

Étude des occurrences kimberlitiques de Kabimba par approche géophysique (aeromagnetisme et gravimétrie)

[Study of Kabimba kimberlite occurrences by geophysical approach (aeromagnetism and gravimetric)]

Hippolyte MUTOMBO, Téléphore MAYIBA, and Crispin MUSAMBAYI

Université Officielle de Mbuji-Mayi, RD Congo

Copyright © 2023 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: Rocks in the Earth's crust can be characterized by measurable physical properties such as magnetic susceptibility, density, electrical resistivity. Geophysical methods are appropriate for measuring the contrast of these properties inside the earth. This contrast represents, among other things, a variation in the structural. The development of new geophysical data acquisition tools and techniques makes it possible to considerably increase the quality/quantity of data and, on the other hand, to reduce operating costs and implementation time. These data, beyond their quality, however require adequate processing to be usable in geological interpretation. The geological map depicts a window into the internal structure of the earth. It is the first tool used in the exploration of natural resources. Since the majority of the earth's surface is covered by sediments and vegetation, it is important to develop other technologies that can map geology through this cover. We processed airborne magnetic data to interpret the geology of the study area. The aim of this research is to process the airborne magnetic data on Kabimba to identify anomalies, then confirm the lithological cause of each by core drilling. This determines the lithostratigraphic at the points of the geophysical anomalies. The drilling declines the true underground geology through the information provided by the cores which reflect the geological formations crossed. Two kimberlite occurrences have been highlighted in this site. They have a pipe-like structure and contain green to red kimberlite under a carbonate casing topped by Cretacic sandstone and Kalahari sand.

KEYWORDS: Aeromagnetic surveys, gravimetrics, geological mapping, Kimberlitic, drilling.

RESUME: Les roches de la croûte terrestre peuvent être caractérisées par des propriétés physiques mesurables telles que la susceptibilité magnétique, la densité, la résistivité électriques. Les méthodes géophysiques sont appropriées pour mesurer le contraste de ces propriétés à l'intérieur de la terre. Ce contraste représente entre autres une variation de la structurale. Le développement des nouveaux outils et de nouvelles techniques d'acquisition de données géophysiques permet d'accroître considérablement la qualité/quantité des données et, d'autres part, de diminuer les coûts d'exploitation et le temps de mise en œuvre. Ces données au-delà de leur qualité, nécessitent toutefois des traitements adéquats pour être utilisables dans l'interprétation géologique. La carte géologique représente une fenêtre de la structure interne de la terre. Elle est le premier outil utilisé dans l'exploration des ressources naturelles. Du fait que la majorité de la surface de la terre est recouverte par les sédiments et la végétation, il est important de valoriser d'autres technologies susceptibles de cartographier la géologie à travers cette couverture. Nous avons traité les données magnétiques aéroportées afin d'interpréter la géologie de la zone d'étude. Le but de cette recherche est de traiter les données magnétiques aéroportées sur Kabimba pour en dégager des anomalies, puis confirmer la cause lithologique de chacun par le forage carottant. Celui-ci détermine la lithostratigraphique aux points des anomalies géophysiques. Le forage décline la vraie géologie souterraine à travers les informations fournies par les carottes qui elles, reflètent les formations géologiques traversées. Deux occurrences kimberlitiques ont été mise en évidence dans ce site. Elles ont une structure en forme de pipes et contiennent une kimberlite verte à rouge sous un encaissant carbonaté surmonté par le grès Crétacique et le sable du Kalahari.

MOTS-CLEFS: Levés aéromagnétiques, gravimétriques, cartographie géologique, Kimberlitique, forage.

1 INTRODUCTION

Les kimberlites diamantifères sont une des principales sources de diamants naturels du monde. La compréhension de ses édifices est très importante pour l'exploration du diamant vu qu'une kimberlite n'est pas nécessairement diamantifère, en fait au parle que moins de 1 % le serait (Jébrak et Marcoux, 2008). Ces gisements sont toutefois intéressants, car il offre une grande rentabilité une fois en opération. Il est donc important de connaître les principales caractéristiques d'un gîte de kimberlite diamantifère, comme la teneur et le tonnage, la minéralogie, la roche encaissante, les sources, les âges de formation, la forme, le domaine structural et bien sur le modèle génétique et les techniques exploratoires.

Les méthodes utilisées en géophysique appliquée se sont diversifiées dans plusieurs domaines d'application. Elles sont de plus en plus sollicitées dans l'exploration et l'exploitation des ressources naturelles (mines, pétrole et gaz), l'hydrogéologie, le génie civil, l'archéologie, la gestion environnementale etc...

Le monde contemporain de l'industrie de ressources naturelles fait face à des défis majeurs. En effet, ces ressources naturelles, en particulier celles proche de la surface, s'épuisent et/ou se raréfient. L'industrie minière s'oriente dorénavant, au-delà des zones superficielles déjà connues, soit vers des zones géologiques plus ou moins complexes (formations géologiques plissées et faillées, régions à couvert végétal dense). En plus, les zones profondes de la croûte terrestre constituent de nouvelles cibles où la découverte des gisements exploitables devient un défi majeur (Boszczuk, Cheng, Hammouche, Roy, Lacroix et Cheilletz, 2011). Les coûts d'exploration et d'exploitation afférents connaissent une hausse.

La nécessité de développer et d'améliorer, de façon continue, les nouvelles méthodes, techniques et outils d'exploration et d'exploitation des ressources naturelles est au cœur des préoccupations des acteurs du domaine. En effet, au cours des dernières années, des techniques et pratiques tous azimuts voient le jour; dans l'objectif de rentabiliser l'exploration et l'exploitation de ces ressources à travers la réduction des coûts et du temps.

La géophysique appliquée à la prospection minière permet d'aborder les problèmes en 2 dimensions (Allard et Bois, 1999). La cartographie, est beaucoup plus transversale et permet de faire face aux défis contemporains liés à l'exploration minière. Cette dernière approche en deux dimensions qui nous ont permis de délimiter les contacts géologiques, de localiser les éléments structuraux et d'identifier certaines formations géologiques. Avec l'avancement de la technologie informatique, nous sommes parvenus à déduire les informations dans la troisième dimension pour arriver à constituer la succession lithologique de formations géologiques retrouvées dans ces massifs kimberlitiques (Kprigbéne W, 2016).

Dans cette nouvelle édition, les résultats des nombreux levés géophysiques effectuées sur l'ensemble du territoire Tshilenge ont été incorporés, augmentant ainsi, et de façon considérable, le niveau de détails de la géologie et améliorant le niveau de précision de localisation des différentes lithologies. Cette nouvelle carte géologique résume les connaissances géologiques du site sous étude.

Les travaux de cartographie géologique, notamment ceux réalisés à petite échelle, se basent sur des grilles grossières (extrapolations et interpolations) dans le site de Kabimba. Ils sont donc insuffisants pour une bonne connaissance de sites géologiques complexe (magmatisme, plissement, fracturation) (Mutombo H, 2013). Il est difficile de faire la cartographie géologique sur des formations partiellement ou entièrement couvertes (peu ou pas d'affleurements) et surtout difficile d'avoir accès à l'information des parties profondes de la croûte terrestre. Ceci étant, l'utilisation des méthodes géophysiques multiples trouve son sens pour l'optimisation des travaux de cartographie géologique et du soubassement dans ce site (Mutombo H, 2013)

Dans le cadre de ce travail, deux objectifs spécifiques sont poursuivis : premièrement, il est question d'identifier les différentes zones anormales par traitements des informations en 2D sur les zones d'études, par les données de levés magnétiques aéroportées; et deuxièmement, suivre en profondeur la succession de différentes lithologies spécifiques à partir des anomalies magnétiques et des forages carottants.

2 CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

2.1 CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE

Les occurrences de Kabimba sont situées dans l'ancien permis d'Exploitation 9703. Ces kimberlites se trouvent approximativement à 40km au sud de la ville de Mbujimayi dans la province du Kasaï-Oriental en RDCongo. L'accès au site est facilité par la route nationale N°1 qui part de Mbujimayi à Mwene-Ditu (Figure 1).

Le site de KABIMBA, comme dans toute la feuille de Mbujimayi, a pour relief un bas plateau dont l'altitude varie entre 600 et 800m (E. Polinard, 1935). Ce bas plateau a une inclinaison Sud-Nord et présente des surfaces peu accidentées et mollement vallonnées (P. RAUCQ; 1958). La classification de Koppen qualifie le climat du Kasaï Oriental de type A. Il s'agit d'un climat tropical humide dont la température diurne du mois le plus froid est supérieure à 18°C. La température moyenne annuelle varie de 25°C dans le Nord à 22,5°C

dans le Sud de la province. Les variations annuelles des températures sont peu importantes. Leurs écarts varient entre 1,5 à 2° suivant les saisons (A. Focan et W. Mullenders, 1995).

Les études récentes de (A. KAMBI, 1984), ont montré que dans la région, les températures moyennes annuelles ont une tendance à la hausse (l'augmentation varie entre 0,6 et 1°C/an). Le Kasai-Oriental connaît un climat tropical humide qui est caractérisé par deux saisons dominantes, à savoir, la saison pluvieuse longue de 6 à 9 mois et la saison sèche de 3 à 6 mois.

Les principaux facteurs qui influencent le climat du Kasai oriental sont la forêt au Nord et la savane au centre et au sud.

Une végétation luxuriante et variée couvre la province et est caractérisée au Nord par la forêt équatoriale, au centre par la savane boisée et au sud par le prolongement de ladite savane et de steppes.

Sur le plan hydrographique, la rivière Mbuji-Mayi joue le rôle d'une véritable colonne vertébrale, étant donné qu'elle traverse le centre de la région du Kasai-Oriental et baigne presque tous les territoires administratifs. Dans son étude (A. KAMBI, 1984) met en évidence l'existence de trois bassins hydrographiques différenciés, étroitement liés à la géologie de la région.

2.2 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

En ce qui concerne les matériaux meubles dans lesquels se développe le sol, deux faciès pédologiques sont à considérer: les produits de l'altération sur place ou presque des formations du substratum et le matériau des formations de couverture qui résulte d'un transport et d'un dépôt sur ce substratum. Il existe aussi des matériaux mixtes résultant d'une contamination plus ou moins importante des premiers par les seconds. (P. GILSON et L. LIBEN, 1960) et enfin des sols latéritiques.

La géologie de la région est représentée par des sédiments crétacés recouvrant des sédiments protérozoïques principalement les carbonates et un complexe du socle granitique (Cahen L, 1951). Elles sont groupées de manière générale en deux ensembles principaux qui sont de haut en bas: Les formations de couverture qui sont constituées des roches tendres ou meubles comprenant des couches subhorizontales et datant du crétacé inférieur et du cénozoïque puis, le soubassement datant du précambrien et constitué des formations sédimentaires plus au moins plissées, des formations magmatiques et des roches cristallines. (DELHAL et al. 1970). Le soubassement du Super Groupe de Bushimay est constitué des roches carbonatées sédimentaires, subdivisées en trois Séries dont deux seulement sont représentées au Kasai (P. Raucq, 1975). Les formations rencontrées dans ce secteur sont des roches calcaires et des calcaires dolomitiques ainsi que des grès arkosiques souvent calcareux feldspathiques ou argileux, rouges ou mauves (E. Polinard, 1925; L. Cahen, 1951, 1954; P. Raucq, 1956).

Les kimberlites de bena Kabimba sont situées dans la partie Nord du noyau central du bloc du Kasai du Craton du Congo, ces kimberlites (70Ma) sont intrusives dans les sédiments clastiques du Crétacé Supérieur (Cahen L, 1951); (J.B. Dawson, 1967); (Nvuemba N, 1980); (Kampata M, 1993); (Batumike, J. M., 2008). La séquence protérozoïque est traversée par les dolérites, qui sont extrusives dans les basALTITUDEes (Polinard E, 1925). Les kimberlites de Kabimba sont supposées du même âge que les kimberlites reconnues à Mbujimayi et à Boya. (Fiermans C.L, 1975); (Kamanji K., 1979); (Mutombo H, 2013).

moyenne arithmétique. La gamme des susceptibilités mesurables par l'appareil s'étend de 10^{-6} SI à $9999,99 \times 10^{-3}$ SI pour le capteur à double fréquence.

Les données sont ensuite transférées sur la plate-forme de "GeoView version 2.1.4", qui permet l'affichage et l'exportation vers d'autres périphériques. La compilation finale et l'analyse statistique a été faite sur les plates-formes de Excel 2010 et "Origin Lab". Les données sont interpolées et maillées sur la plate-forme "Geosoft".

4 PRESENTATION DES RESULTATS ET INTERPRETATION

La campagne géophysique aéroportée et terrestre effectuée pour la recherche des pipes kimberlitiques dans le site sous étude a permis de mettre en évidence non seulement les deux occurrences kimberlitiques, mais aussi les différentes formations géologiques dans lesquelles, elles sont encaissées (figure2). De cette campagne, plusieurs points ont été levés et nous ont permis d'avoir les différentes susceptibilités magnétiques de chaque formation. Grâce à leurs susceptibilités, nous avons pu réaliser les différents logs stratigraphiques du site sous étude dans le souci d'en découvrir l'emplacement des amas kimberlitiques éventuels.

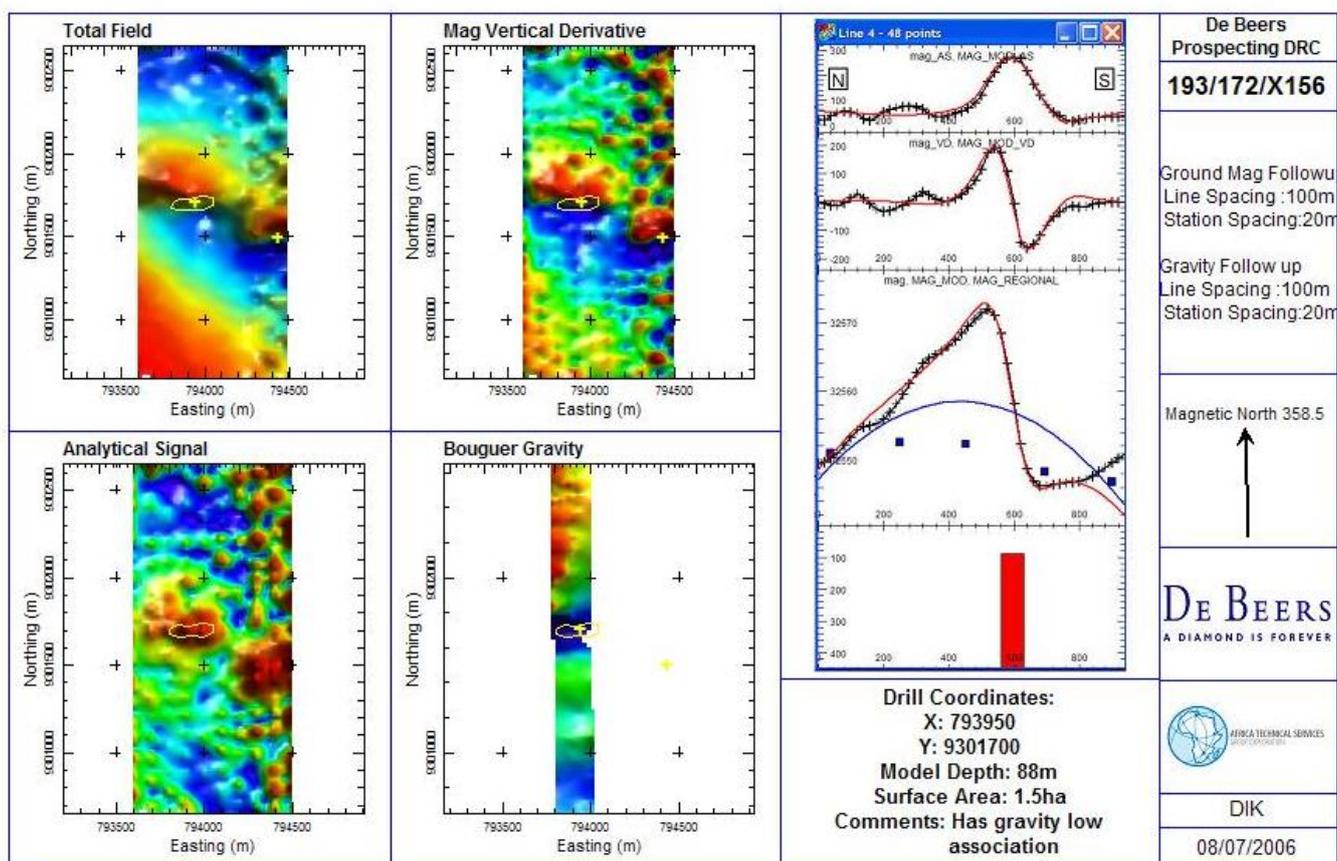


Fig. 2. Superposition des anomalies Magnétique et Gravimétrique du site de Kabimba

Ces logs sont repris ici-bas et on y retrouve d'une part, les coordonnées géographiques (latitude, longitude et altitude) et d'autre part, les différentes formations géologiques traversées avec respectivement leurs magnitudes ainsi que leurs descriptions.

LATITUDE 9322892
 LONGITUDE 803389
 ATITUDE 541
 UTM 34S

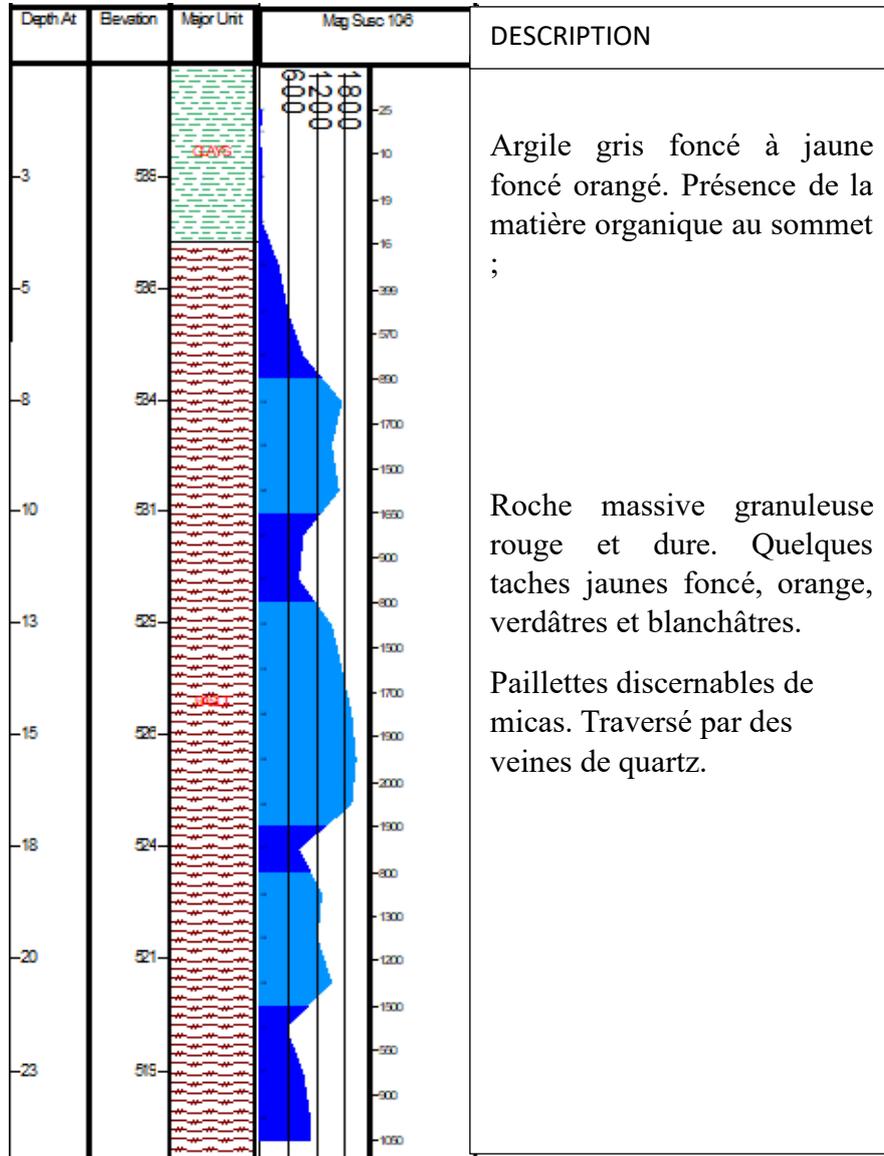


Fig. 3. Log de forage position 1

LATITUDE 9328703
 LONGITUDE 788901
 ATITUDE 607
 UTM 34S

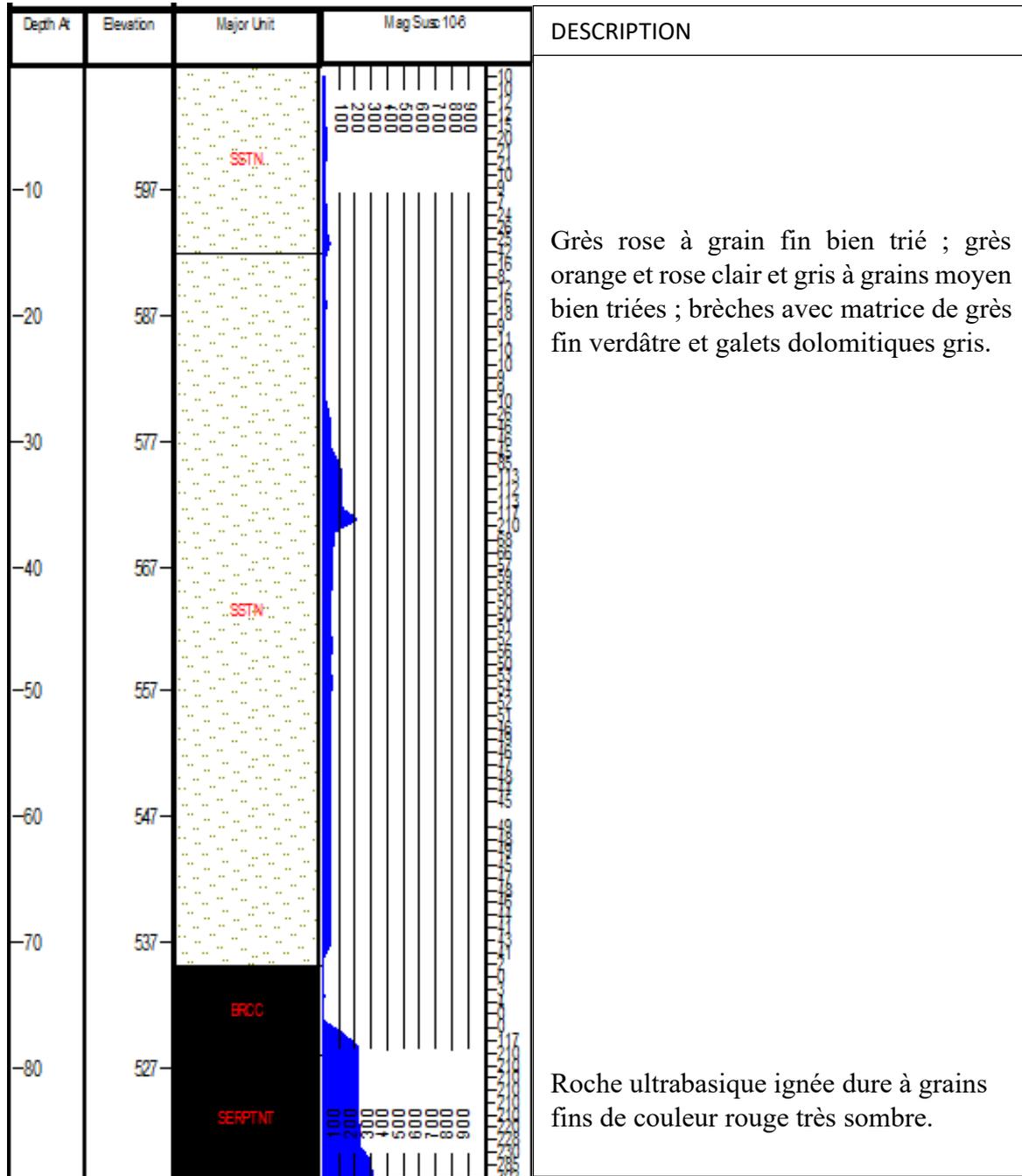


Fig. 4. Log de forage position 2

LATITUDE 9309574
 LONGITUDE 755680
 ATITUDE 735
 UTM 34S

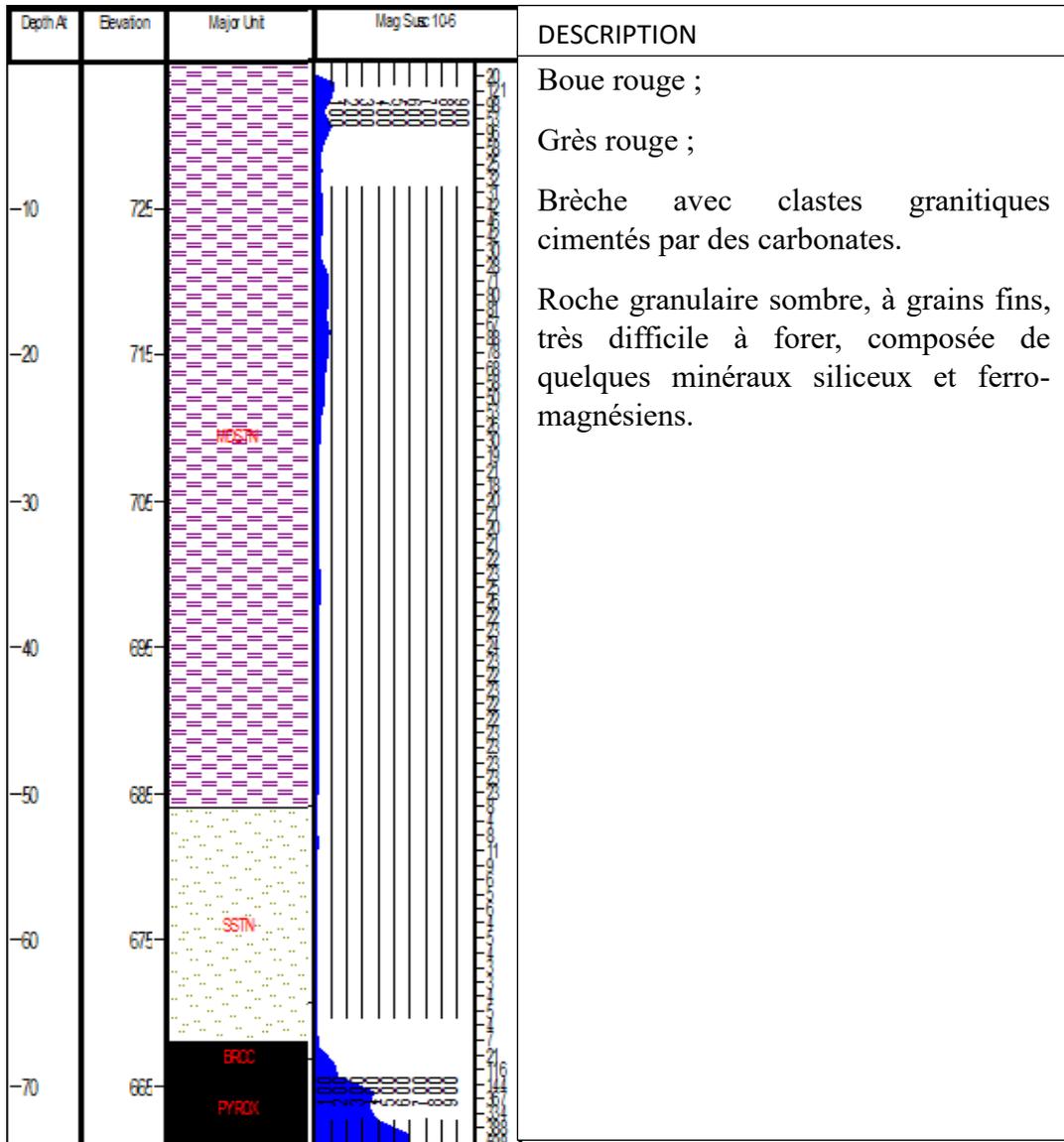


Fig. 5. Log de forage position 3

LATITUDE 9294282
 LONGITUDE 742417
 ATITUDE 754
 UTM 34S

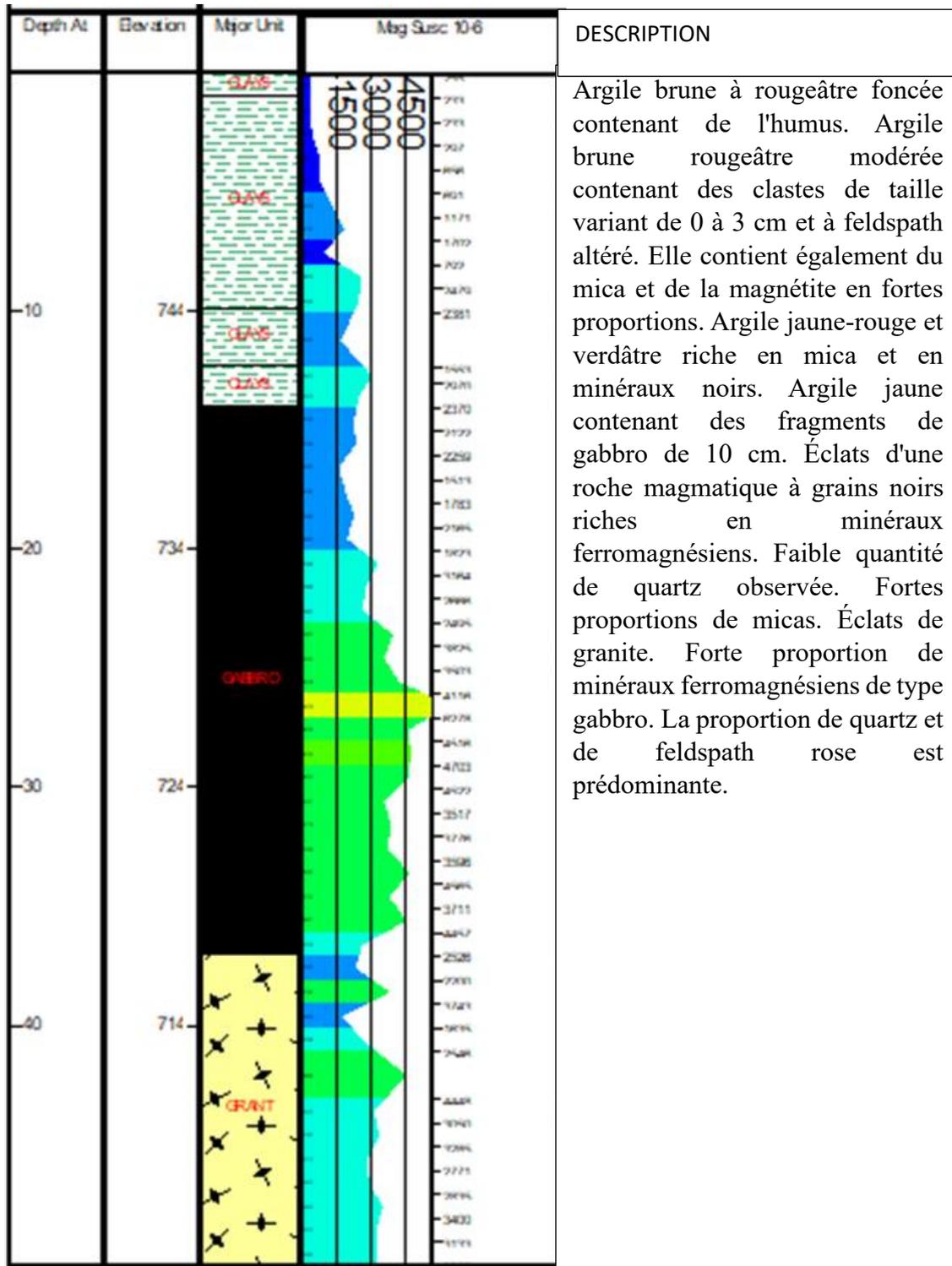


Fig. 6. Log de forage position 4

LATITUDE 9305820
 LONGITUDE 752649
 ATITUDE 5684
 UTM 34S

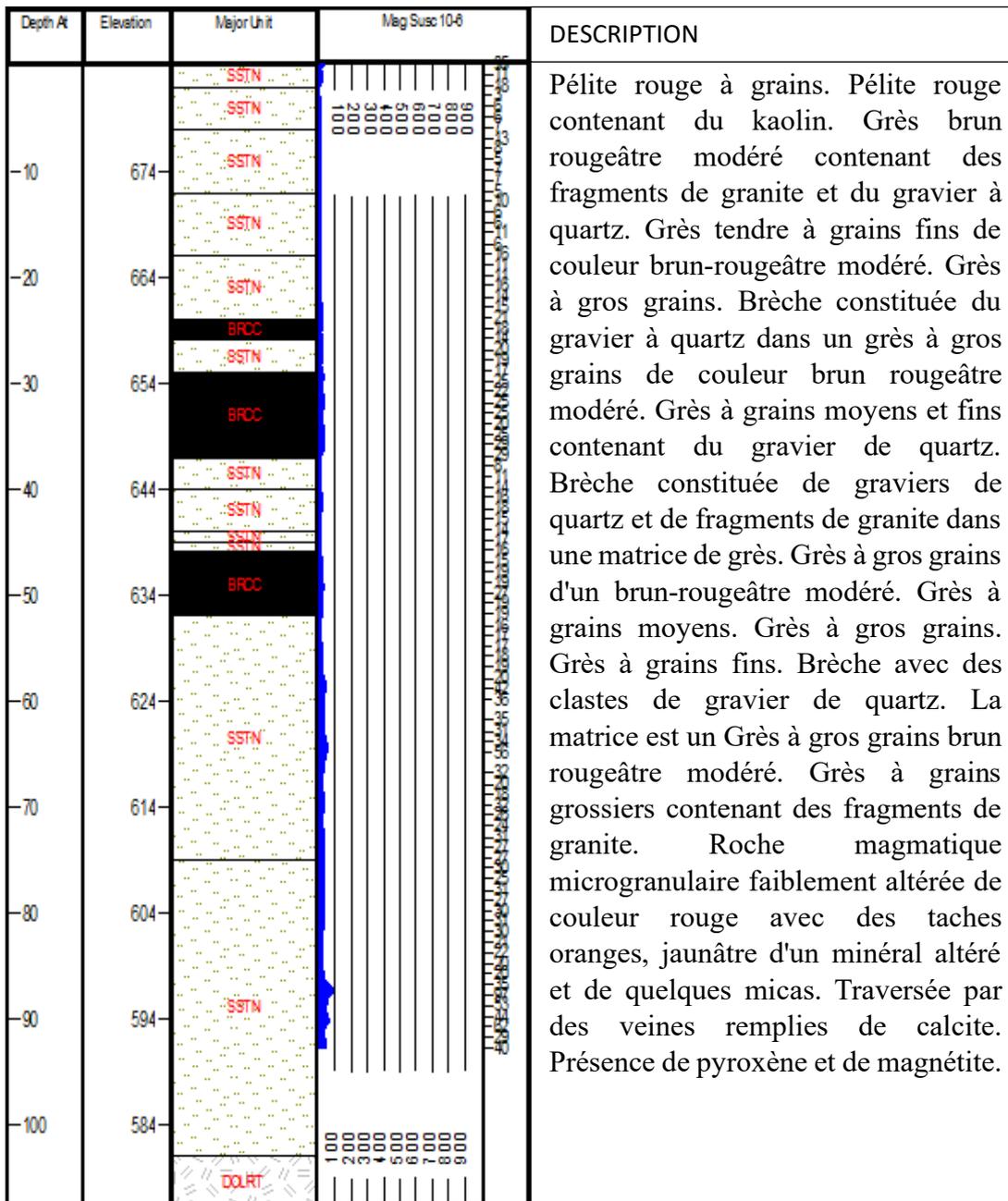


Fig. 7. Log de forage position 5

LATITUDE 9310507
 LONGITUDE 763299
 ATITUDE 734
 UTM 34S

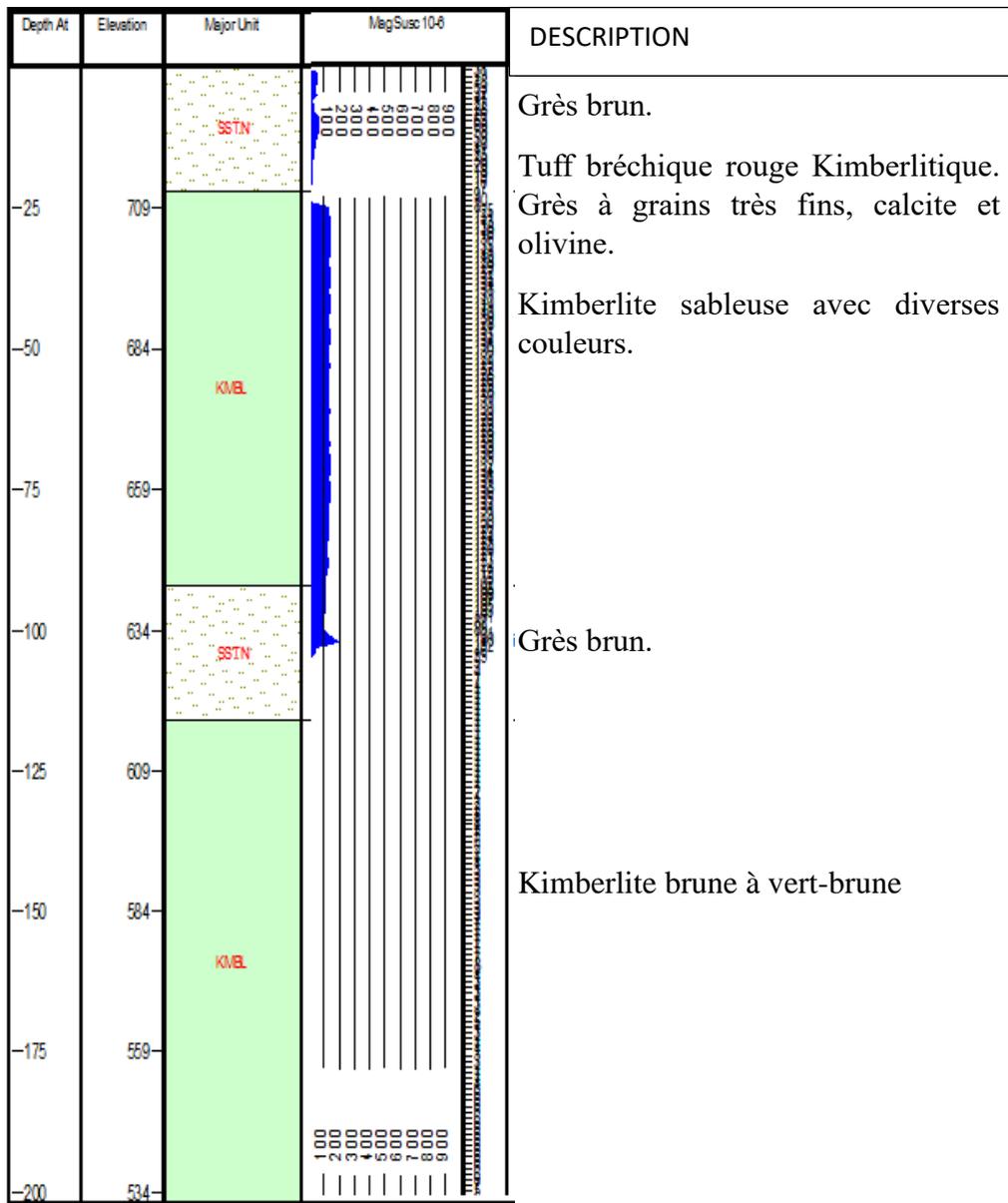


Fig. 8. Log de forage position 6

LATITUDE 9310266
 LONGITUDE 751950
 ATITUDE 680
 UTM 34S

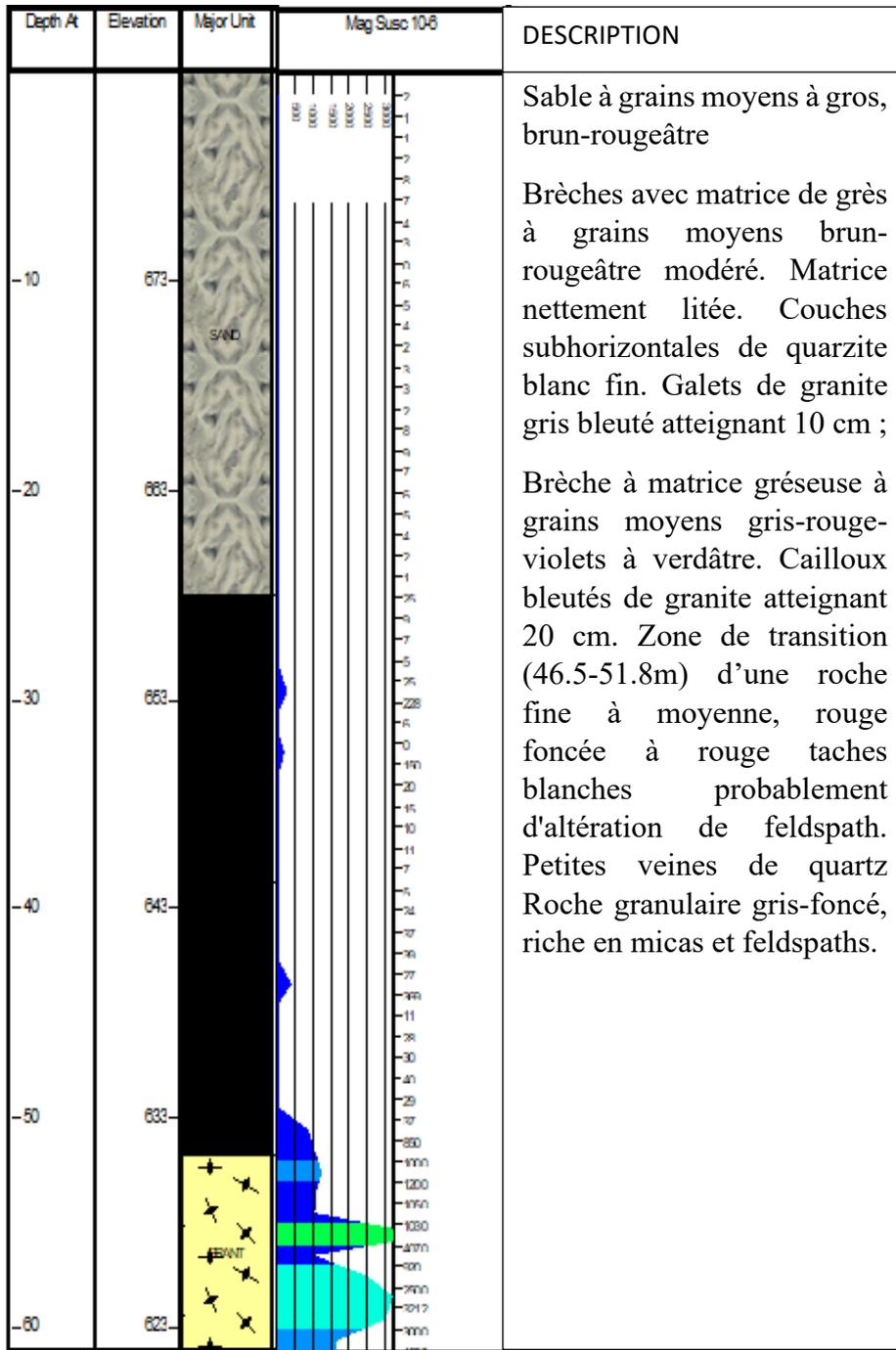


Fig. 9. Log de forage position 7

LATITUDE 9301720
 LONGITUDE 796600
 ATITUDE 692
 UTM 34S

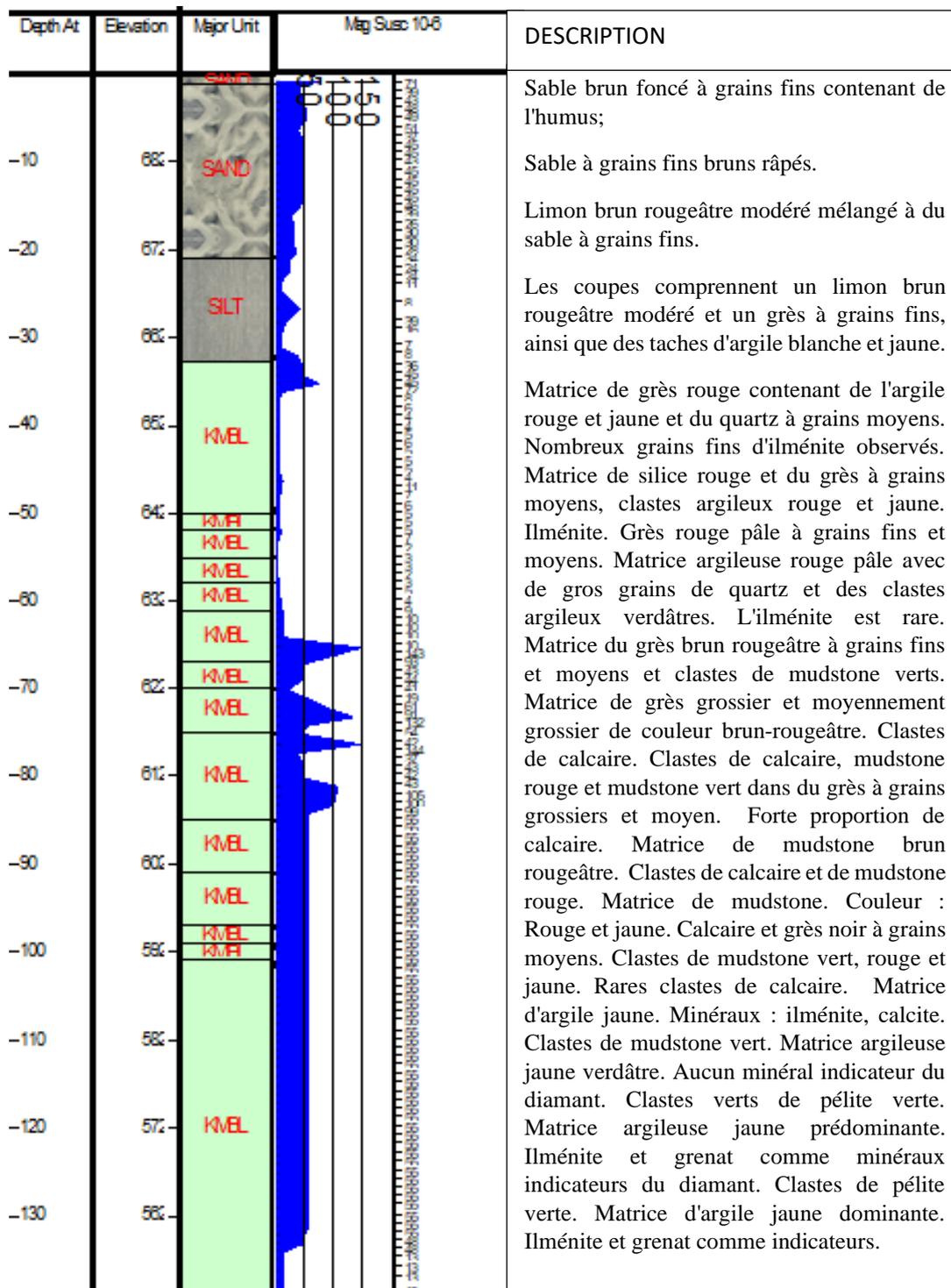


Fig. 10. Log de forage position 8

5 DISCUSSION ET CONCLUSION

Les kimberlites sont souvent décrites sous forme de pipes, soit des cheminées volcaniques montrant un diamètre inférieur au Km et des profondeurs allant jusqu'à 2500 m. Elles forment des essaims de 10 à 40 corps répartis sur quelques hectares (Jébrak et Marcoux, 2008). La forme des kimberlites peut être associée à trois faciès généraux, en fait ces faciès sont dérivés principalement des kimberlites diamantifères de l'Afrique du Sud (Kjarsgaard, 2007)

Selon les études (Winter, 2001) et (Kjarsgaard, 2007), la minéralogie d'une kimberlite peut être divisée en deux groupes, le premier groupe est une kimberlite ultramafique qui se retrouve sur tous les continents et le second groupe est une kimberlite micacée qui se retrouve seulement en Afrique du Sud (Winter, 2001).

Les pipes kimberlites sous étude sont classées parmi celles du type 1 ultramafique qui montre des xénolites (fragments étrangers dans une roche, comme le diamant des kimberlites) en addition à une texture commune inéquigranulaire par la présence de macrocristaux, un terme non-génétique qui décrit les cristaux avec un diamètre de 0.5 à 10 mm, dans une matrice finement grenue. Ces macrocristaux sont arrondis à anhédrale et fragmentés, souvent constitués d'olivine. Les macrocristaux peuvent être des xénocristaux ou des mégacristaux (cristaux de 1 à 20 cm). Les xénocristaux des kimberlites (constitués de xénolites désagrégés de roches du manteau) sont constitués des minéraux suivants: ilménite, grenat de type Cr-pyrope, forstérite, spinel chromifère, Cr-diopside, bronzite, chromite, grenat almandin-pyrope, amphibole et phlogopite. Les mégacristaux quant à eux montrent les minéraux suivants: Ti-Cr-pyrope, Mg-ilménite, Cr-diopside, enstatite, phlogopite et zircon. On peut voir également des phénocristaux primaires, comme la forstérite et le spinel. La matrice des kimberlites est formée typiquement d'une deuxième génération d'olivine fine de forme subhédrale à euhédrale avec des proportions variables de minéraux primaires tels que la perovskite, la monticellite, le spinel, la phlogopite et l'apatite. Les kimberlites montrent des différences entre elles, comme la présence de carbonate et serpentine tardive ou la présence de phase accessoire en rutile. Il peut avoir un remplacement de phases minérales primaires et de macrocristaux en serpentine, diopside, calcite et/ou magnétite, ce qui est commun dans des systèmes riches en volatile qui refroidissent.

Celles de la zone sous étude se présentant sous forme des pipes de bena Kabimba comprennent des Kimberlites vertes et rouges, riches en quartz et contenant des quantités variables d'olivine et de magmaclastes kimberlitiques. Elles ont été interprétées comme des kimberlites volcanoclastiques résédimentées. (Mutombo H, 2013). Les données géophysiques combinées indiquent deux pipes kimberlitiques adjacentes avec des cratères collés d'une superficie combinée d'environ 28Ha. Ils ont une étendue de 19ha et 9ha respectivement pour Kabimba 1 & 2. (Mutombo H, 2013)

Les données géophysiques gravimétriques et magnétiques à haute résolution ont été modélisées et ils fournissent une estimation combinée de la superficie et la profondeur des kimberlites de Kabimba. La zone à haut degré de confiance confirmée par les modèles superposés magnétique et gravimétrique montre une superficie de 8 ha. En revanche la partie à faible degré de confiance, présentée par seules les données gravimétriques totalise 28ha. Ceci pourrait être interprété de manière à délimiter un feeder magnétique de 8ha contre un cratère non magnétique de 28ha. Cette superficie est confirmée par les résultats de forage. Il est supposé que la partie magnétique de la Kimberlite correspond à une plus grande teneur juvénile de diamant dans la kimberlite.

Kjarsgaard, 2007, montre que les champs de kimberlites dans les cratons anciens de plus de 1,5 Ga sont typiquement contrôlés par des forts linéaments. Ces forts linéaments sont liés à un contrôle structural profond. En effet, des zones de cisaillement ou des fractures profondes sont révélés à l'aide de levés géophysiques tout au long des champs linéaires de kimberlites. Ces zones de contrôles structuraux auraient des racines dans le manteau et pourrait ainsi se réactiver à divers périodes dans le temps. Il est important de noter que les diamants sont généralement beaucoup plus vieux que la roche hôte, en fait la roche hôte montre des âges entre 600 Ma et 50 Ma pour la plupart, on peut reconnaître des épisodes favorables à la formation des kimberlites. Les kimberlites se trouvent préférentiellement dans de vieux cratons avec un gradient thermique faible, c'est-à-dire des cratons de 2, 5 Ga à 3,6 Ga.

Les profondeurs de formation du magma kimberlitique sont dérivées de la présence de majorité (grenat de très haute pression) en inclusion dans les diamants (Jébrak et Marcoux, 2008). L'emplacement de kimberlites suit des linéaments tectoniques liés à un contrôle structural profond, les kimberlites forment ainsi des champs de plusieurs kimberlites (Kjarsgaard, 2007).

Les données géophysiques appuyées par celles de forages effectués dans ce site, ont permis de confirmer l'existence de deux occurrences kimberlitiques à deux cratères contigus d'environ 28ha formant 2 pipes kimberlitiques jumeaux. Les rapports de forage et la description pétrographique des différentes carottes de forage ayant permis l'élaboration de logs stratigraphiques indiquent que la kimberlite est assez profonde, elle a été recoupée sans fin jusqu'à plus de 225m. Cette position à kimberlite profonde semble être dans sa racine. En outre, ces occurrences kimberlitiques sont riches en quartz et pauvre en substances juvéniles par dilution du fait qu'elles sont intrusives dans les sédiments fluviaux mal consolidés. (Mutombo H, 2013).

En se basant sur son étude, FIEREMANS C. (1966), a proposé un log stratigraphique type pour ce qui est de la Kimberlite du Kasai. Cette coupe stipule que l'ensemble de massifs Kimberlitique du Kasai comprend de haut vers le bas:

- Une couverture stérile reprenant, le sable argileux brun rouge;
- Un gravier à boulders de grès polymorphes. Ce gravier pouvant atteindre une épaisseur de 4 m renferme une forte teneur en diamant;
- Une couche ou lentilles sablo-argileuses à boules de kaolin avec forte teneur en diamant pouvant atteindre 20 m d'épaisseur;
- Une Kimberlite lessivée;
- Une Kimberlite cimentée

Cette succession est conforme à celle de formations géologiques rencontrées dans le site sous étude au regard des différentes données géophysiques et forages effectués (logs stratigraphie figure 3-10). Sur ces derniers, nous constatons dans l'ensemble l'absence de certaines formations géologiques ou niveaux lithologiques sur certains logs; fait qui traduit l'existence des lacunes lithologiques dans cet espace. La modélisation et l'évaluation de la teneur en diamant de ces pipes kimberlitiques restent à étudier.

REFERENCES

- [1] Allard M et Bois D, 1999: La géophysique appliquée à l'exploration minérale, Centre collégial de développement de matériel didactique, Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue, Québec, 352p.
- [2] Boszczuk, Cheng, Hammouche, Roy, Lacroix et Cheilletz, 2011: A 3D gravity data interpretation of the Matagami mining camp, Abitibi Subprovince, Superior Province, Québec, Canada: Application to VMS deposit exploration: Application to VMS deposit exploration. *Journal of Applied Geophysics*, 75 (1), 77-86p.
- [3] Bultot, F., 1954, Notice de la carte des zones climatiques du Congo Belge et au Rwanda-Uniadi, AC. Moy. Sc. Col, Atlas général du Congo, 33p.
- [4] Cahen, L., 1951, Données nouvelles concernant la géologie et la géomorphologie du Kasai-Oriental, *Ann. Soc. Géol. Belg.* 122p.
- [5] Cahen, L. 1954: Géologie du Congo belge. Vaillant-Carmanne, Liège, 580 pp.
- [6] Dawson J.B., 1967: Advance in Kimberlite, *Earth, SC. Rev*, 1971, J, 187 – 214.
- [7] Delhal, J. (1977): Le complexe tonalitique de Kanda Kanda et données géochronologiques comparées des unités Archéennes du Kasai. *Mus. Roy. Afr Central*, Tervuren (Belg), Dépt. géol. Min., Rapp. Ann.1976, pp 64-83.
- [8] Delhal, J. (1991): Situation géochronologique 1990 du précambrien du Sud Kasai et de l'Ouest du Shaba. *Mus. Roy. Afr. Centr*, Tervuren (Belg), Dépt. Géol. Min, Rapp. Ann 1989-1990. pp 119-125.
- [9] Duvigneaud P.et J. LEONARD, 1953: Carte Schématique des principaux aspects de la végétation au Congo belge, les naturalistes, Belges, 34p.
- [10] Fiermans C.L. 1966: Contribution à l'étude pétrographique de la brèche kimberlitique de Bakwanga, *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, 92p.
- [11] Fiermans C.L., 1975: géologie des gisements de diamant de Mbujimayi, *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, 99p.
- [12] Focan, A. et W. Mullenders, 1955: saisons et périodes sèches et plusieurs au Congo Belge, *Publ. INEAC*.55 p.
- [13] Foucault, A; Raoult, S.F. 1995, Dictionnaire de géologie, éd. Masson, Paris, 4876 p.
- [14] Gilson, P. et L. Liben, 1960, Etude des sols dans le Kasai, *Service Géographique Congo-Belge*, 66p.
- [15] Kambi, D., 2001, phénomène de ravinement dans la ville de Mbujimayi (Rep. Démo. Congo). *géographie*, 10-17, ISP.
- [16] Kjarsgaard, B. A., 2007. Kimberlite diamond deposits, in Goodfellow, W.D., ed., *Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods: Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication No. 5*, p.245-272.
- [17] Jébrak, M. et Marcoux, E., 2008. *Géologie des ressources minérales, Ressources naturelles et Faune Québec*, Québec, 636 p.
- [18] Lepersonne, J. 1974: Carte géologique du Zaïre dressée par les géologues du Mus. Roy. Afr. Centre. Et du BGRM sous sa direction. Dessinée au Musée et imprimée à l'I.G.M., Bruxelles.
- [19] Kamanji K., 1979: étude minéralogique et pétrographique des différentes enclaves dans le massif Kimberlitique de Tshibwa. *Mém. Lic. Fac. Sc; Univ. Lub* 68.
- [20] Kampata M., 1993: Minéralogie et géochimie des Kimberlites du haut PLATITUDEeau de Kundelungu (Katanga, Congo), thèse, Univ. Louvain, 77-88p.
- [21] Kpirgbéne W, 2016: Cartographie géologique par méthode magnétique aéroportée: application à deux zones de la région de l'abitibi-témiscamingue, *mém. Univ. Québec*, 153p.
- [22] Mutombo H, 2013: Ebauche d'évaluation des ressources kimberlitique de Kabimba, *Cahier de l'Univeristé Officielle de Mbujimayi*, n°5, 113-151p.
- [23] Polinard, E. 1925: Constitution géologique des régions de la Bushimaie et de la Lubi aux confins de la Province Congo-Kasai et Katanga. *Ann. Soc. Géol. Belg., Publ. Rel.C.B.*, 52, 4, C. 179-218.
- [24] Polinard, E. 1935: La géographie physique de la région du Lubilash, de la Bushimaie et de la Lubi vers le 6° parallèle Sud. *Mém. Inst. Roy. Col. Belge, sc.nat. et méd.*, in-4°, 4, 1, 31pp.

- [25] Raucq, P. 1956: Coupe dans le Mésozoïque de la région de Bakwanga -Kasaï, Congo belge. Ann. Soc. Géol. Belg., 79, B. 249-276 pp.
- [26] Raucq, P. 1970: Nouvelles acquisitions sur le système de la Bushimay. Ann. Mus. Roy. Afr. Centr., Tervuren, Belg. n°69,156p.
- [27] Raucq, P. (1975, Succession des évènements géologiques de système de Bushimay, Géol. Congo, 214p.
- [28] NVuemba N, 1980: Minéralogie des mégacristaux, des xénolites éclogitiques et granulitiques et des inclusions minérales dans les diamants provenant de la kimberlite du Kasaï-Oriental (Congo), thèse, Univ. Louvain, 44-67p.
- [29] Winter, J. D., 2001. An introduction to igneous and metamorphic petrology. Prentice-Hall, Upper Saddle River, N.J., 697 p.