



APPORT DE LA GRAVIMETRIE A L'ETUDE DE LA STRUCTURE GEOLOGIQUE DE LA PROVINCE DU MAI-NDOMBE EN R.D. CONGO : IMPLICATION A L'EXPLORATION DES HYDROCARBURES

Willy Biliki Kilembe¹, Franck Tondozi Keto¹⁻²⁻³, Eli-Achille Manwana Mfumukani², Grace Tshimanga Kamba³, Anscaire Mukange Besa¹, Robert Muanda Ngimbi¹.

¹Department of Physics, Faculty of Sciences, University of Kinshasa, Kinshasa, DR Congo.

²Department of Internal Geophysics, Center of Research in Geophysics (CRG), Kinshasa, DR Congo.

³Department of Exploration and Production, Faculty of Oil, Gas and New Energies, University of Kinshasa, Kinshasa, DR Congo.

Résumé

Cette étude a pour objectif de produire la carte structurale de la province de Mai-Ndombe en utilisant les données gravimétriques et d'en déduire les implications sur l'exploration des hydrocarbures. Ces données ont été traitées en utilisant les méthodes de séparation régionale-résiduelle, les dérivées horizontales et verticales ainsi que le prolongement vers le haut. L'intégration de toutes les informations géologiques issues de l'interprétation des cartes gravimétriques nous a permis d'élaborer une carte structurale qui améliore nos connaissances sur les structures géologiques d'intérêt pétrolier majeur de cette région. La lecture de cette carte structurale nous montre que le haut-fond de Inongo est la structure géologique la plus haute tandis que le dépôt-centre de Lokoro est la structure géologique la plus profonde dans cette province. Ces deux structures étant proches, une partie du pétrole formé dans le dépôt-centre de Lokoro pourrait facilement migrer le long des grandes failles pour se piéger dans les étages supérieurs situés dans le haut-fond de Inongo. De ce fait, ces deux structures représentent des cibles pétrolières les plus importantes dans cette région et devraient faire l'objet d'une prospection sismique beaucoup plus poussée.

Mots clés : gravimétrie, structure géologique, pétrole, dépôt-centre.

Abstract

This study is focused on the recognition of the geological structure of the province of Mai-Ndombe in DR Congo based on the analysis and interpretation of gravity data. These data were processed using regional-residual separation methods, horizontal and vertical derivatives, and upward continuation. The integration of all the geological information resulting from the interpretation of gravity maps has enabled us to develop a structural map that improves our knowledge of the geological structures of major petroleum interest in this area. Reading this structural map shows us that the Inongo high is the highest geological structure while the Lokoro depocenter is the deepest geological structure in this province. These two structures being close, a part of the oil formed in the Lokoro depocenter could easily migrate along the large faults to be trapped in the upper stages located in the Inongo high. As such, these two structures represent the most important oil targets in this region and should be the subject of much more seismic exploration.

Key words : gravity, geological structure, petroleum, depocenters.

1. INTRODUCTION

L'exploration du bassin sédimentaire de la Cuvette Centrale a débuté vers les années cinquante. Le premier projet d'exploration a été effectué entre 1952 et 1956 par la Société de Recherche Minière en Afrique (REMINA) et a consisté en une prospection géologique, une campagne gravimétrique et magnétique combinée, l'acquisition de 600 km de profils sismiques réfraction et 131 km de profils sismiques réflexion ainsi que le forage de deux puits stratigraphiques d'environ 2 000 m de profondeur (Samba-1 et Dekese-1) (Delvaux and al., 2015). Ensuite plusieurs études additionnelles basées sur la géochimie, la géologie, la géophysique et le forage de deux nouveaux puits d'exploration de plus de 4 000 m de profondeur (Mbandaka-1 et Gilson-1) ont été réalisées dans le but d'améliorer la compréhension de la géologie et du système pétrolier de ce bassin (ECL, 1988) et (Maarten J.De Wit,2015). Celles-ci ont permis de retenir que ce gigantesque bassin sédimentaire aurait un intérêt pétrolier majeur en mettant en évidence des roches mères, des voies de migration, des roches réservoirs et des pièges possibles (Mello, 2006 ; ENI, 2011). Dans le cadre de cette étude nous allons produire la carte structurale de la province de Mai-Ndombe en utilisant les données gravimétriques en déduire les implications sur l'exploration des hydrocarbures.

2. MATERIELS ET METHODE

2.1. MATERIELS

Nous avons utilisé une base de données gravimétrique de la Cuvette Centrale qui nous a été procurée par la Société Nationale des Hydrocarbures du Congo (SONAHYDROC) en format Excel. Un ensemble de logiciels (Origin, Oasis, Surfer...) de traitement et modélisation en sciences de la terre nous a été indispensable pour la réalisation de ce travail.

2.2. METHODE

Les différentes étapes de notre méthode sont les suivantes :

- La première est l'acquisition des données. Elle a consisté à répertorier toutes les stations de mesures gravimétriques localisées dans notre zone d'étude dans une

base de données. Ces stations proviennent d'une compilation des levés géophysiques réalisés par la Société de Recherche Minière en Afrique (REMINA) entre les années 1952-1956 et par la Compagnie Générale de Géophysique (CGG) en 1986 pour l'exploration minière et pétrolière du bassin du Congo ;

- La seconde est le traitement des données et à la cartographie des résultats obtenus. Pour ce faire, les méthodes de séparation régionale-résiduelle, de dérivées verticales et horizontales ainsi que de prolongement vers le haut nous ont permis d'élaborer plusieurs cartes identifiant de multiples signatures gravimétriques qui peuvent être associées à des structures géologiques d'intérêt pétrolier ;
- La troisième est l'interprétation des résultats. A cette étape, Il a été question de donner une signification géologique aux signatures gravimétriques identifiées sur les cartes élaborées.

3. APERCU GENERAL SUR LA ZONE D'ETUDE

3.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

La province du Mai-Ndombe est, depuis 2015, l'une des provinces de la République Démocratique du Congo à la suite de l'éclatement de l'ancienne province du Bandundu. Elle est comprise entre 16° et 21° de longitude Est et entre 0° et 4° de latitude Sud. Elle est ainsi bornée au Nord par la province de l'Equateur, à l'Ouest par le fleuve Congo qui le sépare de la République du Congo, au Sud par la rivière Kasai et la province du Kwango et à l'Est par la province du Kasai Occidental. Sa superficie est d'environ 127 314 km². Administrativement, elle est subdivisée en 8 territoires, 19 secteurs et 52 groupements. Le chef-lieu de la province est Inongo, qui en est aussi la plus grande ville (fig. 1).

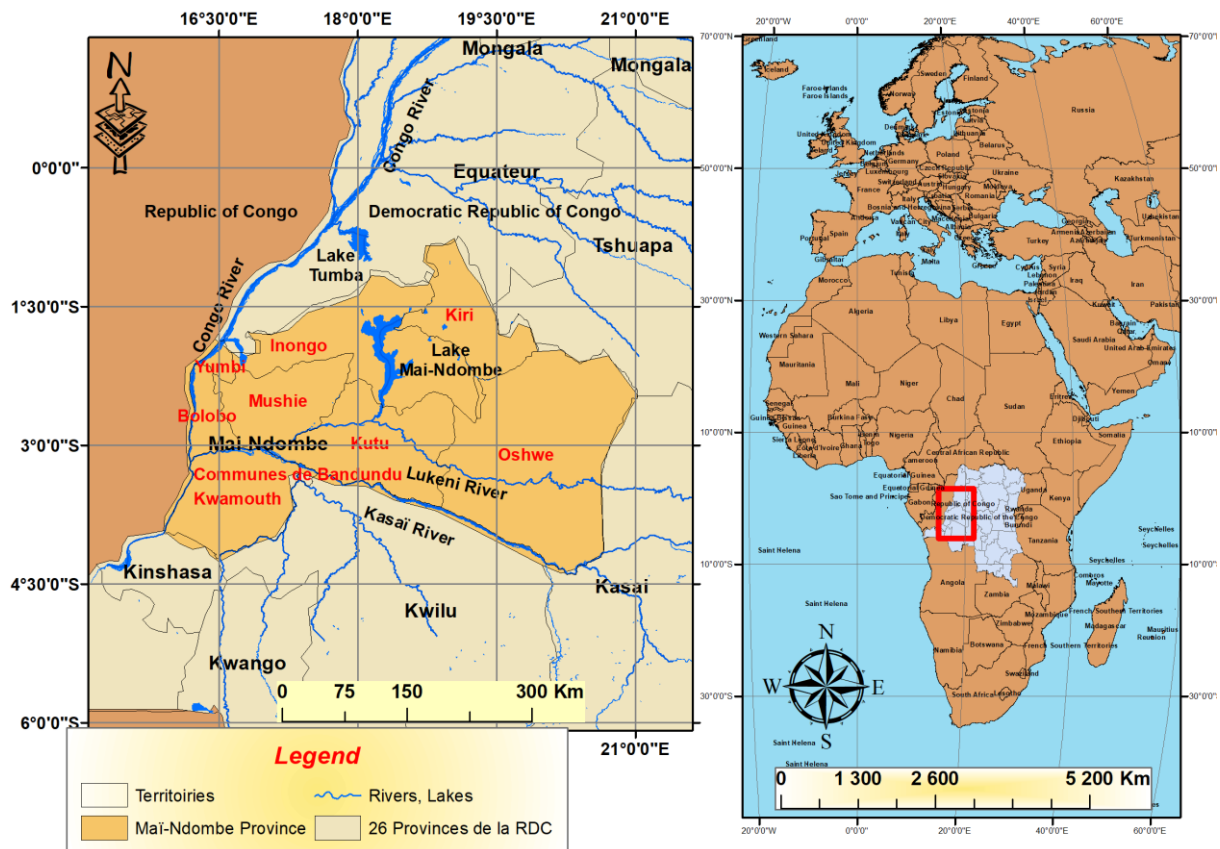


Figure 1 : Carte de la localisation de la province de Mai-Ndombe.

La province du Mai-Ndombe est située dans la Cuvette Centrale. De l'Est à l'Ouest et du Nord au Sud, elle présente un relief bas et monotone avec une altitude faible de 500 m en moyenne. La province connaît un climat de transition qui se situe entre le climat équatorial et le climat tropical, caractérisé par une température moyenne de 25°C, une faible amplitude thermique annuelle de moins de 1°C de la ville d'Inongo jusqu'au Nord (territoires de Kiri et d'Oshwe) et de 1°C à 3°C pour le reste de la province. Ce climat est aussi caractérisé par des pluies abondantes dont les précipitations annuelles sont de l'ordre de 1 600 mm à l'Ouest, de 1 800 mm au centre et de 2 000 mm au Nord et une saison sèche nette et bien marquée. On y distingue deux saisons des pluies et deux saisons sèches. La grande saison des pluies s'étend du mois de Février au mois de Mai et la grande saison sèche du mois de Mai au mois de Septembre. Quant à la petite saison des pluies, elle se situe entre le mois de Septembre et le mois de Janvier, tandis que la petite saison sèche va de mi-Janvier à mi-Février. La température moyenne est de 28 °C pendant la saison des pluies et de 24 °C pendant la saison sèche.

La végétation de la province est variée et se présente de la manière suivante :

- De la cité de Kutu jusqu'au territoire de Kiri au Nord, il y a une forêt sempervirente, c'est la forêt équatoriale aux grands arbres formant un dôme continu de 35 à 45 m ;
- De la cité de Kutu jusqu'au territoire de Kwamouth au Sud, la végétation est caractérisée par une forêt claire et par la savane.

Outre le lac Mai-Ndombe, la province est traversée et baignée par les grands cours d'eau du pays en l'occurrence : le fleuve Congo ainsi que les rivières Kasai, Lukenie, Lokoro, Mfimi et Molibampe.

3.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Des études géologiques, géophysiques et géochimiques ainsi que les forages des puits d'exploration et stratigraphiques ont contribué à la compréhension de la géologie de surface et profonde du bassin du Congo. Dans cette zone, les sols sont en

relation directe avec la végétation : ils sont de type sablonneux à sablo-argileux en région forestière tandis qu'en région de savane ils sont de type très sablonneux se succédant dans le Sud par des sols argileux à argiles.

Du point de vue tectonique, ce bassin a été marqué par une extension crustale lors de son développement initial au Néoprotérozoïque qui a certainement initié le développement d'autres bassins Néoprotérozoïques périphériques tels que les bassins de Sembe-Ouessou, Fouroumbala-Bakouma et Bangui (Kadima and al., 2015). Il est à noter que la lithostatigraphie, l'aspect structural et le paléo-environnement confirment cette hypothèse (Delpomdor and al., 2015) et (Maarten J. de Wit and al. 2015). Les sédiments ont plus tard été affectés par les compressions tectoniques panafricaine et permotriatique (Hercynien), phénomènes qui seront à la base des empreintes tectoniques dans le bassin du Congo. L'implication d'une tectonique salifère observée sur la plupart des profils sismiques a également contribué à l'évolution structurale de ce bassin. Il est à noter qu'actuellement ce bassin est tectoniquement actif le long de la marge du Rift Est Africain (Delvaux and al., 2010).

4. PRESENTATION DES DONNEES GRAVIMETRIQUES

Les données gravimétriques utilisées dans ce travail proviennent d'une compilation des levés géophysiques réalisés par la Société de Recherche Minière en Afrique (REMINA) entre les années 1952-1956 et par la Compagnie Générale de Géophysique (CGG) en 1987 pour l'exploration minière et pétrolière dans la Cuvette Centrale en RDC. Ces données nous ont été procurées par la Société Nationale des Hydrocarbures du Congo (SONAHYDROC). Elles ont ensuite été corrigées en utilisant la formule classique de l'anomalie de Bouguer pour une densité de réduction de $2,67 \text{ g/cm}^3$ dans laquelle une série de corrections est appliquée aux mesures brutes afin d'éliminer les causes non géologiques de variations de la gravité, y compris la correction topographique. Le tableau 1 ci-dessous montre la base de données utilisée dans le cadre de cette étude. Nous présentons ici à titre illustratif les données de 5 premières stations sur les 2000 recensées

Tableau 1 : Echantillon des données gravimétriques utilisées.

N° Station	Longitude (°)	Latitude (°)	Elevation (m)	Gravity (mGal)	Free-Air Anomaly (mGal)	Bouguer Anomaly (mGal)
01	16,2283	-2,1717	326	977933,3	-5,2	-41,7
02	16,2367	-2,235	311	977938,4	-5,2	-40
03	16,2383	-2,325	311	977939,9	-4,3	-39,1
04	16,2383	-2,3783	330	977933,7	-5	-42
05	16,2433	-2,6367	309,5	977929,2	-17,9	-52,5

5. TRAITEMENT DES DONNEES

En prospection gravimétrique, le traitement des données a pour but de mieux séparer les anomalies, de mieux préciser les profondeurs des sources, de représenter les limites géologiques telles que les contacts ou les failles, etc. (J. Dubois and al., 2011). Une panoplie de méthodes de traitement est donc disponible selon le but recherché. L'objectif de ce travail étant de faire l'étude structurale d'une zone d'intérêt pétrolier majeur, nous avons utilisé les méthodes de séparation régionale-résiduelle, les dérivées horizontales et verticales ainsi que le prolongement vers le haut des anomalies de Bouguer.

6. INTERPRETATION DES CARTES ET DISCUSSIONS

Les cartes d'anomalies de Bouguer sont les documents les plus importants en prospection gravimétrique. C'est grâce aux lectures, analyses et interprétations de ces cartes que les prospecteurs, géologues et géophysiciens trouvent des hypothèses géologiques en analysant la variation de densité des formations géologiques se trouvant au sein d'un bassin sédimentaire. Ainsi, afin de réaliser une étude structurale plus complète, les cartes suivantes ont été élaborées :

- Les cartes d'anomalies de Bouguer, régionales et résiduelles ;

- Les cartes des dérivées horizontales et verticales ;
- Les cartes de prolongement vers le haut.

Par la suite, une carte résumant l'interprétation structurale obtenue à partir de l'analyse des cartes gravimétriques ci-dessus a également été élaborée.

6.1. LA CARTE D'ANOMALIES DE BOUGUER

L'examen de la carte de l'anomalie de Bouguer de la province du Maï-Ndombe révèle

l'existence d'un gradient régional souligné par des valeurs allant -110 à -30 mGal. Ainsi, on observe des valeurs d'anomalies lourdes variant entre -70 et -30 mGal qui sont synonymes d'un soulèvement du socle cristallin principalement dans 4 zones : au Nord-Ouest (haut-fond de Inongo), au Sud et au Sud-Est de la province. Quant aux anomalies légères, on les observe au Nord, au Sud et à l'Est du haut-fond de Inongo (fig. 2). Celles-ci représentent donc les grandes dépressions du socle comblées par une épaisseur sédimentaire conséquente. Dans le reste de la province, on observe des anomalies avec des valeurs moyennes.

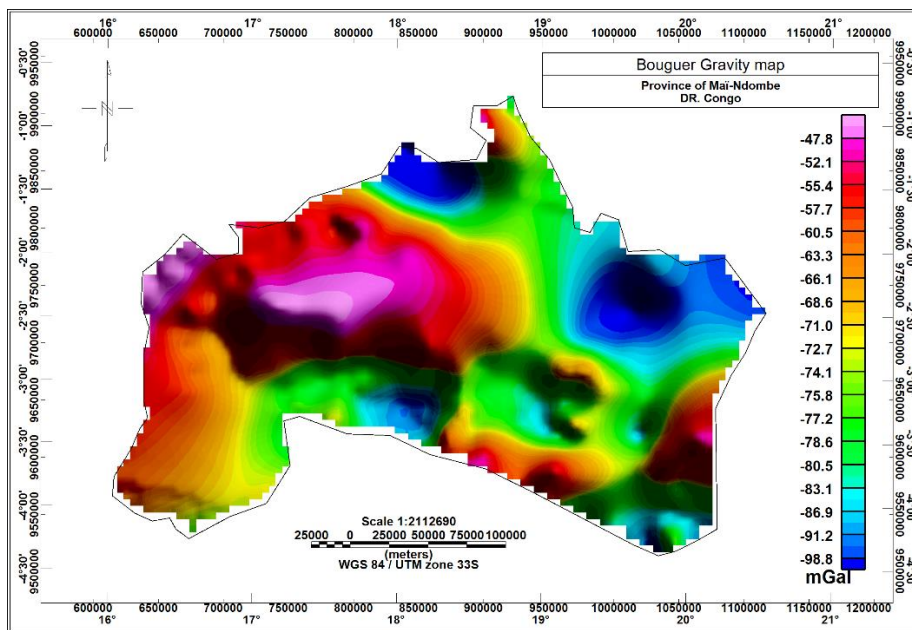


Figure 2 : Carte d'anomalies de Bouguer.

6.2. LA CARTE D'ANOMALIES REGIONALES

La distribution spatiale des anomalies régionales est identique à celle observée sur la carte d'anomalies de Bouguer. Cependant, nous remarquons que le relief des cartes d'anomalies régionales comporte un peu moins d'aspérités dues à

l'atténuation des hautes fréquences du signal par l'application du filtre passe-bas lors de la phase de traitement des données. Les structures d'envergure régionale telles que les trois dépôt-centres et le haut-fond de Inongo deviennent clairement visibles sur cette carte d'anomalies régionales. Quant au reste de la province, on observe toujours les mêmes variations d'anomalies (fig. 3).

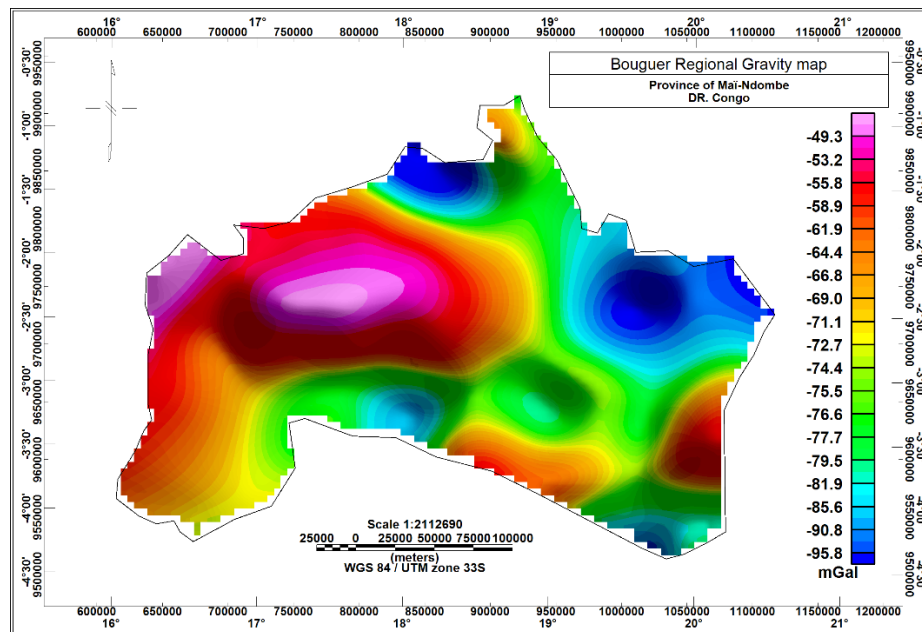


Figure 3 : Carte d'anomalies régionales.

6.3. LA CARTE D'ANOMALIES RESIDUELLES

Rappelons que les sources génératrices de ces anomalies de faibles longueurs d'ondes sont généralement les structures géologiques localisées dans la couverture sédimentaire (dôme de sel, failles,

plis, etc.) (Tondozi and al. 2018). La carte d'anomalies résiduelles (fig. 4) a donc été obtenue en faisant la différence entre l'anomalie de Bouguer et l'anomalie régionale.

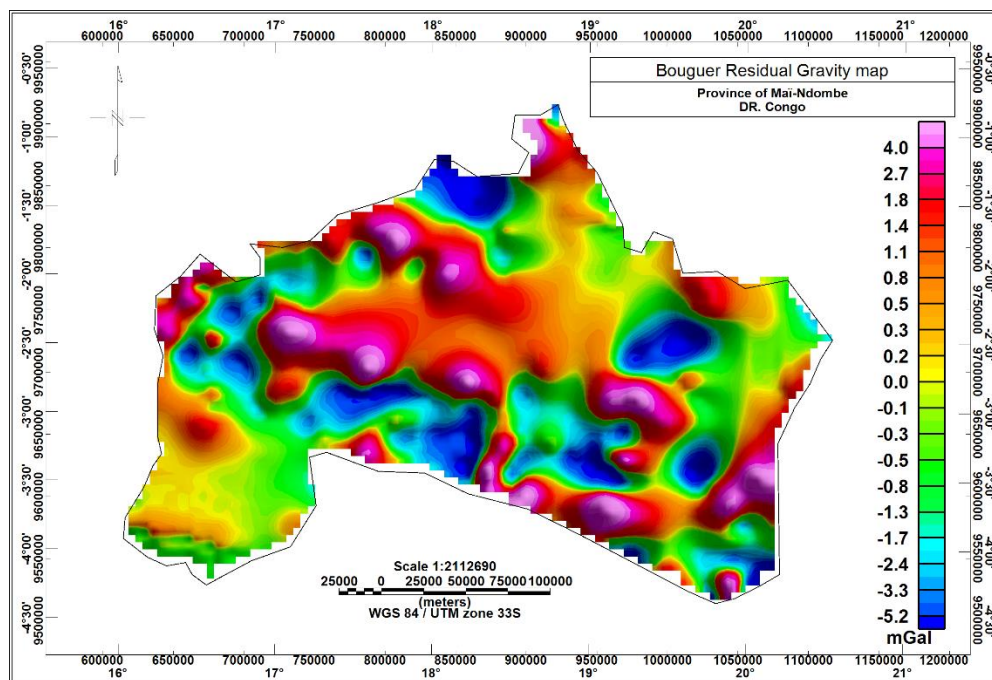


Figure 4 : Carte d'anomalies résiduelles.

Sur la carte ci-dessus, nous remarquons une forte atténuation des vastes anomalies régionales.

Les trois dépôt-centres et le haut-fond de Inongo laissent la place à plusieurs anomalies positives et

négatives de faible extension. Les soulèvements positifs nous indiquent la présence des plis antiformes formés par des mouvements de compression dans cette zone ou des substances minérales de forte densité tandis que les anomalies négatives nous révèlent nous la présence des structures synformes ou des substances minérales de faible densité.

6.4. CARTE DE DERIVEES HORIZONTALES ET VERTICALES

6.4.1. DERIVEE HORIZONTALE

Les données gravimétriques sont généralement riches en informations sur les structures géologiques. Ils sont particulièrement utiles pour identifier les failles profondes, et caractériser leur extension et leurs ramifications (Everaerts et al., 2001). Les

failles et les limites géologiques sont des linéaments mettant en contact des blocs de densités différentes et apparaissent sur une carte de l'anomalie de Bouguer comme des zones de gradients. L'anomalie de Bouguer au-dessus d'un contact vertical (faille ou contact lithologique) se matérialise par une courbe ayant un minimum du côté des roches de faible densité et un maximum du côté des roches de forte densité (N. El Goumi et al., 2010).

La méthode du gradient horizontal permet d'identifier toutes ces zones de gradients et de les présenter comme des maximas. Il est à noter que le calcul d'un gradient horizontal dans une direction donnée permet de faire ressortir la plupart des linéaments de ladite zone dans une direction perpendiculaire à celle du filtre appliqué. Ainsi, afin de mettre en évidence un maximum de linéaments dans notre zone d'étude, nous avons filtré la carte des anomalies de Bouguer dans les directions X et Y (fig. 5).

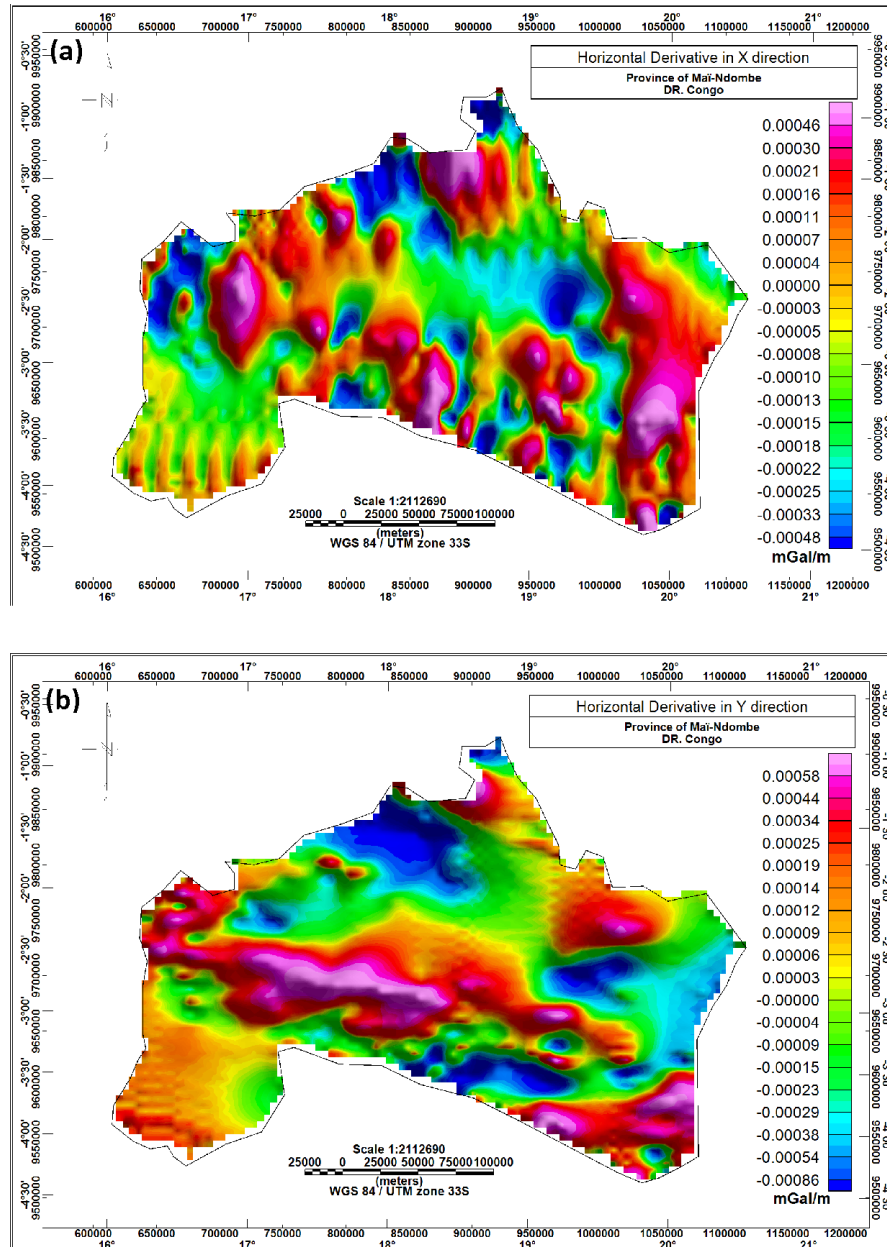


Figure 5 : Cartes de la dérivée horizontale, (a) dans la direction X ; (b) dans la direction Y.

Ces filtres à dérivées horizontales selon les deux directions ont permis de déterminer les zones de contraste de densité latérale qui peuvent être positives ou négatives selon le signe de leur intensité. Ces zones de contraste de densité sont des linéaments qui révèlent la présence de structures telles que des failles ou des contacts lithologiques.

6.4.2. DERIVEE VERTICALE

Le calcul des dérivées verticales permet d’atténuer les grandes longueurs d’onde et améliore considérablement la résolution des anomalies plus petites situées près de la surface. L’application de ce filtre sur la carte d’anomalies gravimétriques a amplifié l’effet des sources superficielles en atténuant l’effet celui des sources profondes et a permis de cerner davantage les limites géométriques des corps (fig. 6).

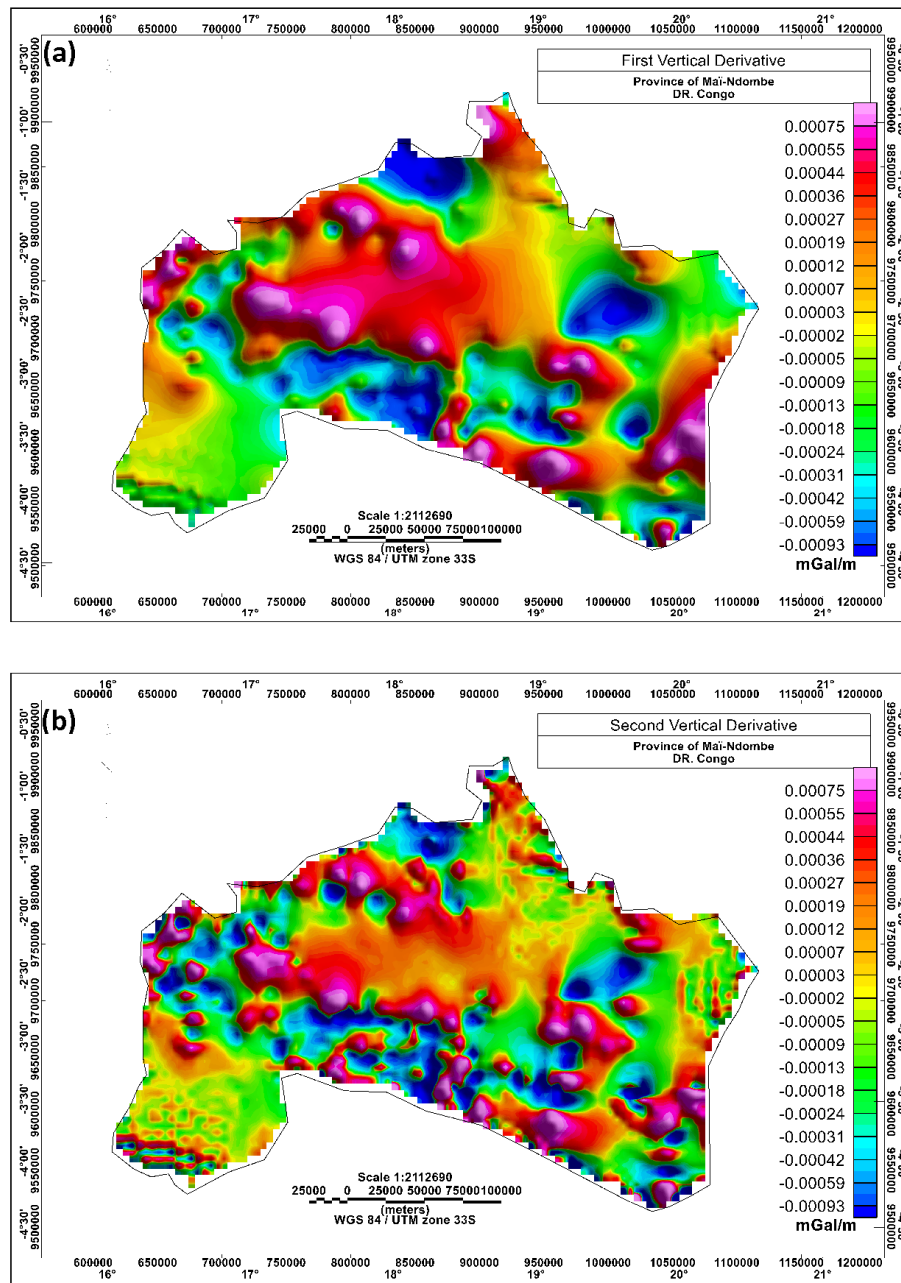


Figure 6 : Cartes de la dérivée verticale, (a) dérivée première ; (b) dérivée seconde.

Nous constatons que, comme les anomalies résiduelles, la première dérivée verticale (Fig. 6a) montre plusieurs anomalies circulaires positives et négatives. Le haut-fond de Inongo ainsi que ses dépressions gravimétriques environnantes bien visibles sur les cartes d'anomalies de Bouguer et régionales disparaissent pour laisser place à des anomalies de faible étendue dont les sources sont très certainement peu profondes. La dérivée seconde verticale accentue cet effet en individualisant davantage les anomalies (fig. 6b).

6.4.3. LES CARTES PROLONGEES VERS LE HAUT

Contrairement aux filtres de dérivées verticales dérivés qui accentuent les courtes longueurs d'onde, le prolongement vers le haut permet de mettre en évidence les anomalies de grandes longueurs d'onde (Yvette H. Poudjoun, 1993). Ce filtre a pour effet de mettre en évidence les anomalies régionales profondes au détriment des anomalies superficielles. Un tel fonctionnement est donc équivalent à un filtrage passe-bas dont le lissage est fonction de l'altitude de prolongement. C'est ainsi que nous avons prolongé vers le haut les anomalies de

Bouguer aux altitudes de 5, 10 et 15 km (fig. 7) car la Cuvette Centrale est un bassin sédimentaire pouvant atteindre des épaisseurs sédimentaires

supérieures à 9 km dans certains dépôt-centres.

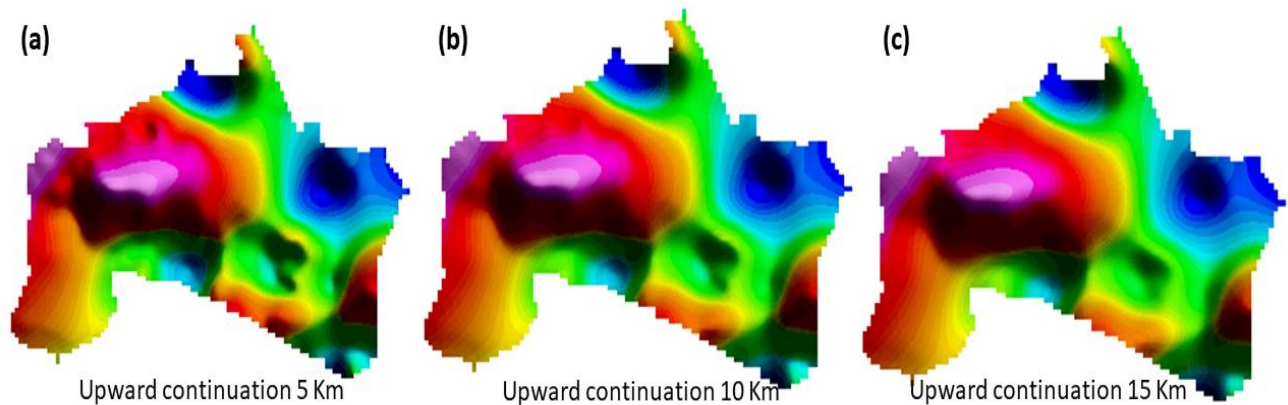


Figure 7 : Cartes prolongées vers le haut : (a) 5 km ; (b) 10 km et (c) 15 km.

La carte prolongée vers le haut à 5 km (fig. 7a) ressemble beaucoup aux cartes initiales. On retrouve toujours les anomalies décrites ci-dessus mais avec un léger lissage. Par rapport aux cartes précédentes, on remarque que les petites anomalies de courtes longueurs d'onde disparaissent au profit des anomalies de grandes longueurs d'onde sur la carte prolongée vers le haut à 10 km (fig. 7b). A 15 km d'altitude (fig. 7c), seuls subsistent les ensembles d'anomalies de grande longueur d'onde qui sont liées à des sources très profondes. La séparation des anomalies de haute intensité représentant le soulèvement du socle et les faibles intensités liées aux dépôt-centres se fait sentir à mesure que la hauteur de la continuation augmente. La délimitation des anomalies révélant la présence d'immenses zones

de fractures autour de ces structures devient bien visible.

6.4.4. CARTE STRUCTURALE

L'intégration de toutes les informations géologiques issues de l'interprétation des cartes gravimétriques nous a permis d'élaborer une carte structurale de la zone d'étude. L'analyse de cette dernière montre des structures géologiques d'intérêt pétrolier qui ont joué un rôle majeur dans le processus de formation et de migration des hydrocarbures ainsi que dans leur piégeage (fig. 8).

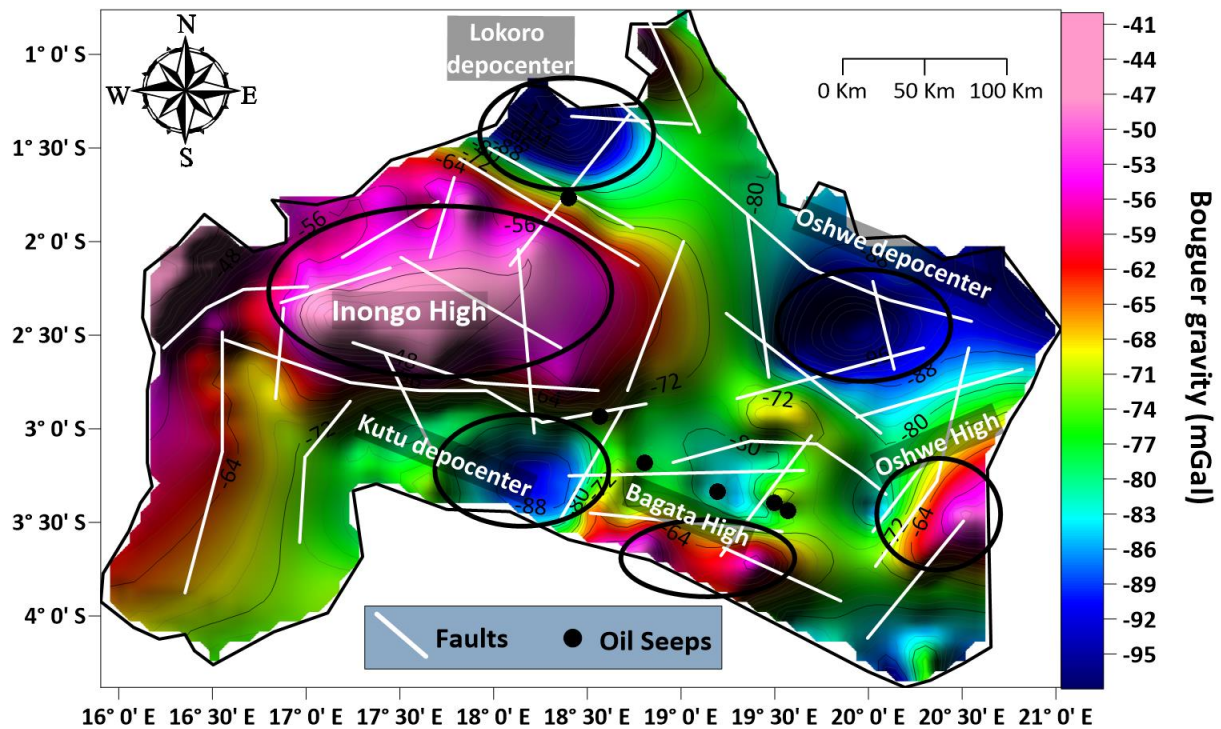


Figure 8 : Carte structurale de la province du Mai-Ndombe.

Sur la carte ci-dessus, nous ressortons les observations suivantes :

- La présence de trois grands dépôt-centres dans la région : le dépôt-centre de la Lokoro au Nord, dépôt-centre de Kutu au Sud et le dépôt-centre de Oshwe à l'Est de la province. Les anomalies gravimétriques étant fortement négatives à ces endroits, ces zones représentent donc de grandes dépressions dans lesquelles les roches mères potentielles que le shale d'Alolo, du Mamungi ainsi que les formations de Kole pourront atteindre le degré de maturité. Les suintements en surface situés en périphérie du dépôt-centre de Lokoro dans les plages du lac Mai-ndombé seraient probablement le résultat d'une migration du pétrole provenant des roches mères de ce dépôt-centre. Par ailleurs ces grandes anomalies gravimétriques négatives de forme quasi-circulaire peuvent également indiquer la présence d'une couche salifère très épaisse dans les dépôt-centres ; en effet Tondozi and al., 2018 a montré à partir des profils sismiques et gravimétriques, que la grande couche salifère du Néoprotérozoïque s'épaississait dans les dépressions la Cuvette Centrale.
- Le haut-fond de Inongo est la structure géologique la plus haute tandis que le dépôt-

centre de Lokoro est la structure géologique la plus profonde dans cette province. Ces deux structures étant proches, une partie du pétrole formé dans le dépôt-centre de Lokoro pourrait facilement migrer le long des grandes failles pour se piéger dans les étages supérieurs situés dans le haut-fond de Inongo. De ce fait, ces deux structures représentent les cibles pétrolières les plus importantes dans cette région et devraient faire l'objet d'une prospection sismique beaucoup plus poussée. Remarquons également que le bombement du socle dans cette zone a engendré des failles qui pourraient constituer d'excellents pièges à pétrole.

7. CONCLUSION

Au terme de cette étude, nous avons produit la carte structurale de la province de Mai-Ndombe en utilisant les données gravimétriques. Ces données ont été traitées en utilisant les méthodes de séparation régionale-résiduelle, les dérivées horizontales et verticales ainsi que le prolongement vers le haut. Nous avons ainsi identifié trois grands dépôt-centres : Lokoro, Oshwe et Kutu. Les anomalies gravimétriques étant fortement négatives à ces endroits, ces zones représentent donc des

dépôt-centres dans lesquelles les roches mères potentielles pourront atteindre le degré de maturité. Les suintements en surface situés en périphérie du dépôt-centre de Lokoro dans les plages du lac Maïndombé seraient probablement le résultat d'une migration du pétrole provenant des roches mères de ce dépôt-centre. Nous avons pu également identifier trois soulèvements : Bagata, Oshwe et Inongo qui sont des zones très intéressantes pouvant piéger d'importantes quantités d'hydrocarbures. Le soulèvement de Inongo et le dépôt-centre de Lokoro représentent les cibles pétrolières les plus importantes dans cette région, de ce fait, elles devront donc faire l'objet d'une prospection sismique plus poussée.

8. REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la Société Nationale des Hydrocarbures du Congo (SONAHYDROC) pour les données géophysiques et le Centre de Recherche en Géophysique (CRG) pour avoir mis à notre disposition leurs laboratoires.

9. REFERENCES

- [1] Bastien LINOL, Maarten J. De WIT, Erika BARTON, François GUILLOCHEAU, Michiel C.J. De WIT and Jean-Paul COLIN (2015), Paleogeography and Tectono-Stratigraphy of Carboniferous-Permian and Triassic 'Karoo-Like' Sequences of the Congo Basin, *Geology and Resource Potential of the Congo Basin*, Springer, p. 115.
- [2] Damien Delvaux and Max Fernandez-Alonso (2015), *Petroleum Potential of the Congo Basin, Geology and Resource Potential of the Congo Basin*, Springer, p. 371-391.
- [3] Damien Delvaux and A. Barth (2010), African Stress Pattern from formal inversion of focal mechanism data. Implications for rifting dynamics, *Tectonophysics*, p. 105–128.
- [4] E. Kadima Kabongo, Damien Delvaux, Michel Everaerts, Mwene Ntabwoba Stanislas Sebagenzi and Francis Lucazeau (2015), Neoproterozoic to Lower Paleozoic Sequences of the Congo Shield: Comparisons Between the Congo and Its Peripheral Basins, *Geology and Resource Potential of the Congo Basin*, Springer, p. 97-109.
- [5] ENI (2011), *Cuvette Centrale Basin: Geological evolution and petroleum system analysis. Final Report*, p. 12.
- [6] Exploration Consultant Limited (ECL) (1988), *Hydrocarbon potential of Cuvette Centrale*.
- [7] Franck Delpomdor, Christian Blanpied, Aurelien Virgone and Alain Préat (2015), *Sedimentology and Sequence Stratigraphy of the Late Precambrian Carbonates of the Mbuji-Mayi Supergroup in the Sankuru-Mbuji-Mayi-Lomami-Lovoy Basin (Democratic Republic of the Congo)*, *Geology and Resource Potential of the Congo Basin*, Springer, p. 59-76.
- [8] Jacques DUBOIS, Michel DIAMENT ET Jean Pascal COGNE (2011), *Géophysique : cours et exercices corrigés*, 4ème édition, DUNOD, Paris.
- [9] Maarten J.De Wit, Francois Guillocheau, M.C.De Wit (2015), *Geology and resource potential of the Congo Basin*, Ed.Springer Heidelberg, Berlin pp59-76, pp163-191.
- [10] Marcio ROCHA MELLO (2006), *Petroleum System Review of Busira and Lokoro Sub-Basins, Congo Central Basin*, p. 13.
- [11] M. Everaerts and J. L. Mansy (2001), Le filtrage des anomalies gravimétriques, une clé pour la compréhension des structures tectoniques du Boulonnais et de l'Artois (France), *Bulletin de la Société Géologique de France*.
- [12] N. El Goumi, M. Jaffal, A. Kchikach and A. Manar (2010), Contribution of the gravimetry to the structural study of the Haouz basin (Morocco), *Estudios Geológicos*, p. 184.
- [13] Tondozi Keto, Eli-Achille Manwana Mfumukani, Joseph Nubahanana Munezero, Mpaka Mananga, Fulgence Mulopo Shinginyeka, Jean Felix Mupande Kapwa, Ndiadia Kandolo and Mukandila Ngalula (2018), Interpretation of gravity anomalies maps and contribution to the structural study of a sedimentary basin of major petroleum interest: Case of the Busira sub-basin in the Central basin of the DR Congo, *IJIAS Vol. 24 N°1*, p. 68-88.
- [14] Yvette Hermine Poudjom Djomani (1993), Apport de la gravimétrie à l'étude de la lithosphère continentale et implications géodynamiques, étude d'un bombement intraplaque : le massif de l'Adamaoua (Cameroun), *ORSTOM*, p. 76.