



ETUDE GEOCHIMIQUE DES FORMATIONS CARBONATEES DE KULA, KONGO-CENTRAL, REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

LELO NKENG Joseph, NGOIE BWANGA Yves, KANDOLO WA MUBENGA John, MBAYA LUKEBA Charmante, KALONJI WATAIE Kevin, EBONDO MUDIMBI Guylain, MAKAYA MALANDA Evariste, NSUNDA DIKAMBALA Chico, CITENGA KABENGELE Gaston, MISAMU NDANDU Socrate, KISENSI KALAMBAYI Ravi, MIREMBE POKEL Divin, KABEMBA KALONJI Giresse

Centre de Recherches Géologiques et Minières (CRGM), Kinshasa, RD Congo,

BP: 190 KINSHASA XI, RD Congo.

Résumé

A l'est de Songololo, affeurent des formations sédimentaires carbonatées du sous-groupe de Kwilu, du groupe du Schisto-calcaire, associées à des conglomérats. Macroscopiquement, deux grands groupes de faciès ont été déterminés à savoir : le calcaire et le conglomérat. Des échantillons de carbonates ont été prélevés et soumis à des analyses géochimiques. Sur le plan géochimique, les carbonates présentent des teneurs en MgO inférieur à 3%, compatibles avec une utilisation en cimenterie. Ces résultats constituent une base pour des recherches futures sur l'exploitation des ressources carbonatées de la région.

Mots Clés : formations carbonatées, Calcaire, Faciès, géochimie.

Abstract

To the east of Songololo, outcrops of carbonate sedimentary formations of the Kwilu subgroup of the schist-limestone group are visible. Macroscopically, two large groups of facies were determined, namely: limestone and conglomerate. Carbonate samples were taken and subjected to geochemical analyses. Geochemically, carbonates have MgO contents of less than 3%, compatible with use in cement works. These results provide a basis for future research on the exploitation of the region's carbonated resources.

Keywords: Carbonate training, limestone, facies, geochemistry

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.23064263>

1. INTRODUCTION

Les matériaux de construction constituent un élément clé dans le développement des infrastructures, notamment pour l'aménagement routier, la construction de ponts, de bâtiments et autres ouvrages d'ingénierie civile. Dans ce cadre, la valorisation des formations carbonatées locales telles que celles de la région de Kula et ses environs située dans le territoire de Songololo, dans le district de cataracte (Province du Kongo Central, RDC), représente une opportunité pour la production de ciment. Ces formations appartiennent au sous-groupe de Kwilu, du groupe Schisto-calcaire. Les formations carbonatées, par leur composition minéralogique et leurs caractéristiques structurales, peuvent répondre aux exigences techniques du ciment et que des traitements innovants, tels que la précipitation microbienne de carbonate de calcium, pourraient améliorer leurs propriétés mécaniques et leur durabilité (HIGGINS J. et al., 2024).

Raison pour laquelle nous avons consacré notre travail à des principales matières premières de l'industrie du ciment à savoir le calcaire, et accessoirement les argiles.

Le but majeur de ce sujet est d'apporter notre modeste contribution au programme du développement de notre pays, étant donné que ce dernier a besoin des matériaux pour sa reconstruction et son développement. Ces informations sont d'une grande importance car, elles pourront éclairer les autorités du pays sur les potentialités de la région.

2. CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE DU SECTEUR D'ETUDE

2.1. Cadre Géographique

2.1.1. Localisation

La région de Kula se situe dans la province du Kongo Central, dans le district de cataracte, territoire de Songololo, en République Démocratique du Congo (Fig.1).

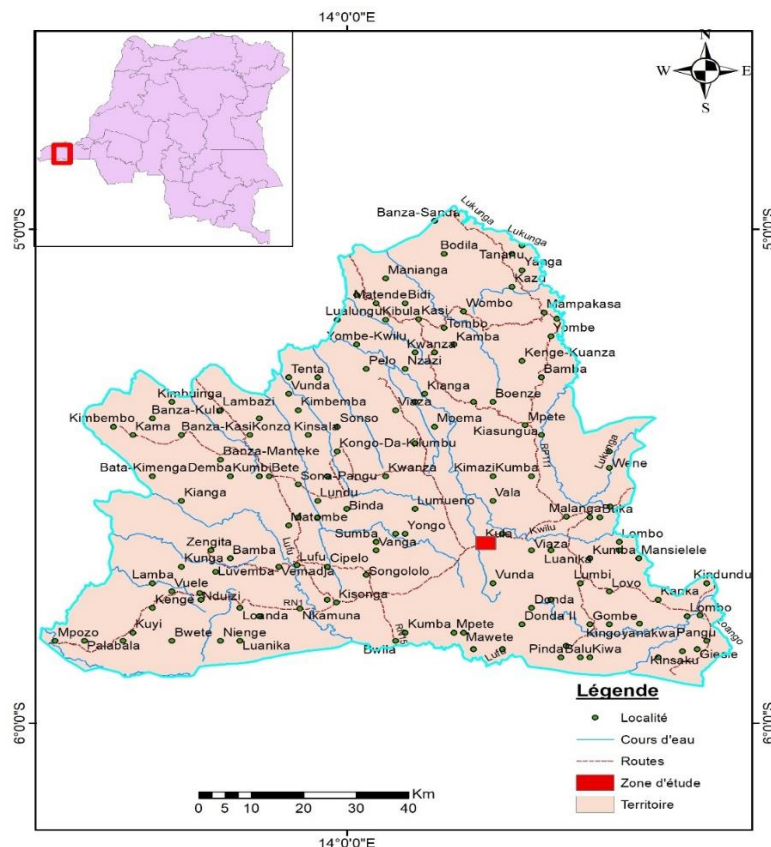


Fig.1. Carte de localisation de la zone d'étude

Notre secteur d'étude se situe ainsi entre 14°11'30" et 14°17'30" de longitude Est ; et 5°33'00" et 5°40'00" de latitude Sud aux environs du village Kula.

2.1.2. Climat et végétation

a) Climat

La grande irrégularité des pluies, rendant presque impossible la prévision des années sèches et pluvieuses constitue le trait climatique majeur de la province du Kongo Central. Le climat y est de type tropical soudanien avec une saison sèche bien marquée notamment dans la partie occidentale. La température moyenne est ainsi d'environ 25°C

b) Végétation

Le climat du Kongo Central lui confère les différents types de faciès végétaux suivants (A. Delay, 1951) :

- La savane guinéenne arbustive parsemée des lambeaux forestiers ou galeries forestières le long de cours d'eau, notons c'est la forme de végétation la plus fréquente et dominante.
- Faciès de forêt équatoriale à ombrophile et épiphyllé et liane
- Faciès de forêt type xénophile

2.1.3. Relief et hydrographie

a) Relief

Le Kongo Central a un relief très varié dans le détail ; mais il est essentiellement une région des plateaux plus ou moins vivement disséqués. Les altitudes dépassent rarement 750 m.

Les principaux reliefs peuvent être répartis en :

- L'extension de l'Inkisi et du Mpioka, subtabulaire ;
- Une grande dépression de schisto-calcaire ;
- La ride de Mbanza Ngungu ;
- Le massif de Sansikwa-Lungezi ;
- Le plateau de Bangu ;
- La crête de Ngungu et d'innombrables petits massifs.

Le bassin Ouest-Congolien est drainé par les rivières aux dimensions plus modestes. Le plateau du Bangu est un haut sommet mollement ondulé par rapport à la ligne des crêtes passant par les Monts Bidi (856 m) et Uia (870 m). Il est subdivisé en deux bassins versants secondaires ayant un réseau hydrographique penné très dense : le bassin versant de la Lukunga à l'Ouest et celui de la Mpioka-Luasi à l'est.

b) Hydrographie

Notre secteur d'étude est drainé par deux rivières principales, la Kwilu et la Sansikwa, les deux appartiennent au bassin de Kwilu-Ngongo.

2.2. Contexte Géologique

La stratigraphie régionale du Kongo Central peut être synthétisée de plus ancienne à la plus récente (Tack et al., 2001 ; Frimmel et al., 2006) :

- Le Super groupe Kimézien : Gneiss et migmatites de Mpozo-Tombagadio, les migmatites de Boma
- Le Super groupe West-Congo représenté par :
 - Le groupe Zadinien : le granite hyperalcalin de Noqui, les métasédiments de Gangila, les métasédiments de Palabala, de Tshela et de Matadi.

- Le groupe mayumbien : essentiellement à volcanisme acide et comprend : les métarhyolites d'Inga, le granite de Lufu.
- Le groupe Ouest Congoliens: non métamorphique et qui comprend des roches sédimentaires conglomératiques, arénacélitiques et carbonatées

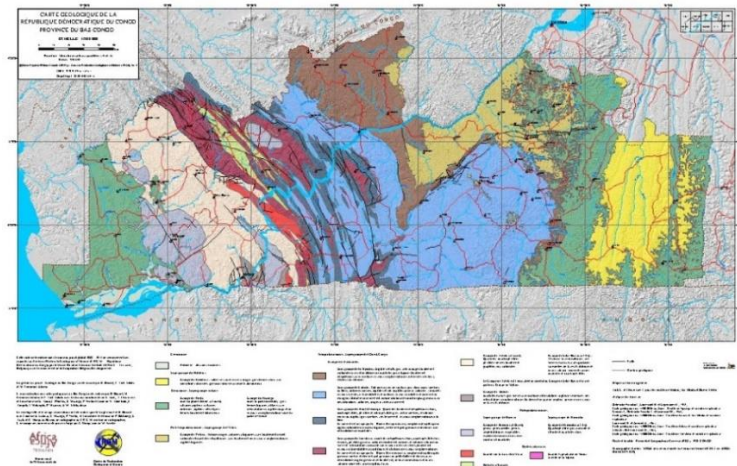


Fig.2 : Carte géologique du Kongo Central (1/500.000), MRAC et CRGM (2013)

3. Méthode, Technique et Matériels utilisés

Comme nous savons bien, étudier les formations géologiques d'une région, constitue tout un projet de recherche qui comprend différentes étapes avec des méthodes respectives :

- Étape avant terrain : très délicate qui permet de préparer le déroulement des travaux de terrain voire de conduire ceux d'après terrain, elle consiste concrètement à rassembler des documents et matériels nécessaires. Documents nécessaires : il Ya le volet officiel (feuilles de route et autorisations de recherche, etc.) ; et le volet scientifique (des cartes géologique et géographique de la région, des images satellites, travaux préexistants et le fond topographique de la région).
- Matériels nécessaires : Le marteau de géologue pour casser les roches et prélever les échantillons, mais aussi apprécier les mesures de longueurs sur terrain éventuellement sur des photographies ;
 - La boussole de géologue pour l'analyse géométrique des éléments structuraux ;
 - Le GPS (Global Position System) pour la localisation géographique des stations ;
 - Double décimètre pour apprécier la largeur des affleurements et des bancs des roches ;
 - Sac à dos pour transporter les échantillons récoltés sur le terrain ;
 - Masse de 10 kg pour casser les échantillons les plus résistants ;
 - Le feutre pour numérotter les échantillons des roches ;
 - Carnet de terrain pour reporter toutes les annotations et observations de terrain ;
 - Un appareil photographique numérique pour la photographie des faits observés sur le terrain

b. Etape pendant terrain : elle est incontournable et a consisté exactement à nous rendre sur le terrain accompagné d'un éclaireur, à faire la chasse systématique aux affleurements, à les observer dans leur environnement immédiat afin de les décrire dans le carnet de terrain. La marche sur terrain devait en principe se réaliser suivant des itinéraires déjà tracés à partir des analyses d'avant terrain, mais pratiquement cela dépend également de l'accessibilité du terrain.

c. Etape après terrain : elle porte sur des travaux de laboratoires, notamment de confection des lames minces au CRGM comme c'est le cas ici, leur examen au microscope.

Ce qui nous a permis d'interpréter les résultats de laboratoire en les confrontant aux observations de terrain et d'élaborer finalement la carte géologique de notre secteur d'étude.

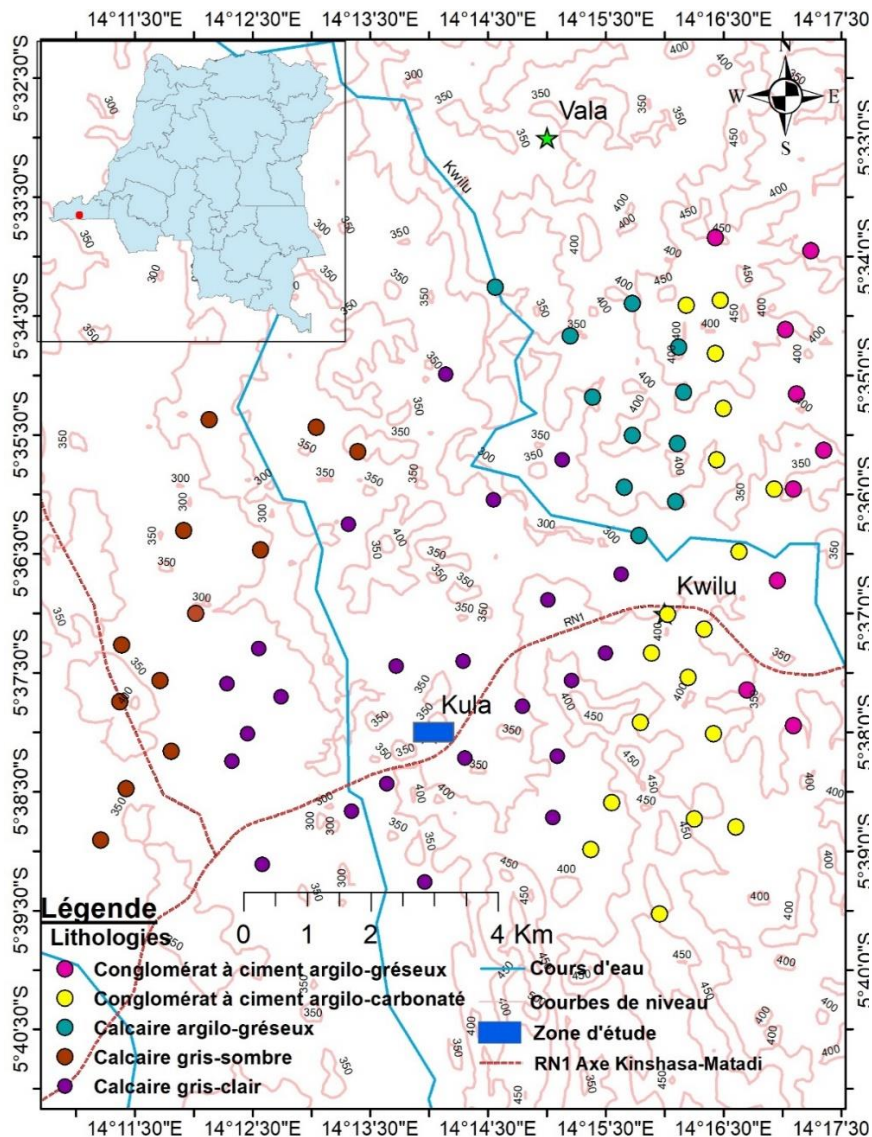


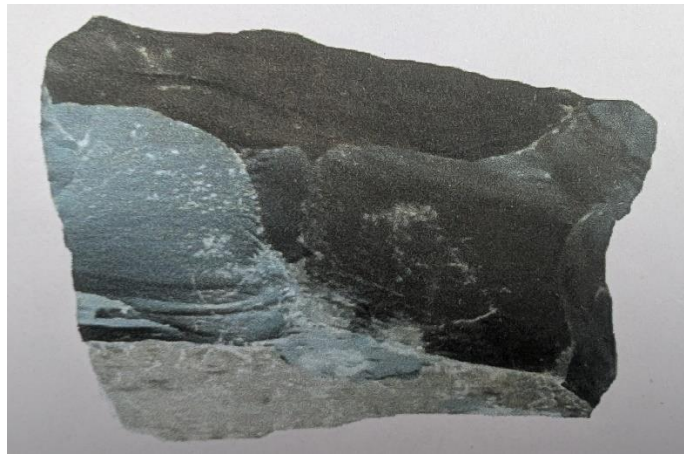
Fig.3 : Carte d'Echantillonnage du village de Kula

4. Résultats et Discussions

4.1. Echantillon ML 24

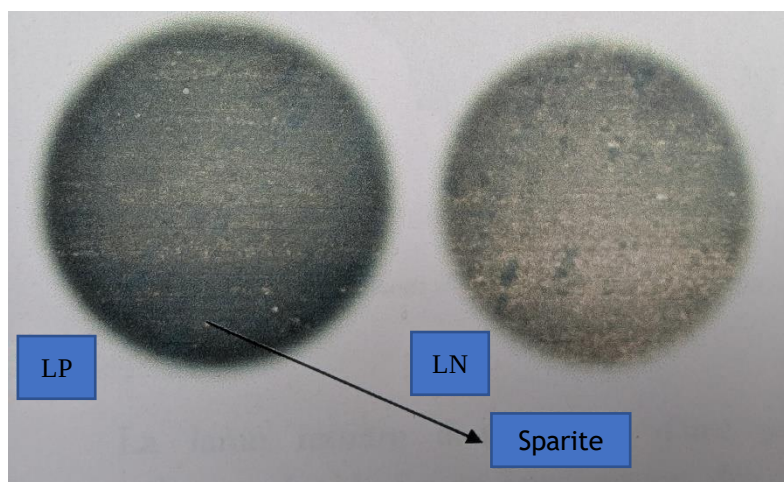
a. Observation macroscopique

Roche à grains très fins montrant une alternance de niveau à litage fruste et de niveau très finement lité. Les épaisseurs de niveau à litage fruste diminuent de bas vers le haut et vice versa. Le litage est souligné par l'alternance de couleur gris et gris mauve ; localement le litage devient lenticulaire par chute de l'épaisseur gris mauve (Photo 01).



b. Observation microscopique

Il s'agit des plages micritiques qui sont très dominant (90%) mais aussi quelques cristaux incolores (LN) avec des teintes fortes des ordres supérieures (LP) ce qui n'est autre que la sparite ; on voit aussi des amas de matières amorphes restés éteints dans les deux lumières. Il faut remarquer la présence du micro litage dans cette roche. La roche est un calcaire. Dans la classification de Folk (1959) et Dunham (1962), il s'agit d'une micrite de type mudstone (Photo 02).



4.2. Echantillon ML 69

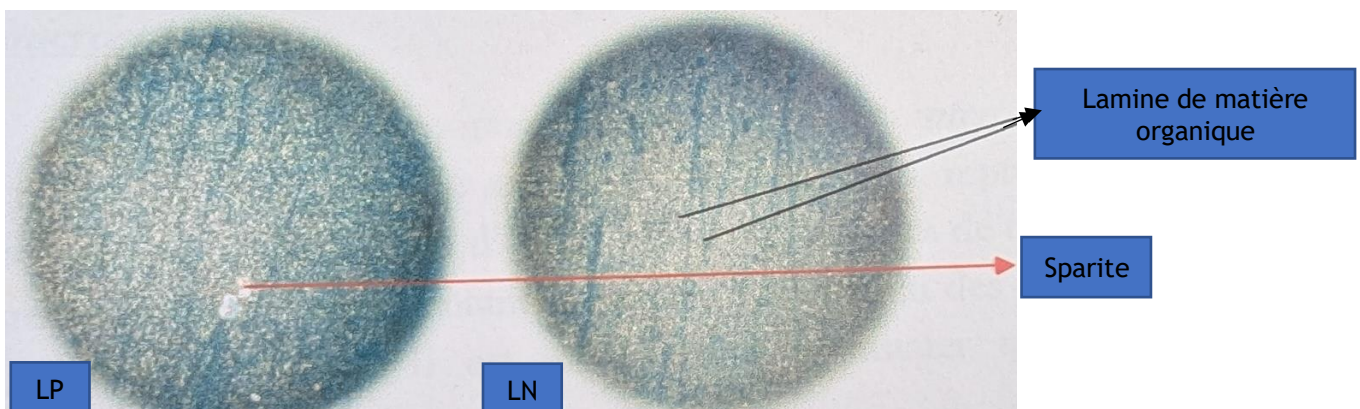
a. Observation macroscopique

Il s'agit d'un affleurement d'un affleurement situé dans la rivière Sansikwa ; cette roche est micro plissée et les micros plis sont orientés NE-SW (photo 03). Sur le plan macroscopique c'est une roche à grains fins, très finement litée, l'alternance est soulignée par la couleur gris sombre et gris clair.



b. Observation microscopique

La roche montre un fond micritique englobant des cristaux de microsparite, nous remarquons aussi la présence des cristaux incolores (en LN), avec macles à peine visibles et teintes de polarisation fortes (jaunes, bleuâtre, rougeâtre des ordres supérieurs), il s'agit de la sparite. On note aussi la présence des lamines parfois entrecroisées de matière amorphe (organique). Ainsi donc la roche est un calcaire qui, selon la classification de Folk (1959) et Dunham (1962), est une intramicrite de type packstone (photos 04).



4.3. Echantillon MI 88a

a. Description macroscopique

Une roche à grains très fins, bien litée ; le litage est souligné par l'alternance des lits noir-verdâtres et des lits gris-verdâtres. Les épaisseurs varient entre 1 mm et 4 mm et diminuent de haut vers le bas. Les surfaces sont planes et présentent localement une certaine ondulation. La roche émet des éclats métalliques (photo 05)



B. Description microscopique

L'échantillon montre des microlits microsparitiques gris clairs alternant avec des microlits micritiques gris clairs, représentant environ 90% de la roche ; on trouve aussi d'autres cristaux incolores de taille très petite, ceux-ci seraient la sparite représentant environ 5%. Il est important de constater que ces microlits sont faiblement onduleux (photo 06). La roche est un calcaire. Dans la classification de Folk (1959) et Dunham, il s'agit de l'alternance d'une intramicrite avec une intrapelmicroparite de type wackestone.



4.4. Echantillon ML 88b

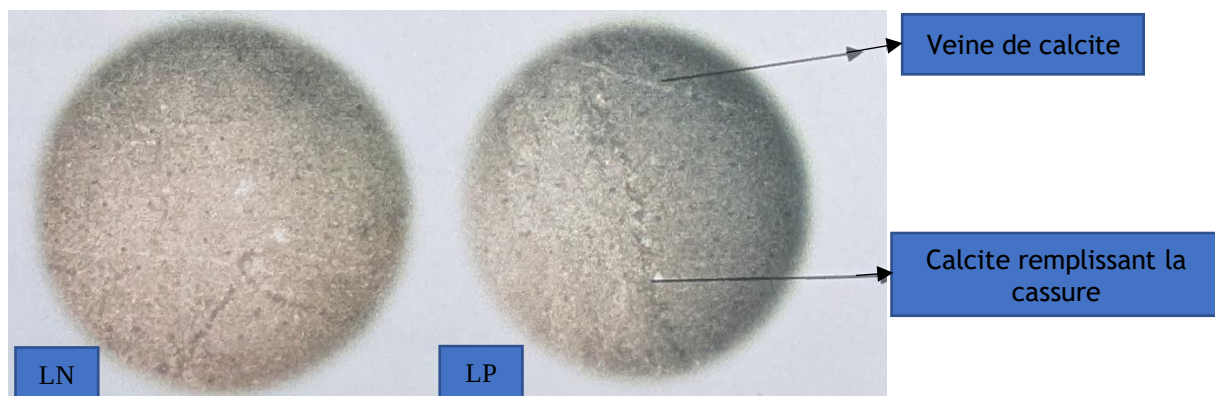
a) Description macroscopique

Roche très finement litée à grain très fin, les épaisseurs des lits varient de 1 à 3 mm. Il ya aussi une périodicité marquée par une alternance de bancs clairs et des bancs sombres. Les bancs clairs sont lités, et ce litage est souligné par des bancs de couleur gris foncé et gris clairs en alternance. La roche contient de sulfures de fer disséminés (Photo 07).



b) Description microscopique

La lame montre de la micosparite en agrégat et des pellets micritiques dans une matrice micritique. On y observe aussi des veines de sparite et une cassure remplie par la calcite et des minéraux opaques. La roche est un calcaire. D'après la classification de Folk (1959) et Dunham (1962), il s'agit d'une pelmicrosparite de type wackestone (Photo 08).



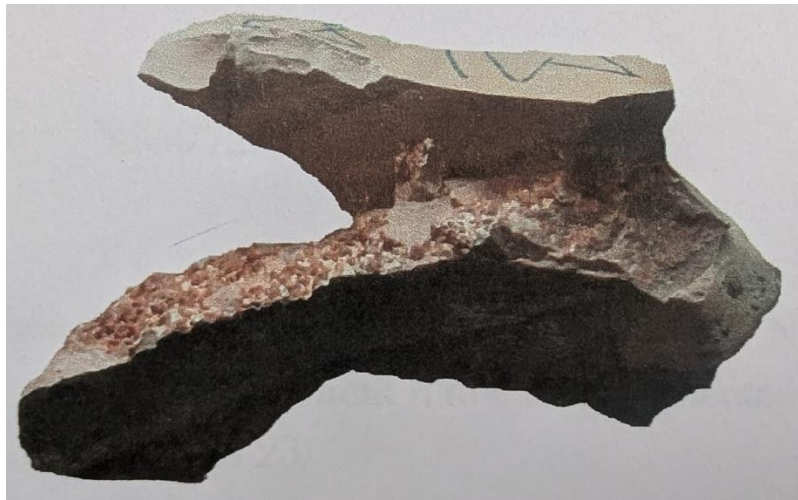
L'échantillon étant minéralisé, une partie a servi pour la confection d'une section polie pour des fins d'étude métallographique. A la lumière des observations faites, notre section polie présente des minéralisations sulfurées notamment des cristaux disséminés de pyrite reconnaissables par leur couleur jaune vif ou jaune crème, à faible relief, à pouvoir réflecteur élevé ; cristaux de chalcopryrite reconnaissable par sa couleur jaune franc avec parfois des irrisations brun jaunâtres, à

fort relief automorphe, à section rectangulaire, avec bon poli, à pouvoir reflecteur moyen (LN) et les teintes de polarisation sombres à peine jaunâtres de premier ordre, avec macles en secteurs et la valeur de biréfringence reste plus ou moins inférieure à 0,015 (en LP).

4.5. Echantillon ML 89

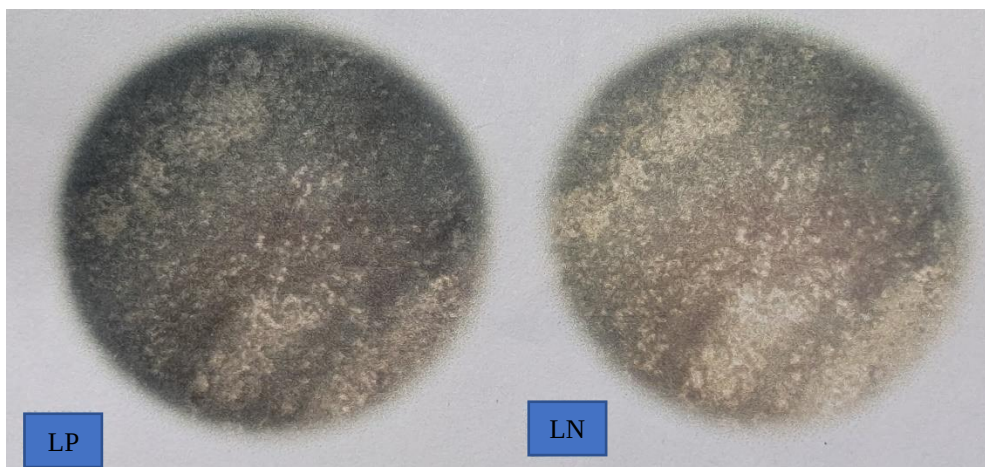
a) Description macroscopique

La roche, constituée des grains très fins, est bien stratifiée. La stratification est soulignée par l'alternance des bancs de carbonate épais de 2 cm, de couleur rose et de lits de 4 mm de couleur gris-mauve. La roche est affectée par une cassure orientée NW-SE et colmatée par des cristaux de quartz (photo 09).



b) Description microscopique

La lame mince montre, des plages sparitiques et de matières amorphes disséminées dans un fond micritique ; nous remarquons aussi la présence des enduits brun rougeâtre d'oxydes de fer. Il s'agit donc de roche calcaire qui selon la classification de Folk (1959) et Dunham (1962), correspond à une intramicrite de type wackestone de type packstone (photo 10).



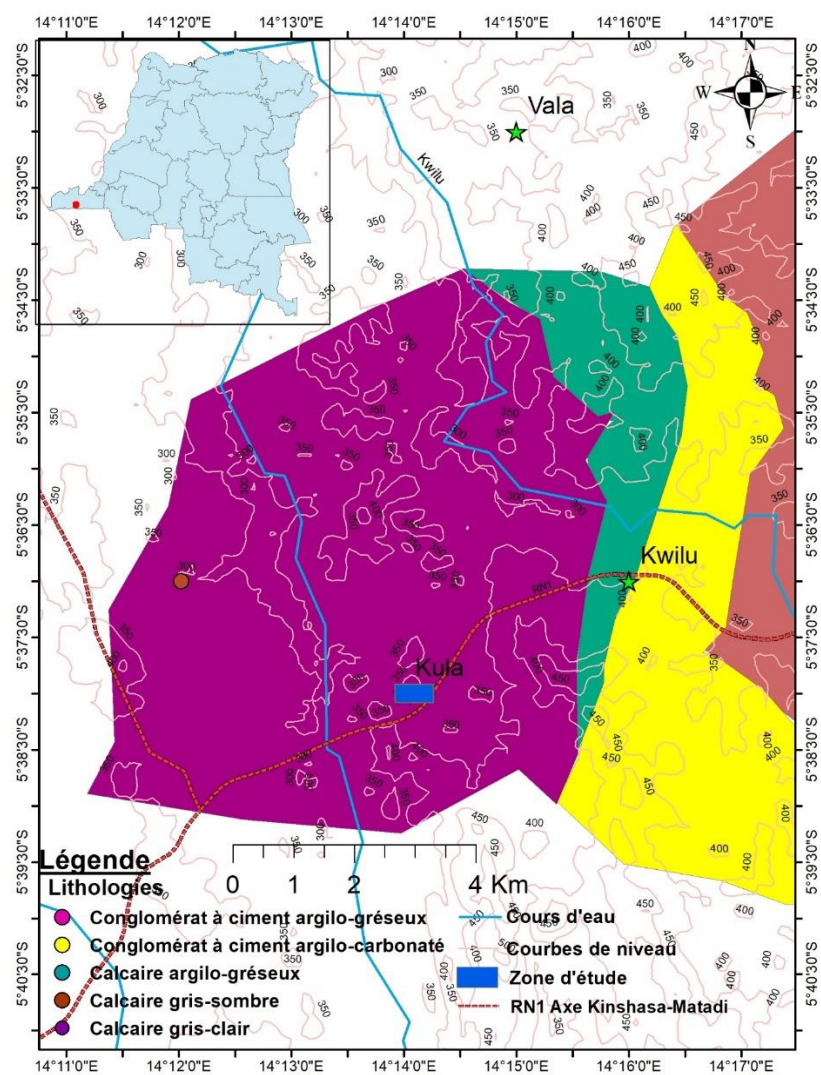


Fig. 4 : Esquisse géologique de la zone d'étude

5. PRESENTATION DES ANALYSES GEOCHIMIQUES DES ECHANTILLONS RECOLTES

Deux types d'échantillons ont été soumis aux analyses chimiques, il s'agit des calcaires et des argiles. En tenant compte de la diversité des faciès pétrographiques nous avons sélectionné 10 échantillons de calcaires. Concernant les argiles, nous avons estimé que 4 échantillons sont suffisamment représentatifs de deux faciès identifiés. Ces échantillons ont été analysés au laboratoire de la Gécamine. Les résultats des analyses des échantillons présentés ci-dessous, ne représentent pas la composition totale de la roche en oxyde. Nous avons choisi, les éléments qui sont indispensables pour la classification (catégorisation) du calcaire. Les principaux sont : CaO ; MgO et SiO₂.

Le tableau 1 ci-dessous présente respectivement les compositions chimiques des échantillons des calcaires et argiles récoltés dans notre secteur d'étude.

Tableau 1 : Résultats d'analyse des échantillons de calcaires et des argiles récoltés dans le secteur d'étude

Faciès	Numéro Échantillon	Oxydes en %		
		SiO ₂	CaO	MgO
Calcaire gris-clair (A)	ML 105	15,00	44,73	0,82
	ML 89	16,00	45,53	0,92
	ML 110	16,90	39,32	2,78
	ML 88a	10,52	48,41	1,06
	ML 88b	10,08	47,70	0,57
	ML 64	17,62	46,55	0,71
Calcaire gris-sombre (B)	ML 24	29,58	27,24	4,12
	ML 29	40,22	18,22	4,27
	ML 67	26,40	29,43	4,59
	ML 69	23,36	32,30	6,14
Argile brune (A)	ML 57	53,50	0,8	1,3
	ML 14	51,82	1,3	1,08
Argile gris-sombre (B)	ML 107	62,89	1,65	3,32
	ML 93	60,65	1,93	3,38

Dans ce tableau, on peut retenir que les échantillons de calcaire de teinte gris-clair (A) ont un pourcentage en SiO₂ allant de 10,08% à 17,62%, en CaO de 39,32% à 47,70% et en MgO de 0,57% à 2,78% ; tandis que les échantillons de calcaire de teinte gris-sombre (B) présentent des pourcentages en SiO₂ allant de 23,36% à 40,22%, de 18,22% à 32,30% en CaO et de 4,12% à 6,14% en MgO.

Pour ce qui est des argiles de notre région d'étude, les proportions en oxyde de silicium, deux faciès identifiés varient entre 51,82% à 62,89%, contre 0,8% à 1,93% pour le CaO et 1,08% à 3,38% pour le MgO. Il faut noter que les argiles de teinte brune situées au-dessus de conglomérat et des calcaires (gris sombre et gris clair) présentent des teneurs relativement plus faibles en CaO et MgO que les argiles de teinte gris sombre situées au-dessus des macigno.

Par rapport à la teneur des impuretés des calcaires étudiés, les échantillons de calcaire du faciès A, indiquent un pourcentage important de CaO que le pourcentage en MgO et SiO₂. Ceci nous fait comprendre que ce calcaire est pur (supérieur à 30% d'argiles et autres impuretés). Par contre les résultats d'analyses des échantillons des calcaires du faciès B, montrent une diminution sensible de CaO, avec une teneur en SiO₂ et MgO. Ce calcaire est impur et peut être classifié dans la fourchette de calcaire argileux. (L. CAYEUX, 1935).

6. INTERPRETATION DES RESULTATS

6.1. Sur le plan lithologique

D'après les observations sur terrain et au laboratoire, deux principaux faciès ont été mis en évidence dans notre secteur d'étude ; il s'agit de faciès carbonaté constitué par des calcaires et les macigno (échantillons ML 24, ML 43, ML 69, ML 88a, ML 88b, ML 105 et ML 93) et le faciès silico-détritique constitué par le conglomérat (lithofaciès ML 4, ML 8, ML 10 et ML 20).

6.2. Du point de vue de la composition chimique

Le calcaire de teinte gris-sombre qui contient moins de CaO, s'était précipité pendant que dans bassin la fraction colloïdale était encore en suspension (argile granulométrique). D'où d'importantes teneurs en SiO₂ dans la roche. Tandis que le calcaire de teinte gris-clair, enrichi en CaO, s'était mis en place pendant que les matières en suspension n'étaient plus en proportions importantes.

6.3. Du point de vue économétrique

Le calcaire de teinte gris clair de notre secteur d'étude possède une bonne caractéristique pour la fabrication du ciment, étant donné qu'il contient des proportions assez importantes de CaO dont le calcium est l'élément essentiel (F. Trautmann 1974). Au contraire, le calcaire de teinte gris sombre est impropre à la fabrication de ciment à cause des faibles teneurs en CaO et d'importantes teneurs en MgO dépassant 5% dans certains endroits. Quant à la silice sa présence dans la roche est bénéfique car réduisant la quantité d'argile nécessaire dans l'industrie du ciment (M. Ngalamulume, 1999).

Ainsi, sur le plan économique, si jamais une cimenterie devrait être installée dans le secteur sous étude, c'est l'argile de teinte gris-sombre située au-dessus du macigno qui est intéressante, car elle est relativement riche en SiO₂ (60,65% à 62,89%) et plus pauvre en magnésium, élément dont l'abondance dans les argiles est nuisible pour l'industrie du ciment.

CONCLUSION

Des études géologiques effectuées à partir des investigations faites sur le terrain, et l'interprétation des résultats des observations des lames minces et des analyses géochimiques au laboratoire, nous pouvons retenir en ce qui concerne les roches de la région de Kula les conclusions suivantes :

Du point de vue pétrographique, deux principaux lithofaciès ont été relevés à savoir le calcaire et le conglomérat.

- Du point de vue lithostratigraphique, il convient de souligner que les formations de la région de Kula pendent toutes vers l'ouest. Les observations de terrain couplées aux analyses de laboratoire font ressortir deux grands ensembles : un ensemble constitué par des roches carbonatées (calcaire) au sommet et un conglomérat à la base. Le faciès carbonaté est séquencé selon la variation dans le bassin, des éléments en suspension (les colloïdes et les ions), de sorte que l'on assiste à un passage du haut en bas de calcaire argilo-gréseux, calcaire gris-clair et calcaire gris-sombre.
- Du point géochimique, les analyses ont montré que les calcaires à teinte gris clair riche en CaO, contiennent peu des minéraux d'impuretés, les argiles et les détritiques terrigènes. Par contre le calcaire à teinte gris-sombre a des faibles teneurs en CaO, teneurs compensées par la fraction fine des éléments terrigènes (argiles et autres) et d'oxydes de magnésium (MgO). Les deux faciès des argiles (argile brune et argile gris-sombre) identifiés dans notre secteur d'étude constituent une couverture, ces argiles qui résultent de l'altération par hydrolyse des roches sous-jacentes sont d'épaisseurs variables. Pour ce qui concerne les argiles, il n'existe pas un standard défini pour catégoriser les argiles dans l'industrie du ciment. Les argiles présentes dans la région de Tandu peuvent bien être utiles dans la fabrication du ciment.

L'approche économique du secteur étudié reste la présence des calcaires et des argiles, qui peuvent servir dans la fabrication du ciment, ou encore peuvent servir comme matériaux de construction à l'état brut (des moellons, caillasses, briques cuites,). Leur exploitation constituerait un point de départ et une solution liée aux problèmes de reconstruction et de développement de notre pays.

BIBLIOGRAPHIE

1. CAHEN L., 1994. Géologie du Congo-Belge. Vaillant Carmanne, Liège, Belgique, 557p.
2. DELMOITIER NICOLAI J, LADMIRANT H et LEPERSONNE J., 1962 : Carte géologique du Zaïre, feuille de Ngungu S6/14. Institut géographique militaire de Belgique.
3. DEVROEY C.E et VANDERLINDES R51951° /Le Bas-Congo, artère vitale de notre colonie. 2^e édition, goemore. Bruxelles.
4. DUNHAM; R.J., 1962: Classification of carbonate rocks accordings to depositional texture. In classification of carbonate rocks. Ann. Ass. Petr. Geologist. Mem.
5. F. BOULVAIN, 2012 : Elément de sédimentologie et de pétrologie sédimentaire. Université de Liège. Fac. Science, géologie.
6. FOLK, R.L., 1959: Pratical petrography classification of limestone. Bull. Ann. Assoc. Petrol.Geol.
7. HIGGINS J. et al., 2024. Mineralogy, early marine diagenesis, and the chemistry of shallow-water carbonate sediments. Geochimica and Cosmochimica Acta, 220, 512-534.
8. L. HUMBERT., 1986 : Eléments de pétrologie dynamique des systèmes calcaires.
9. POMEROL C., LAGABRIELLE Y., RENARD M., 2000 : Eléments de géologie, éd. Dunod, Paris.
10. LEPERSONNE., 1973 : Notice explicative de la feuille de Ngungu, carte géologique 1/200.000 (degré carré S6 (14-BS 33.9). Institut géographique militaire de Belgique.
11. M. NGALAMULUME., 1999 : Perspectives d'exploitation des roches carbonatées du super-groupe de la Mbuji-Mayi pour l'érection des industries de ciment et de la chaux au Kasai-Occidental. Mémoire de fin d'étude en géologie. Université de Kinshasa.
12. ROBERT L., 1946 : Le Congo physique 3^e édition, H. VAILLANT CARMANNES, liège, 449p.
13. CAYEUX., 1935 : les roches sédimentaires de France. Roches carbonatées (calcaire et dolomie). MASSON et C. EDITEUR, 120 boulevard Saint germain Paris.
14. F. TRAUTMANN.,1974 : Formations du groupe de Beauce (caractéristiques et utilisation). Ministère de la (industrie et de la recherche, BRGM, Paris).