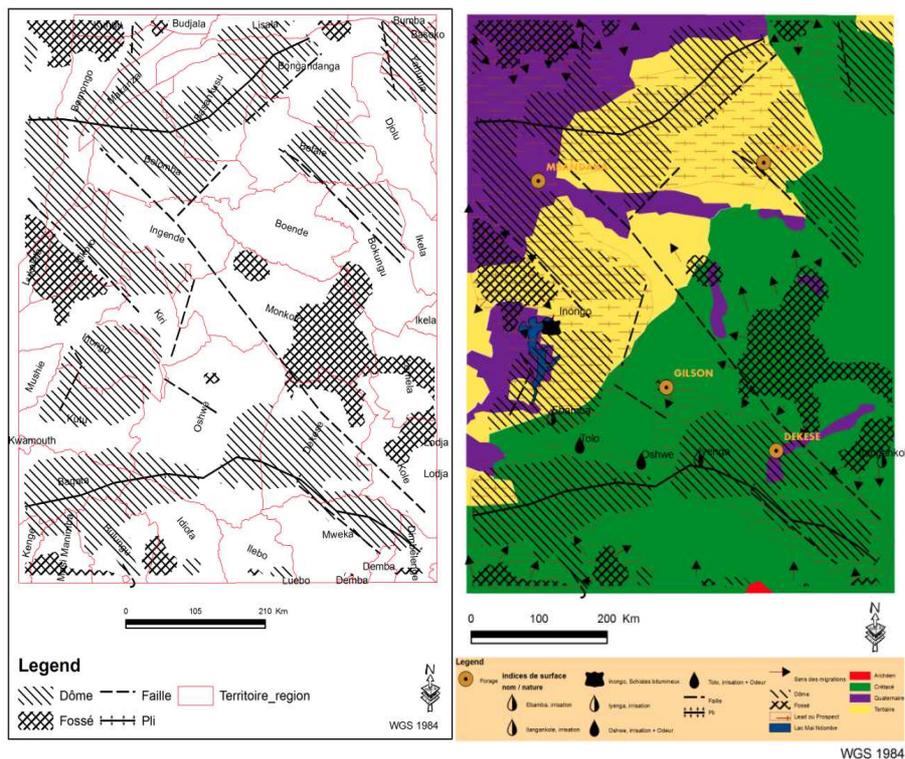


Fig.12 : modèle géologique du système pétrolier de notre secteur d'étude qui fait partie intégrante du bassin sédimentaire de la cuvette centrale congolaise.

#### 4 CONCLUSION

En guise de conclusion de ce travail et sans oublier qu'il s'agit ici d'une contribution de la gravimétrie à la modélisation géologique de ce secteur en rapport avec le système pétrolier, cette étude nous a permis d'aboutir aux résultats ci-après du point de vue Structural :

La présence des fossés d'effondrement qui sont les probables zones de maturation des roches mères et de génération des hydrocarbures :

- Au Nord vers les localités de Bomongo, Kungu, Budjala et Bongandanga ;
- Au Sud à Masi manimba, Idiofa, Bulungu et à Dimbelenge ;
- Au Centre vers Monkoto, Bokungu, Lomela et Kole ;
- A l'Ouest vers Bikoro, Inongo et Lukolela.
- La présence des dômes (hauts-fonds), probables pièges à pétrole
- Au Nord à Bolomba, Basankusu, Bongandanga et à Yahuma ;
- Au Sud vers Inongo, Kutu, Oshwe, Dekese, mweka et Dimbelenge ;
- A l'Ouest à Kiri, bikoro et à bomongo.
- La présence des failles de tendance générale Nord-Ouest/Sud-Est et Sud-Ouest/Nord-Est, probables pièges à pétrole

En outre ces éléments structuraux montrent un modèle de mise en place en Horsts et Grabens qui serait caractéristique de notre secteur d'étude, ceux-ci étant visible sur le diagramme en 3D. En plus des nombreux indices de surface que l'on rencontre dans le Sud de ce secteur, il se dégage que le pétrole serait généré dans les différents fossés précités et serait principalement piégé au sein des structures en failles de l'Ouest et du Sud-Est mais aussi dans les anticlinaux du Sud et du Nord.

En perspective d'avenir et pour une meilleure connaissance de ce bassin, nous estimons qu'en multipliant les compagnes de terrain (levé géologique, géochimique), réduisant la maille des investigations gravimétriques et magnétométriques, on parviendrait à bien localiser les endroits des nouvelles coupes sismiques, desquelles dépendrait l'emplacement des nouveaux forages qui conduiront à la mise en surface du premier baril du bassin sédimentaire de la cuvette centrale.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la Compagnie Congolaise des Hydrocarbures pour avoir mis à notre disposition les données gravimétriques et magnétiques qui étaient à leur disposition.

## REFERENCES

- [1] Total, le monde pétrolier : Support de formation, cours d'exploration et production D1040, Paris, 2007.
- [2] E. Kadima, D. Delveaux, S.N. Sebagenzi, L. Tack and S.M. Kabeya, "Structure and geological history of the Congo Basin: an integrated interpretation of gravity, magnetic and reflection seismic data," *Bassin Research*, Vol. 23, no., no. 10.1111/j.1365-2117.2011.00500.X, pp. 499-527, 2011.
- [5] M. CARA, Géophysique, Ed. Dunod, BORDAS Paris, 1989.
- [6] M. LAVERGNE, Méthodes sismiques, Ed. Technip, Paris, 1986.
- [7] I. ABRİKASSOV et I. GOUTMAN, Géologie du pétrole : Généralités, prospection et exploitation, Ed. Mir-Moscou, 1982.
- [8] G. HENRY, Géophysique des bassins sédimentaires, Ed. Technip, Paris, 1994.
- [9] M. ALLARD et D. BOIS, La géophysique appliquée à l'exploration minérale. Ed. CCDMD, Montréal, 1999.
- [10] M. LAVERGNE, Méthodes sismiques, Ed. Technip, Paris, 1986.
- [11] B. GIROUX et M. CHATEAU, Géophysique appliquée I. : Notes de cours de Gravimétrie, Ecole Polytechnique de Montréal, Laboratoire de géophysique appliquée, 2008.