



**Caractérisation lithologique préliminaire du forage d'eau de CIBOMBO 1 a Mbujimayi,
province du Kasai-Oriental, République Démocratique du Congo**

¹CITENGA KABENGELE Gaston, ¹KABEMBA KALONJI Giresse, ¹NLANDU LAKULA Maurice, ¹MUNYINGA Lunda Francis, ¹MUFUTA WA MUFUTA Joseph, ¹MBAYA LUKEBA Charmante, ¹LUTUMBA LENGE Jean Michel, ¹NGALAMULUME TSHITOKA Flarice, ¹MBO - MUNDILA – Rica

²Centre de Recherches Géologiques et Minières (CRGM), B.P.898 Kinshasa/Gombe, Ministère de la Recherche Scientifique et Innovation Technologique, R.D.Congo

This is an open access article under the [CC BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) license.



Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.23474917>

Résumé

Cette étude porte sur la caractérisation lithologique préliminaire du forage d'eau Cibombo 1, située dans la ville de Mbujimayi, en République Démocratique du Congo. L'objectif principal est d'identifier et de décrire les formations géologiques traversées au cours des travaux de foration afin d'établir une première approche de la succession lithologique du forage. La caractérisation repose sur les observations et les données directement obtenues pendant la foration. Les résultats mettent en évidence une succession comprenant des sables grossiers et meubles brunâtres, des sables argileux semi-consolidés, des grès et des calcaires présentant différents degrés d'altération, de compacité, de fracturation et dissolution. Les formations calcaires montrent notamment une forte variabilité, avec des niveaux de calcaire altéré, calcaire dur, calcaire dur fracturé, calcaire très fracturé et niveaux fortement dissous. Cette organisation lithologique traduit une évolution verticale des formations, depuis des matériaux meubles et semi-consolidés vers des formations rocheuses consolidées. La caractérisation obtenue constitue une base préliminaire pour la compréhension de la succession géologique traversée par le forage et fournit des éléments utiles aux investigations hydrogéologiques ultérieures.

Mots-clés : Cibombo 1, Mbujimayi, caractérisation lithologique, forage d'eau, sables argileux, grès, calcaire, fracturation.

Abstrast

This study focuses on the preliminary lithological characterization of the Cibombo 1 water well, located in Mbujimayi, Democratic Republic of Congo. The main objective is to identify and describe the geological formations encountered during drilling in order to establish a preliminary interpretation of well's lithological succession. The characterization is based on observations and data collected directly during drilling operations. The results reveal a succession consisting mainly of coarse and loose brown sands, semi-consolidated clayey sands, sandstone, and limestone displaying different degrees of weathering, consolidation, fracturing, and dissolution.

The limestone formations show significant variability, including weathered limestone, hard limestone, fractured hard limestone, highly fractured limestone, and strongly dissolved intervalls. This lithological organization reflects a vertical transition from loose and semi-consolidated materiels to more consolidated rock formations. The resulting characterization provides a preliminary basis for understanding the geological succession intersected by the well and supplies useful information for subsequent hydrogeological investigations.

Keywords : Cibombo 1, Mbujimayi, lithological characterization, water well, clayey sands, sandstone, limestone, fracturing.

1. Introduction

L'eau souterraine constitue une ressource essentielle pour l'alimentation en eau des populations, particulièrement dans les régions où les ressources en eau de surface sont insuffisantes, irrégulières ou difficilement exploitables. Son exploitation repose principalement sur la connaissance des formations géologiques susceptibles de contenir, de transmettre et de stocker eau. Dans ce contexte, l'étude de la lithologie traversée par les ouvrages de captage constitue une étape fondamentale pour comprendre les conditions hydrogéologiques d'un secteur et d'apprécier les possibilités d'exploitation des aquifères.

La lithologie décrit la nature, composition, la texture et l'organisation des formations géologiques rencontrées en profondeur. Dans le cas d'un forage d'eau, son étude permet notamment d'identifier les différentes formations traversées, de déterminer leur succession verticale et de mettre en évidence les niveaux susceptibles de présenter des propriétés aquifères. L'analyse lithologique peut ainsi fournir des informations importantes sur la présence de matériaux perméables, tels que les sables et certains grès, mais également sur l'existence de formations moins perméables, notamment les niveaux argileux qui peuvent jouer un rôle semi-perméables ou de barrières hydrauliques (Delpomdor et al, 2013).

Dans les formations carbonatées, la présence de fissures et fractures peut également favoriser la circulation et l'emmagasinement de l'eau souterraine.

La ville de Mbujimayi, située dans la province du Kasai-Oriental en République Démocratique du Congo, connaît des besoins importants en eau potable liés à l'accroissement de la population et au développement des activités urbaines (Kambi. 1986).

Dans ce contexte, le recours aux eaux souterraines à travers la réalisation de forages constitue une solution importante pour renforcer l'approvisionnement en eau. Toutefois, l'exploitation rationnelle de cette ressource nécessite une bonne connaissance du contexte géologique et hydrogéologique local, notamment de la nature des formations traversées par les ouvrages captables (Delpomdor et al. 2013).

Le secteur de Cibombo 1 présente ainsi un intérêt particulier pour l'étude des formations géologiques rencontrées en profondeur. Le forage d'eau étudié constitue une source d'informations directes permettant d'établir une première description de la succession lithologique du sous-sol. Les données issues de la réalisation du forage peuvent notamment renseigner sur la profondeur des différentes couches, leur nature lithologique, leur épaisseur et leur disposition verticale. Ces informations constituent une base essentielle pour établir une interprétation préliminaire des conditions géologiques et hydrogéologiques du site.

Cette étude constitue donc une contribution préliminaire à la connaissance du sous-sol et des ressources en eau souterraines du secteur de Cibombo 1. Elle pourra servir de base à des investigations complémentaires destinées à préciser les caractéristiques de géométrie, hydrodynamiques et structurales de l'aquifère exploité par le forage (Mayiba et al., 2023).

2. Contexte géographique, géologique et hydrogéologique

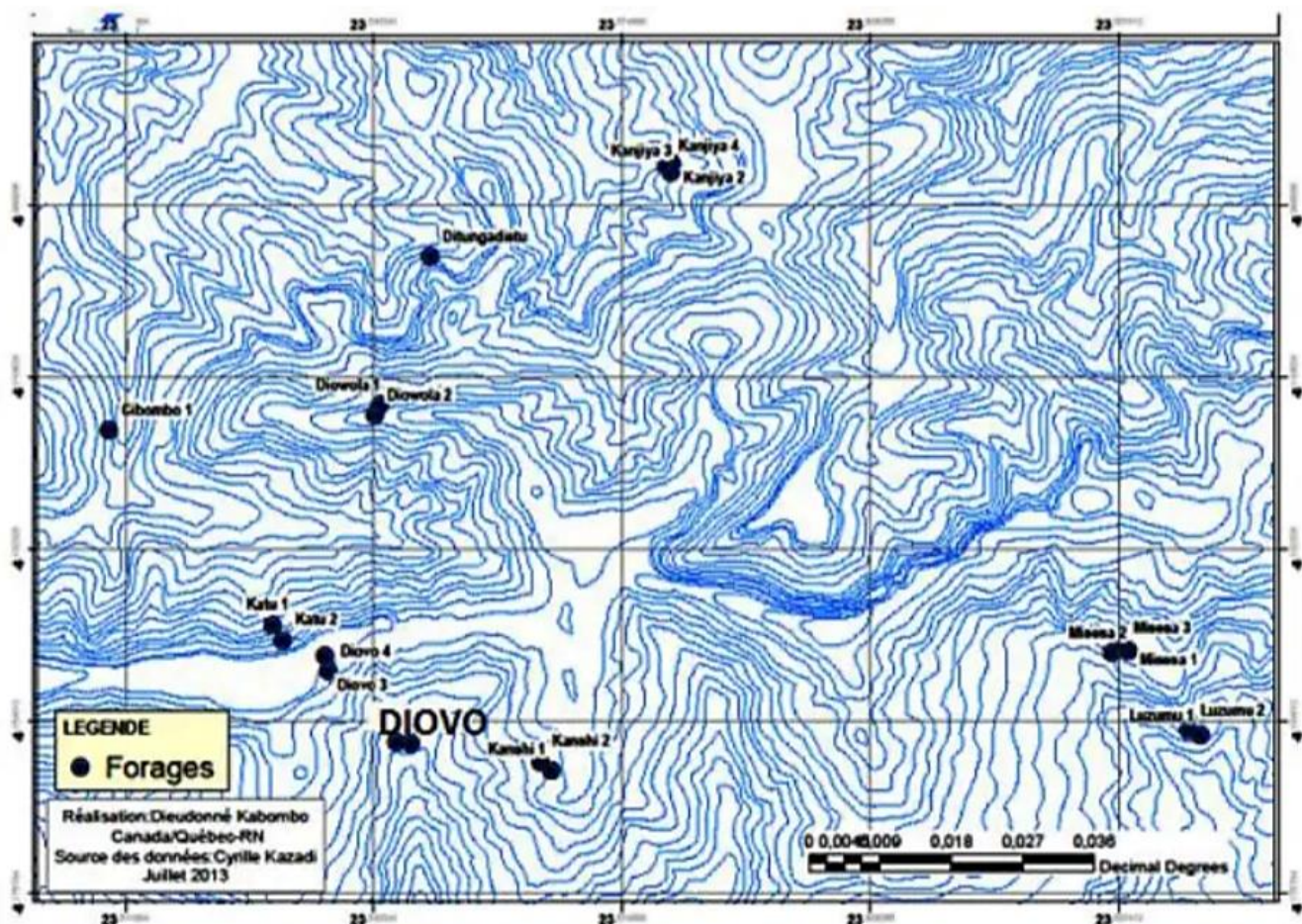
2.1. Contexte géographique

Le forage Cibombo 1 est implanté dans la commune de Bipemba, ville de Mbujimayi, Chef-lieu de la province du Kasai-Oriental, au centre-sud de la République Démocratique du Congo, il s'inscrit dans le système d'adduction d'eau potable du réseau ASUREP R5-Tshimuangi, mis place dans le cadre des programmes d'amélioration de l'accès à l'eau potable dans la ville de Mbujimayi. Le site du forage est localisé à -6,119650 de la latitude Sud et 23,509106 de longitude Est.

Ce forage est installé sur un plateau dont l'altitude moyenne est d'environ 687 m. le relief est caractérisé par une variation altimétrique importante, avec des secteurs plus élevés vers le Nord-Ouest et les secteurs bas vers les vallées et les zones de confluences. Le réseau hydrographique est principalement organisé autour de la rivière Mbuji-mayi et ses affluences, notamment les rivières Kanshi et Muya. Cette configuration topographique et hydrographique joue un rôle important dans la circulation et la recharge des eaux souterraines (A. KAMBI, 1984)

Mbujimayi bénéficie d'un climat tropical humide, caractérisé par une alternance entre une saison des pluies, généralement de novembre à avril, et une saison sèche, principalement de mai à septembre, avec une période de transition autour d'octobre (A. KAMBI, 1984).

Figure 1. Cartographie des points de forages d'eau



1.1. Contexte géologique et hydrogéologique

La ville de Mbujimayi est située au centre-sud de la République Démocratique du Congo, dans la province du Kasaï-Oriental. Elle appartient à un domaine géologique caractérisé par l'association de formations sédimentaires anciennes et de matériaux superficiels plus récents. Le contexte géologique régional est notamment marqué par les formations du super groupe du Kasaï, ainsi que par des unités lithologiques qui ont été affectées par différentes phases de déformation, d'altération et d'érosion (Delpomdor et al. 2013).

La géologie de Mbujimayi (Raucq 1977) présente un intérêt particulier pour l'hydrogéologie, car la circulation et le stockage des eaux souterraines dépendent directement de la nature des formations rencontrées, de leur degré d'altération et de leur fracturation. Les contrastes lithologiques entre les niveaux sableux, argileux, gréseux et carbonatés peuvent ainsi produire des variations importantes de résistivité électrique et de perméabilité.

Dans la ville de Mbujimayi, le substratum géologique est localement recouvert par des formations superficielles issues principalement de l'altération des roches en place et de leur érosion. Ces

matériaux superficiels peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur dans certains secteurs. Leur composition varie suivant les conditions topographiques, la nature de la roche mère et l'intensité de l'altération.

Les formations sédimentaires constituent une composante importante du contexte géologique de Mbujimayi. Elles comprennent notamment des niveaux à dominante gréseuse, sableuse, argileuse et carbonatée. Leur organisation verticale et latérale n'est nécessairement uniforme sur l'ensemble de la ville.

Les grès correspondent à des roches détritiques constituées principalement de grains de sable consolidés. Leur comportement hydrogéologique dépend fortement de leur granulométrie, de leur degré de cimentation et surtout de leur fracturation. Un grès relativement compact et peu fracturé peut présenter une faible perméabilité primaire, alors qu'un grès fracturé peut permettre une circulation appréciable de l'eau.

Les niveaux de sables sont généralement plus favorables à l'infiltration et à la circulation de l'eau lorsque leur teneur en argile demeure faible. La présence de pores intergranulaires permet alors à l'eau de circuler dans la formation. Toutefois, lorsque les sables sont fortement mélangés à l'argile, leur perméabilité diminue considérablement.

Les argiles, quant à elles, possèdent généralement une faible perméabilité. Elles peuvent jouer le rôle de niveaux semi-perméables ou de barrières hydrauliques entre deux horizons aquifères. Elles peuvent également retenir une quantité importante d'eau dans leurs pores sans permettre une circulation rapide.

Les formations carbonatées, notamment les calcaires, jouent un rôle particulièrement important dans l'interprétation hydrogéologique de la région. Le calcaire possède une porosité primaire généralement limitée, mais sa capacité à transmettre l'eau peut devenir importante lorsqu'il est affecté par des fissures, des fractures ou des phénomènes de dissolution. Ainsi, un calcaire fissuré peut constituer un horizon aquifère intéressant. Dans ce cas, l'eau ne circule pas nécessairement dans la matrice de la roche, mais préférentiellement dans les discontinuités qui traversent.

La structure du sous-sol constitue un facteur déterminant pour la circulation des eaux souterraines. Les fractures, diaclases et autres discontinuités peuvent augmenter considérablement la perméabilité d'une roche initialement peu perméable. Dans les formations gréseuses et surtout carbonatées, une forte fracturation peut ainsi transformer une roche compacte en milieu aquifère. Les fractures peuvent également mettre en communication différents horizons géologiques (Mayiba et al., 2023)

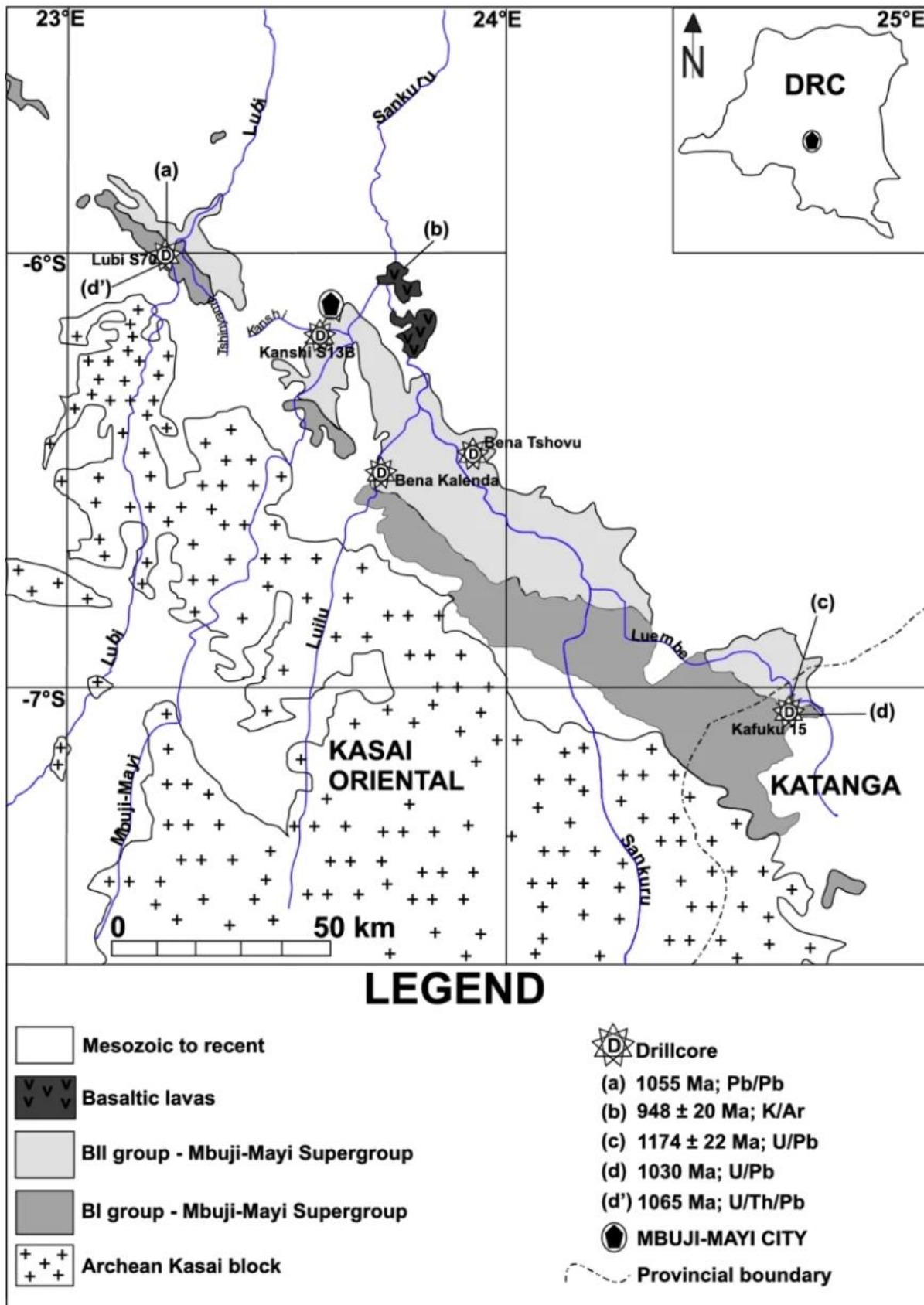


Figure 2. Carte géologique de la ville de Mbuji-Mayi source Musée Royal de l'Afrique central

3. Matériels et méthodes

Pour élaborer ce présent travail, nous avons recouru aux méthodes : descriptive, analyse documentaire des archives, compilation des données spatiale a l'outil de système d'information géographique, nous avons fait les observations directes et les questionnaires sur terrain.

La réalisation du forage Cibombo 1 a été effectuée suivant la technique de forage rotary. Cette méthode nécessite un ensemble d'équipements permettant la perforation des formations géologiques, l'évacuation des déblais et la stabilisation des parois du forage. Le dispositif de forage Cibombo 1 comprend principalement une machine rotary munie d'un mat et d'une tête de rotation, un train de tiges de forage ainsi qu'un outil de coupe de type trépan ou tricône.

Le système de circulation comprend une pompe à boue, des conduites et des bacs destinés à la préparation et au stockage du fluide de forage. La boue de forage assure plusieurs fonctions, notamment le refroidissement et la lubrification de l'outil, l'évacuation des déblais vers la surface et la stabilisation des parois du trou.

Après l'avancement du forage, l'équipement comprend les tubes pleins, les éléments crépines placés au droit des niveaux aquifères et massif filtrant constitué de gravier. Des opérations de scellement peuvent également être réalisées afin d'assurer la protection et l'étanchéité de l'ouvrage. Enfin, compresseur et différent équipements de développement peuvent être utilisés pour nettoyer le forage et améliorer ses conditions de production (Mayiba. 2023).

Le forage et le tubage a différents diamètre du haut vers le bas se présente de la manière suivante :

- De 0 à 12mbgl : perçage par 24"
- De 0 à 12mbgl : tubage de 20" TA1, tubage en acier doux lisse pour empêcher l'effondrement de la partie supérieure non fixée couche
- De 12 à 116m sous le niveau du sol : forage au tricône de 17" de diamètre, fin de la zone de couverture, a 116m sous niveau du sol : quelques mètres dans une roche calcaire dure.
- De 0 à 116mbgl : tubage de diamètre 14", tubage en acier doux, séparateur de roche dure de réouverture pour empêcher l'effondrement dû au recouvrement.
- Installation du tubage de diamètre 8" TA3 a 183,3bgl, construction du puits.

La profondeur prévisionnelle de forage est de 210 m.

4. Résultats et discussions

Vaste de 135 km², Mbujimayi est une ville située dans une région karstique. Ses coordonnées géographiques sont 6°8' latitude Sud et 23°35' longitude Est. Cette ville se situe à environ 950 km à l'Est de Kinshasa, la capitale du pays ; à 132 km de la ville de Mwene-Ditu, à 150 km de la ville de Kananga et à mi-chemin entre Lubumbashi et Kinshasa.

L'étude du forage d'eau Cibombo 1 est portée sur une nappe aquifère profonde contenue principalement dans les formations calcaires fissurées du supergroupe de Mbujimayi, appartenant au système de Bushimay. Les formations superficielles, constituées de sables, sables argileux et de grès plus moins altéré, recouvrent les niveaux carbonatés.

Tableau 1. Des résultats de l'avancement du forage Cibombo 1 et caractérisation des différentes passes lithologique des formations traversées

profondeur m DE A		diamètre du trou (pouce)	mètre foré m	temps (h et min)	vitesse (m/h)	lithologie
0	6	24	6	34'	10,71	sables grossiers et meubles brun
6	12	24	6	34'	10,71	sables grossiers et meuble brun
12	24	tricoté de 17	12	4h	3	sables grossiers et meuble brun
24	30	tricoté de 17	6	3h	2	sables argileux semi-consolidés
30	36	tricoté de 17	6	3h	2	sables argileux semi-consolidés
36	40	tricoté de 17	6	3h	2	sables argileux semi-consolidés
40	46	tricoté de 17	6	4h48'	1,25	sables argileux consolidés brun rougeâtre
46	52	tricoté de 17	6	4h48'	1,25	sables argileux consolidés brun rougeâtre
52	58	tricoté de 17	6	4h48'	1,25	sables argileux consolidés brun rougeâtre
58	64	tricoté de 17	6	4h48'	1,25	sables argileux brun rougeâtre
64	70	tricoté de 17	6	4h48'	1,25	sables argileux brun rougeâtre
70	76	tricoté de 17	6	4h48'	1,25	sables argileux brun rougeâtre
76	84	tricoté de 17	8	6h24'	1,25	sables argileux brun rougeâtre

84	90	tricône 17	6	6h	1	zone de transition entre grès et calcaire
90	96	tricône de 17	6	6h	1	zone de transition entre grès et calcaire
96	105	tricône de 17	9	9h	1	zone de transition entre grès et calcaire
105	106	tricône de 17	1	40'	1,5	calcaire altéré
106	110 ,5	tricône de 17	5,5	3h40'	1,5	calcaire altéré
110, 5	116	tricône de 17	5,5	6h53'	0,8	calcaire dur
116	124	13"DT H	6	6h	1	calcaire dur fracturé
124	130	13"DT H	6	6h	1	calcaire dur altéré
130	136	13"DT H	6	6h	1	calcaire dur altéré
136	142	13"DT H	6	5h	1,2	calcaire dur très fracturé
142	148	13"DT H	6	5h	1,2	calcaire dur très fracturé
148	154	13"DT H	6	3h	2,0	calcaire dur à surface ouverte fissuré
154	160	13"DT H	6	2h24'	2,5	calcaire fortement dissous
160	168	13"DT H	8	3h12'	2,5	calcaire fortement dissous
168	171	13"DT H	3	1h12'	2,5	calcaire fortement dissous
172	178	13"DT H	6	2h24'	2,5	calcaire fortement dissous
178	186	13"DT H	8	3h12'	2,5	calcaire fortement dissous

186	190	13"DT H	6	2h24'	2,5	calcaire dissous	fortement
190	200	13"DT H	10	4h	2,5	calcaire dissous	fortement

Source : Gaston et Cies

Le positionnement du forage Cibombo 1 dans la ville de Mbujimayi résulte de la prise en compte de plusieurs critères complémentaires visant à identifier un secteur présentant des conditions favorables à la présence et à l'exploitation des eaux souterraines. Le choix du site repose principalement sur les caractéristiques géologiques, structurales et géophysiques du secteur, auxquelles s'ajoutent des considérations topographiques.

Sur le plan géologique, une attention particulière est accordée aux formations carbonatées de la ville de Mbujimayi, notamment aux calcaires et dolomies présentant des fissures, fractures ou phénomènes de dissolution, susceptibles d'améliorer la circulation et stockage des eaux souterraines.

Sur le plan structural, les fractures, fissures, diaclases et autres discontinuités du massif rocheux peuvent jouer le rôle de voies préférentielles pour l'infiltration et la circulation de l'eau. La localisation d'un forage à proximité de telles structures peut ainsi augmenter les possibilités de rencontrer des horizons aquifères.

Sur le plan géophysique, les variations de résistivités électriques permettent de différencier les principaux horizons géologiques et rechercher des zones présentant des caractéristiques compatibles avec la présence d'eau souterraine.

Sur le plan hydrogéologique, l'hydrogéologie intervient dans l'appréciation de la profondeur probable de la nappe, de la nature du réservoir, de ses possibilités de recharge et de sa capacité à fournir un débit exploitable.

5. Discussions

Les données de formations du forage Cibombo 1 mettent en évidence une succession lithologique constituée principalement de sables grossiers et meubles brunâtres, de sables argileux semi-consolidés, de grès et calcaires. Cette succession traduit une évolution des formations traversées, depuis des matériaux meubles en surface vers des formations progressivement plus consolidées en profondeur (Delpomdor et al.2013).

Les niveaux calcaires présentent une hétérogénéité importante, avec des faciès allant du calcaire altéré au calcaire dur, fracturé, très fracturé et localement fortement dissous. Cette variabilité témoigne d'une modification de l'état physique du massif calcaire le long du forage. Les zones fracturées et dissoutes constituent des caractéristiques lithologiques importantes à considérer dans l'interprétation du forage (Mayiba et al.2023).

Ainsi, la caractérisation préliminaire de Cibombo 1 montre une succession sableuse-argileuse, gréseuse et calcaire, avec une forte variabilité du calcaire en profondeur. Les observations issues de la foration constituent une base lithologique essentielle pour la compréhension ultérieure des conditions hydrogéologiques du forage.

6. Conclusion

L'étude de la Caractérisation lithologique préliminaire du forage d'eau Cibombo 1 a permis de préciser la nature des formations géologiques traversées au cours de la foration. Les observations montrent une succession lithologique dominée des sables grossiers et meubles brunâtres, des sables argileux semi-consolidés, des grès et des calcaires.

L'analyse de la coupe de forage met particulièrement en évidence la diversité des faciès calcaires, allant de niveaux altérés et compacts à des niveaux fracturés, très fracturés et localement fortement dissous. Cette variabilité traduit une hétérogénéité du massif calcaire traversé et constitue un élément important dans la compréhension des caractéristiques du forage (Mayiba et al. 2023).

En définitive, les données de foration du Cibombo 1 permettent d'établir une première caractérisation lithologique des terrains traversés et de mettre en évidence leur évolution verticale. Ces résultats constituent une base scientifique pour approfondir l'étude du fonctionnement hydrogéologique du forage et pour mieux comprendre les conditions de circulation des eaux souterraines dans les formations rencontrées.

REFERENCES

1. Delpomdor, F., Blanpied, Virgone, A., et Preat, A. (2013). Paleoenvironments in Meso-Neoproterozoic carbonates of the Mbujimayi Supergroup (Democratic Republic of Congo) : Microfacies analysis combined with C-O-Sr isotopes, major-trace elements and REE+Y distributions. *Journal of African Earth Sciences*, 88,72-100.
2. Mayiba, T., Kalau, A., Tshimanga, D., Tshinguli, E., Kabongo, M., Mutombo, H., Mulunda, T., et Musambayi, C. (2023). Preliminary data on the lithology of the Diovo water borehole in Mbujimayi. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 67(2), 231-239.
3. FOMI (2010) : Synthèse des forages réalisés par la fondation MIBA, édition Inédit.
4. Raucq. P. (1975), succession des évènements géologiques de système de Bushimaie, *Geol. Congo*, 214p.
5. Bulton, F., 1954, Notice de la carte des zones climatiques du Congo Belge et Rwanda-Uniadi, AC. Moy. Sc. Col, Atlas général du Congo, 33p
6. PROGEAU (2018) : contexte géologique et hydrogéologique local.
7. Service Géologique du Zaïre. (1977). Carte géologique du Zaïre : feuille de Mbujimayi (S7/23) Institut Géographique National.
8. Munyinga Lunda, F., Kakule Kasereka, R., Tumuaka Ngungu, C., Museu K. Munda, P., Ngalamulume Tshitoka, F., et Mufuta wa Mufuta, J., Apport de la méthode géophysique par magnétotellurique dans la connaissance du potentiel hydrogéologique de la ville de Mbujimayi. *Revue Internationale de la Recherche Scientifique*, 3(6), 6070-6087.
9. Landry, J. (1973). Etude géotechnique du sous-sol de la ville de Mbujimayi (Zaïre) : reconnaissance préliminaire du site, programme d'études géophysiques et géotechniques. Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM).
10. Kazadi Batubenga, A. (s.d). Recueil d'information hydrogéologique et l'ancienne campagne de forage ≤ Water Facility ≥ réalisée entre fin 2009 et 2011.
11. Kalau, A., Makenda, G., Tshimanga, D., Tshinguli, E., et Tshimanga, A., (2024). Exploration en profondeur des formations géologiques d'un forage d'eau de Kanshi F2 (Mbujimayi, province du Kasai-Oriental).
12. Kambi Dibaya O.L., (1986) : l'urbanisation et consommation de l'espace à Mbujimayi, in *Annales d'ISP/Mbujimayi*.