

Etude géologique des formations situées entre les Villages Manterne et Luki (Province du Kongo Central, RD Congo)

[Geological study of the formations located between the Manterne and Luki Villages (Kongo Central Province, DR Congo)]

Serge Diemo¹, Patrick Mukonkole Mukonkole², Ndumba Don Raymond¹, Kazadi Mujinga Stella¹, Nsakala Tanda Reddy Andy¹, Kahindo Katoto Danielle¹, Kra Ange¹, and Ngumba Ngumba Victoire¹

¹Centre National de Télédétection (CNT), Kinshasa I, RD Congo

²Centre de Recherches Géologiques et Minières (CRGM), B.P.: 898, Kinshasa I, 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: The formations of this region are essentially metamorphic Granit-Gneissic of which the term granitic is descended of the granitization-migmatization of Kimezien. Two tectonic periods have been demonstrated by double schistosity noticed to the level of the micas. The geochronology of these formations will be able to bring more precision on the age of these formations and that has the end will confirm or will invalidate the thesis to evoke in this survey.

KEYWORDS: Neoproterozoic, Migmatization, Tectonic, Schistosity, Kimezian, Orogenesis.

RESUME: Les formations de cette région sont métamorphiques essentiellement granito-gneissiques dont le terme granitique est issue de la granitisation-migmatisation d'âge Kimezien. Deux phases tectoniques ont été démontrées par une double schistosité remarquable au niveau des micas. La géochronologie de ces formations pourra apporter plus de précision sur l'âge de ces formations et qui à la fin confirmera ou infirmera la thèse évoquer dans cette étude.

MOTS-CLEFS: Néoprotérozoïque, Migmatisation, Tectonique, Schistosité, Kimezien, Orogenèse.

1 INTRODUCTION

L'intérêt de notre étude consiste en l'interprétation géologique de différentes natures pétrographiques se trouvant dans cette région. Pour parvenir à cette fin, il s'avère nécessaire de trouver des réponses aux questions sur la nature des constituants de ces roches, sur les types pétrographiques dont sont faites les roches.

Granites et migmatites se forment dans les parties profondes des chaînes de montagnes. En conséquence, on ne peut pas les étudier dans des chaînes récentes car elles s'y situent à grande profondeur et sont inaccessibles à l'observation directe. Notre étude portera sur les formations géologiques affleurant entre les villages Manterne et Luki dans la province du Kongo central, largement érodée dont les parties profondes sont donc à l'affleurement grâce à l'érosion. Ces formations sont situées dans une chaîne de collision et sont essentiellement formées de gneiss et de granites.

Les roches déformées montrent des caractéristiques pétrologiques et structurales très particulières: ce sont des migmatites qui permettent de comprendre l'origine des granites et donc le lien entre gneiss et granite. Ces migmatites sont des roches dont l'origine du mot (migma=mélange) reflète leur aspect et aussi leur mémoire.

Ces dernières formations se répartissent localement dans la province à l'Ouest et à l'Est, généralement subhorizontales et se superposent par rang d'âge. Les formations situées à l'Est sont d'origine continentale (Plateau de Bateké) tandis que celles de l'Ouest (dans le littoral) sont d'origine marine. Toujours dans ces terrains de couverture au niveau de la région occidentale du Kongo Central, on identifie une série de failles d'effondrement de la marge continentale en conséquence à l'ouverture de l'océan Atlantique (BAUDET et al., 2013 [2]). Par contre, les deux premiers Supergroupes constituent les « formations du soubassement » et appartiennent à un ensemble ayant subi plusieurs orogénèses dont la plus récente est l'orogénèse Ouest-Congolienne (TACK, 1983 [3]). Cependant, cette orogénèse Panafricaine a laissé les principales structures de la région du Kongo Central et est à la base du développement de la chaîne West-Congo (BAUDET et al., 2013 [2]).

D'après BAUDET et al. (2013) [2], les Groupes Zadinien et Mayumbien constituent les trois faisceaux ci-après:

- Les métarhyolites de Matadi-Palabala (Groupe de Matadi);
- Les métasédiments clastiques de Tshela (Groupe de Tshela);
- Les metabasaltes de Vangu et Gangila (Groupe de Seke-Banza)

Les formations géologiques comprises entre les villages Manterne et Luki sont d'âge Protérozoïque plus précisément du Néoprotérozoïque et du Paléoprotérozoïque (BAUDET et al., 2013 [2]). Les formations d'âge Néoprotérozoïque sont représentées lithostratigraphiquement par le Groupe de Tshela (Formation de Tshela). Tandis que les formations d'âge Paléoprotérozoïque sont représentées par le Supergroupe de Kimeza (Formations de Kimeza).

Formation de Tshela

Quartzites, quartzophyllites, phyllites foncées localement graphiteuses passant dans la partie supérieure à des quartzophyllites, phyllites vert-sombres avec localement des niveaux graphiteux ou carbonatés. La Formation serait l'équivalent occidental des Formations du Groupe de Seke-Banza voire peut-être même d'une partie du groupe de Matadi.

Formations de Kimeza

Le Supergroupe de Kimeza est composé de gneiss, gneiss oeillés, gneiss amphibolitiques, migmatites, marbres laminaires de diverses couleurs et quartzites. Ces gneiss peuvent se présenter localement cataclasés sous des conditions métamorphiques des schistes verts.

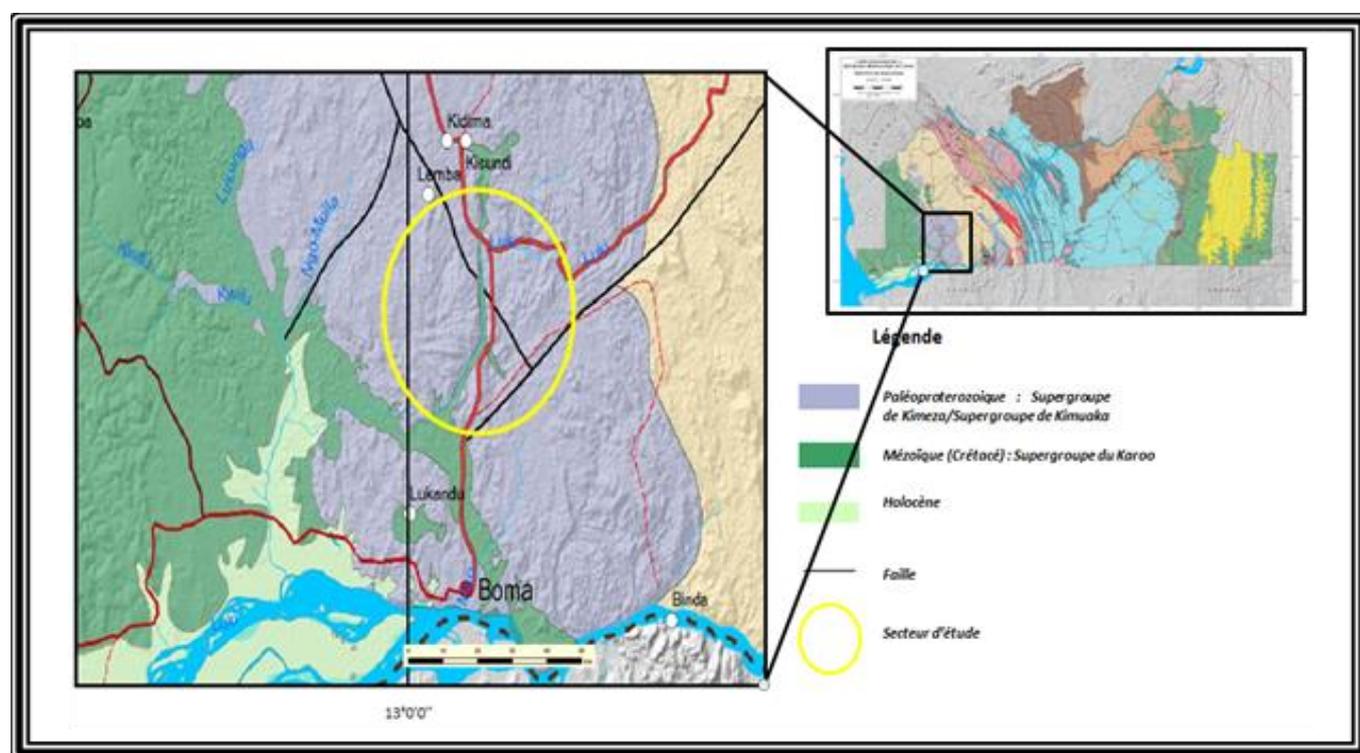


Fig. 2. Carte géologique du secteur d'étude (Extrait de la carte géologique du Kongo Central, E: 1/500.000, BAUDET et al, 2013 [2])

3.3 DESCRIPTION MACROSCOPIQUE ET MICROSCOPIQUE

Il s'agit ici de la description macroscopique à l'œil nu et à la loupe des échantillons de roches prélevés ainsi que leur description microscopique sur les lames confectionnées. Sur un total de 23 échantillons prélevés, 15 seulement ont été décrits et regroupés en familles pétrographiques et illustrés dans ce travail compte tenu des faciès qu'ils ont présentés.

3.3.1 LAME BD1

Descriptions

Macroscopiques et mesures structurales

La roche est de couleur vert foncée avec des paillettes des micas (biotite) ainsi que des cristaux des feldspaths en faible proportion (Figure 3A). N20°/80°WNW.

Microscopiques

- Quartz (22%): cristaux xénomorphes, clairs et limpides, peu abondants dans la plage de lame mince;
- Feldspaths
 - Microcline (15%): elle est kaolinisée et altérée caractérisée par une macle en quadrillage, et polarise en gris clair;
- Ferromagnésiens
 - Chlorite (52%): minéraux phylliteux jaunâtres et un bon clivage (une direction de clivage), présentant un pléochroïsme variable dans le vert;
 - Amphiboles (13%): hornblende verte à deux directions de clivage, d'où sa différence avec la chlorite et présentant des cristaux maclés, unidirectionnel suivant l'allongement du minéral, aspect troublé, pléochroïsme direct dans les nuances verdâtres

Nom: Chloritoschiste

Structure: Lépidoblastique.

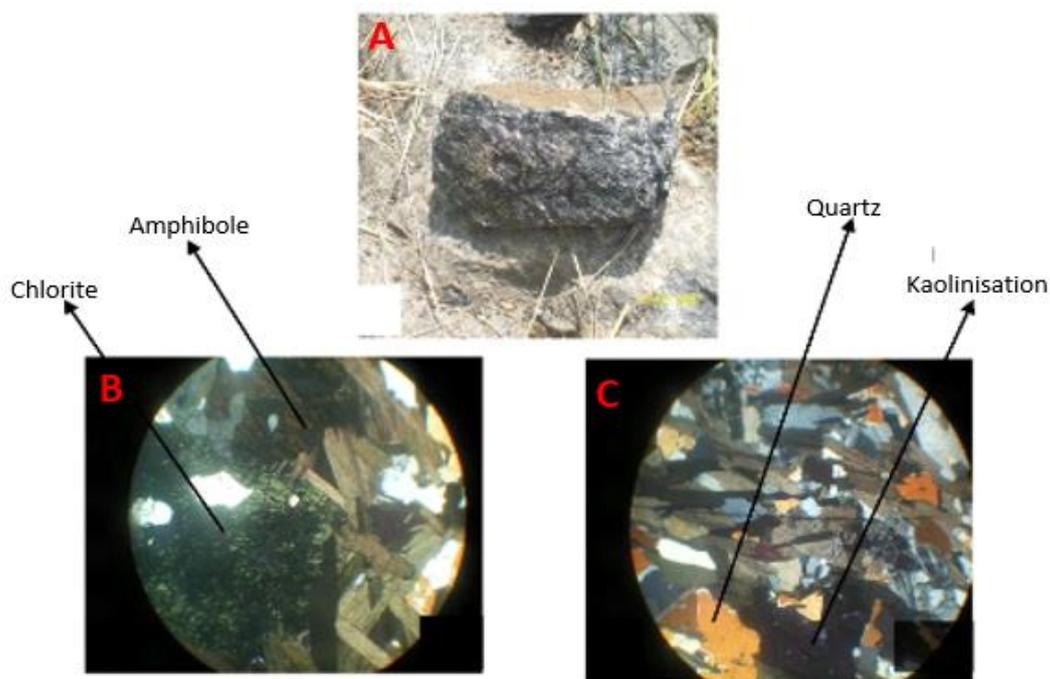


Fig. 3. Vue macroscopique (A) et microscopique (B et C) en lumière polarisée analysée (LPA) d'un chloritoschiste

3.3.2 LAMES BD2, BD7, BD9, Et Bd10

Descriptions

Macroscopiques et mesures structurales

La roche est de couleur vert foncé et non schisteuse avec des cristaux de quartz fins et de feldspaths visibles à l'œil nu et des paillettes de micas (biotite). On doit signaler que les minéraux ferromagnésiens sont dominants dans la roche (Figure 4A). N30°E/76°WNW.

Microscopiques

- Quartz (52%): cristaux xénomorphes à extinction roulante (témoins de l'action tectonique) de taille plus petite que les feldspaths, limpides;
- Feldspaths
 - Plagioclases (30%): les cristaux sont plus développés que le quartz et la biotite, ils sont xénomorphes à macle polysynthétique à peine visible, parfois pales et lessivés du fait qu'on a la présence de la damouritisation (plagioclases altérés); on doit signaler que la disparition de macle polysynthétique des plagioclases entraîne toujours l'apparition de chlorite;
 - Microcline (6%): à macle en quadrillage parfois visible. Il est moins représenté que les plagioclases;
- Ferromagnésiens
 - Biotite (10%): en lumière polarisée, elle passe de brun à noir orientée suivant une direction. Elle se présente en paillettes allongées en 2 directions distinctes traduisant vraisemblablement 2 phases de déformation, et certains individus sont chloritisés;
 - Pyroxène (1%): clivage à deux directions orthogonales perceptibles en petits cristaux;
- Minéraux d'argiles et oxydes (1%): taches brunes et noires;

Nom: Granite gneissique

Structure: Phanéritique porphyroblastique.

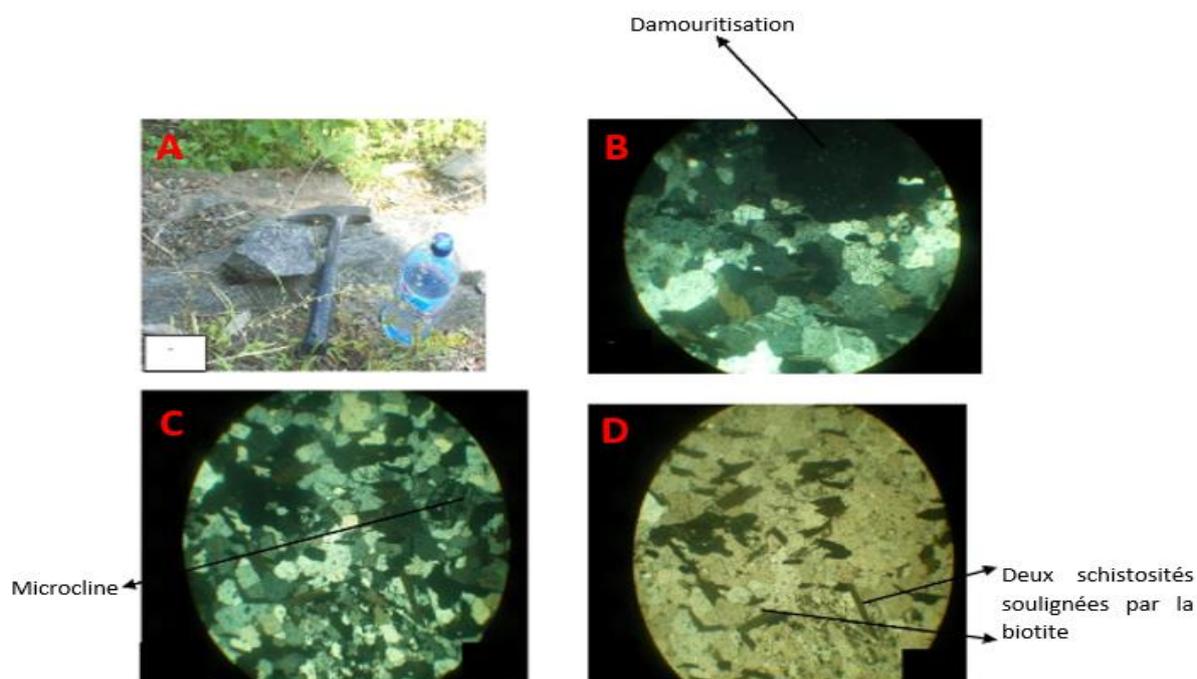


Fig. 4. Vue macroscopique (A) et microscopique en lumière polarisée analysée LPA (B et C) et en lumière polarisée non analysée LPNA du granite gneissique

3.3.3 LAMES BD3

Descriptions

Macroscopiques et mesures structurales

Roche de couleur blanche avec des fins cristaux noirs. Il faut signaler la présence des cristaux de quartz et de feldspaths en abondance ainsi que de micas (biotite) en faible proportion (Figure 5A). N40°E/82°WNW.

Microscopiques

- Quartz (56%): cristaux xénomorphes, à extinction roulante, limpides, craquelés polarisant dans le gris clair à gris sombre et sans orientation préférentielle;
- Feldspaths
 - Microcline (18%): prédomine sur les plagioclases, à macle en quadrillage, très faiblement lessivé, craquelé et n'a pas une orientation préférentielle;
 - Plagioclases (12%): cristaux craquelés à macles polysynthétiques nets bien visibles, observables et presque pas lessivés autrement dit damouritisation absente;
- Ferromagnésiens
 - Biotite (9%): en baguettes allongées, alignées. On y note la présence d'inclusions de zircon et un début de la chloritisation;
 - Muscovite (2%): se présente en petites paillettes
- Minéraux d'argiles et oxydes (3%): taches brunes et noires;

Nom: Microgneiss à deux micas.

Structure: Granoblastique.

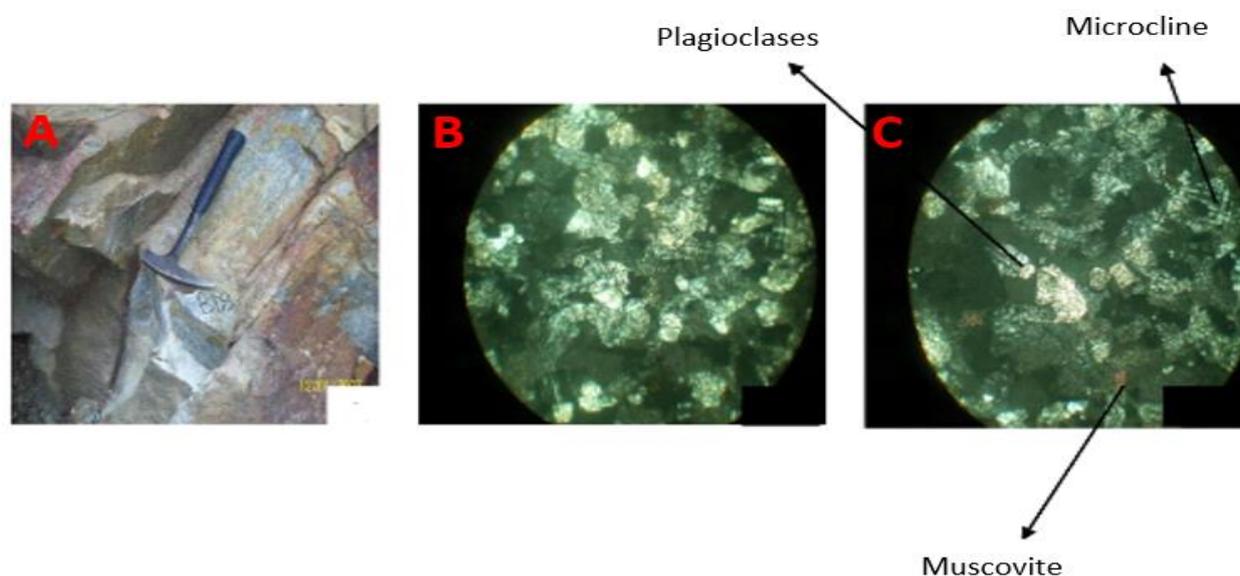


Fig. 5. Vue macroscopique (A) et microscopique (B et C) d'un Microgneiss à deux micas

3.3.4 LAMES BD4A ET B

Descriptions

Macroscopiques et mesures structurales

A l'échelle d'une carrière artisanale, nous sommes en présence des deux types pétrographiques s'alternant:

Roche de couleur claire ayant comme constituant principal les cristaux de quartz et feldspaths en forte proportion et un alignement des cristaux sombres (biotite) en faible proportion (Figure 6A). La roche est de couleur vert foncé constituée en majeure partie des cristaux ferromagnésiens comme le micas (biotite), l'amphibole et une faible proportion des minéraux blancs (quartz et feldspaths). N65°E/75°NNW.

Microscopiques

- Quartz (48%): cristaux limpides et craquelés à extinction roulante nette parfois en petits cristaux contenus soit dans les feldspaths soit dans le pyroxène; ils sont de taille plus petite que le pyroxène et les feldspaths;
- Feldspaths
 - Plagioclases (18%): caractérisés par une macle polysynthétique, parfois lessivés (damouritisés) contenant des inclusions de quartz. Ils ont des sections craquelées;
 - Microcline (16%): lessivée et craquelée, à macle en quadrillage caractéristique bien visible. Elle se présente généralement en sections très développées par rapport au quartz; mais des petites sections existent aussi;
- Ferromagnésiens
 - Biotite (5%): brune, à clivage unidirectionnel net, pléochroïque avec début de chloritisation et on observe le long de plan de clivage des taches d'oxydes opaques. Les paillettes de dimensions variées sont orientées dans tous les sens;
 - Pyroxène (8%): craquelés, à clivage bidirectionnel orthogonal visible sur des cristaux de très grande dimension, polarisant dans un ton brunâtre;
 - Amphibole (3%): individus plus petits et moins représentés que le pyroxène avec un clivage caractéristique à deux directions faisant un angle de 120° visible;
- Minéraux d'argiles et oxydes (2%): taches brunes et noires;

Nom: Migmatite.

Structure: Porphyroblastique.

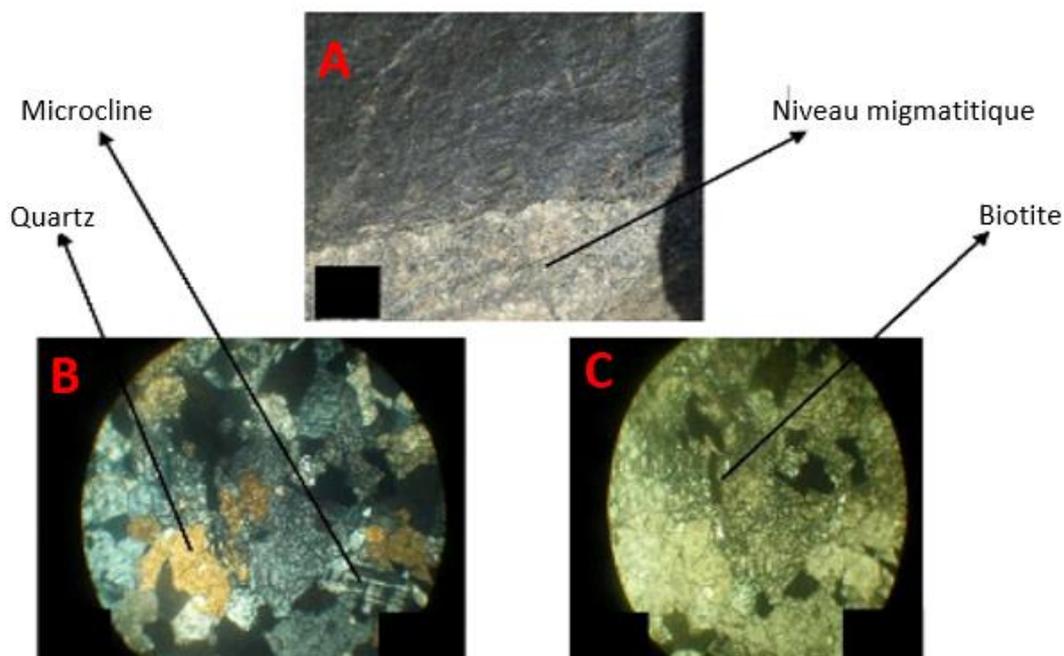


Fig. 6. Vue macroscopique (A) et microscopique en lumière polarisée analysée LPA (B) et en lumière polarisée non analysée LPNA d'un migmatite

3.3.5 LAME BD5

Descriptions

Macroscopiques et mesures structurales

La roche est de couleur noire tachetée de blanc. Il y a la présence des cristaux de micas (biotite) abondants et des cristaux blancs (quartz et feldspaths) (Figure 7A). N120°/63°SSW.

Microscopiques

- Quartz (54%): abondant dans la roche; cristaux xénomorphes à extinction roulante, souvent limpides et peu craquelés;
- Feldspaths
 - Plagioclases (11%): lessivés, la macle s'observe. Les individus sont craquelés, xénomorphes, limpides à extinction parfois roulante, de petite taille par rapport au microcline. Certains individus sont damouritisés;
 - Microcline (14%): microcline perthitique à macle en quadrillage, plus lessivée que les plagioclases;
- Ferromagnésiens: ils sont parallèlement orientés et soulignent une certaine schistosité de la roche
 - Biotite (17%): disposé suivant un plan, allongé en paillette, clivage unidirectionnel, pléochroïque, brun, chloritisation observable;
 - Pyroxène (1%): cristaux en section allongée montrant les traces de clivage bidirectionnelles orthogonales;
 - Amphibole (2%): cristaux de section allongée présentant un clivage bidirectionnel qui lui est caractéristique;
- Minéraux d'argiles et oxydes (1%): taches brunes et noires;

Nom: Gneiss granitique.

Structure: Granoblastique.

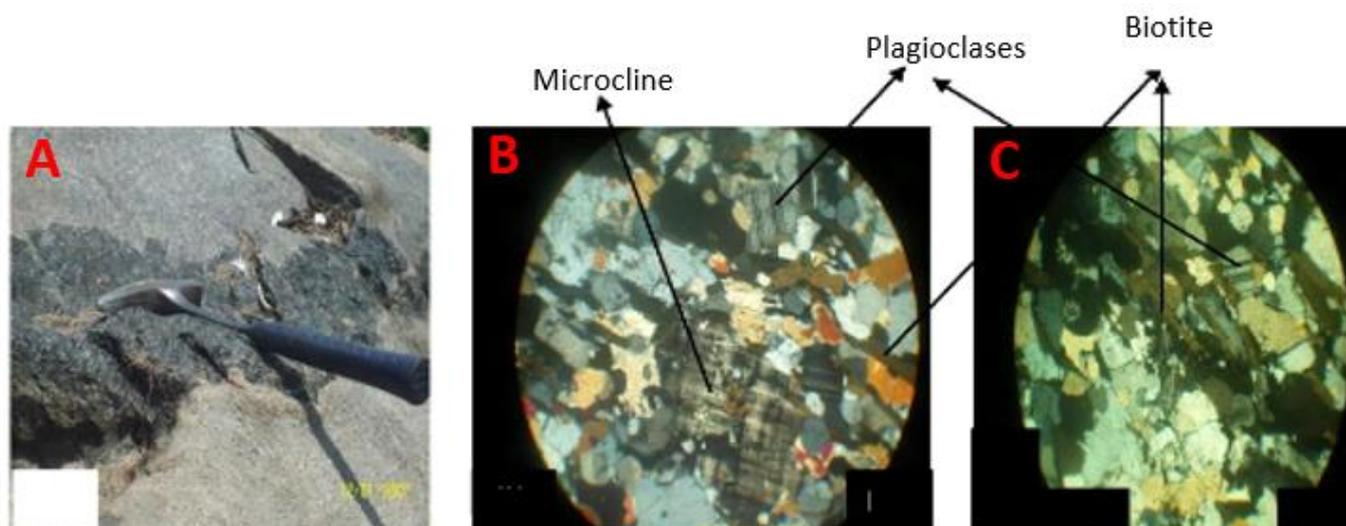


Fig. 7. Vue macroscopique (A) et microscopique en lumière polarisée analysée LPA (B et C) d'un gneiss granitique

3.3.6 LAMES BD15 ET BD18

Descriptions

Macroscopiques et mesures structurales

Roche est de couleur gris verdâtre et schisteuse avec des cristaux de quartz et de feldspaths ainsi que des paillettes de micas (biotite et muscovite) (Figure 8A). N80°E/70°NNW.

Microscopiques

- Quartz (53%): en petits cristaux xénomorphes de même taille, clairs et limpides;
- Feldspaths
 - Plagioclases (7%): les cristaux sont très lessivés, ils apparaissent troubles et damouritisés;
 - Microcline (13%): elle se présente en cristaux lessivés, macles en quadrillages peu visibles, souvent kaolinisés et apparaissent troubles;
- Ferromagnésiens
 - Biotite (4%): pléochroïque, elle se présente en petites paillettes par rapport à la muscovite;
 - Muscovite (13%): se présente en paillettes plus développées que la biotite, de teinte brune orangée parfois verdâtre, clivage unidirectionnel, visible, orienté;
 - Pyroxène (2%): clivage à deux directions visibles et peu représentés;
- Minéraux d'argiles et oxydes (3%): en taches brunes et noires en lumière naturelle

Nom: Granite à deux micas.

Structure: Grenue.

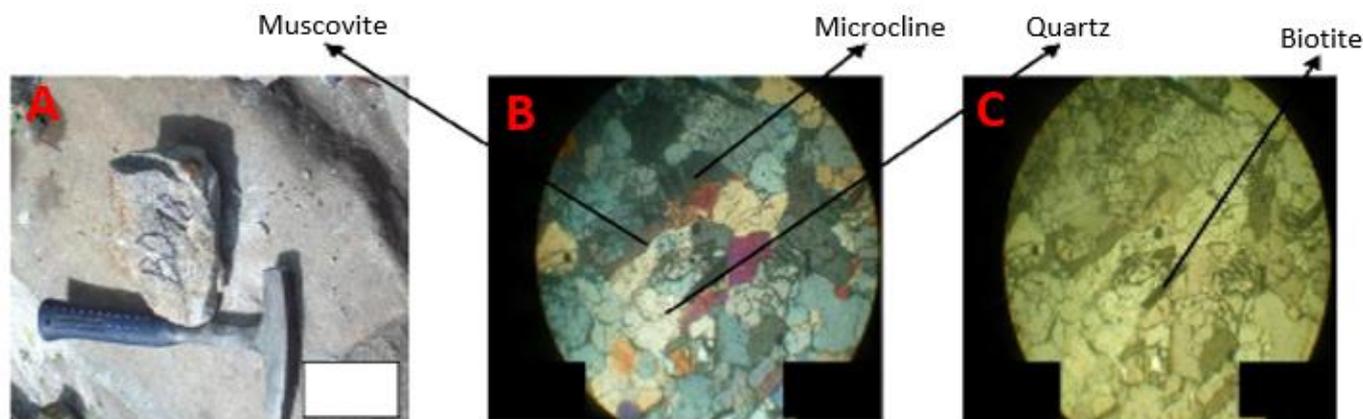


Fig. 8. Vue macroscopique (A) et microscopique en lumière polarisée analysée LPA (B) et en lumière polarisée non analysée LPNA (C) d'un granite à deux micas

3.3.7 LAME BD20

Descriptions

Macroscopiques et mesures structurales

Roche est de couleur verte, elle renferme beaucoup des cristaux verts (amphibole, chlorite,...) ainsi que de feldspaths. On doit signaler à l'échelle d'affleurement la présence des filons de quartz (Figure 9A). N80°E/62°NNW.

Microscopiques

On constate un remplissage à minéralogie grossière et de part et d'autre du remplissage une minéralogie. Les cristaux de quartz de remplissage sont craquelés. Les minéraux colorés allongés soulignent la schistosité; et dans le remplissage, on a la présence des minéraux ferromagnésiens.

- Ferromagnésiens
 - Amphiboles plus précisément de la hornblende verte (40%): brunâtres à clivage losangique (deux directions de clivage formant un angle de 120°) visible, pléochroïque; elle prédomine sur le quartz et les plagioclases;

- Chlorite (10%): vert pale en lumière naturelle et pléochroïque, à une direction de clivage;
- Feldspaths
 - Plagioclases (27%): à macles polysynthétiques lessivés visibles, à extinction roulante;
- Quartz (20%): petits cristaux à extinction roulante et limpides;
- Minéraux d'argiles (3%)

Nom: Amphiboloschiste.

Structure: Granoblastique.

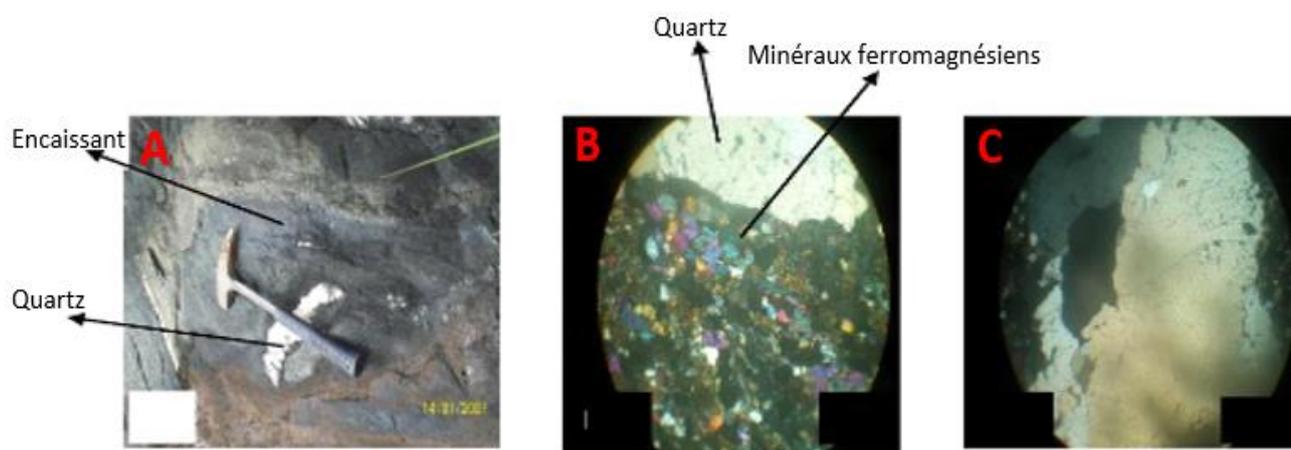


Fig. 9. Vue macroscopique (A) et microscopique en lumière polarisée analysée LPA (B) et en lumière polarisée non analysée LPNA (C) d'un amphiboloschiste

3.3.8 LAMES BD6, BD8 ET BD23

Descriptions

Macroscopiques et mesures structurales

Roche est couleur grise tachetée de noir, avec la présence des cristaux sombres et clairs (biotite allongée, quartz et feldspaths) (Figure 10A). N100°/76°SSW.

Microscopiques

- Quartz (55%): les cristaux xénomorphes et présentent une extinction roulante, craquelés;
- Feldspaths
 - Microcline (17%): les cristaux présentent une macle en quadrillages typique à peine visible, prédominant par rapport aux plagioclases;
 - Plagioclases (7%): ils sont moins représentés que le microcline et les macles polysynthétiques sont observables;
- Ferromagnésiens
 - Biotite (2%): pléochroïque et peu représentée, montrant un clivage fin régulier;
 - Muscovite (18%): pas de pléochroïsme et à clivage fin et régulier;
 - Pyroxène (3%): verdâtre, en fins cristaux à clivage unidirectionnel fin et à peine visible, pléochroïque;
- Minéraux d'argiles (1%): en lumière naturelle se présentent en tache brune

Nom: Gneiss à deux micas.

Structure: Lépidoblastique.

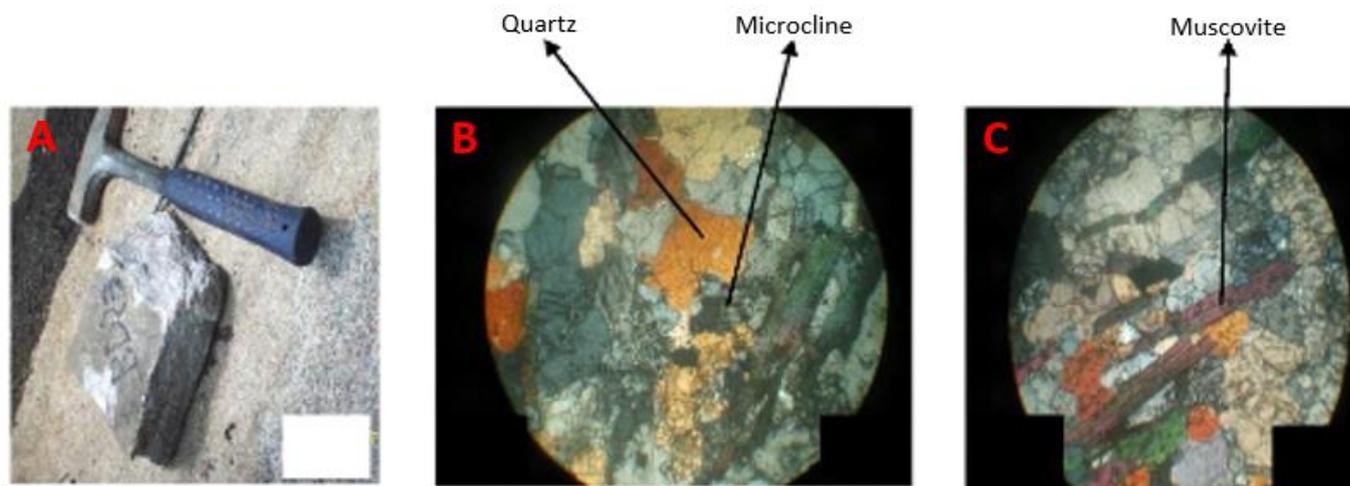


Fig. 10. Vue macroscopique (A) et microscopique (B et C) d'un gneiss à deux micas

4 INTERPRÉTATION

4.1 SUR LE PLAN PÉTROGÉNÉTIQUE

D'après les travaux antérieurs de DELHAL et LEDENT (1976) [4], notre secteur d'étude a connu une importante granitisation-migmatisation. De telles régions sont, d'après SEDERHOLM (cité par MARMO, 1972 [5]), caractérisées par la présence des gneiss migmatitiques et des granites. La formation de tels granites est expliquée en termes d'anatexie de roches en partie au moins sédimentaires, avec l'accroissement de la température au cours d'un métamorphisme régional (SEDERHOLM, cité par MARMO, 1972 [5]).

Les formations de notre secteur d'étude présentent des caractéristiques principales suivantes:

- Les granites n'ont pas développé des bordures de refroidissement rapide (bordure figée);
- Elles passent insensiblement au granite foliacé (caractérisé par la disposition parallèle de minéraux comme les micas et l'amphibole) et aux gneiss migmatitiques

Ces caractères sont ceux typiques de « granites migmatitiques » (MEHNERT, 1968 [6]; MARMO, 1972 [5]) qui constituent avec les gneiss environnants le « complexe migmatitique ». Les formations de notre secteur sont donc métamorphiques et se rapportent aux migmatites de Boma. Les granites décrits proviennent de l'anatexie du matériel crustal et sont intimement associés aux gneiss les environnants formés au cours du phénomène de granitisation-migmatitique daté à 2150 Ma (orogénèse kimézienne) comme signalé par DELHAL et LEDENT (1976) [4].

4.2 SUR LE PLAN TECTONO-MÉTAMORPHIQUE

Dans la plupart de nos lames, les roches portent les traces d'une déformation par cataclase:

- Les minéraux présentent des craquelures;
- Les grandes plages de plagioclases sont réduites en mosaïque de fins cristaux fort damouritisés;
- Certaines grandes plages de quartz ont recristallisé en mosaïques de cristaux fins de quartz présentant une extinction roulante. Ce qui témoigne de l'action tectonique subie par cette formation;
- Dans certaines lames minces, les minéraux ferromagnésiens montrent clairement deux schistosités; ceci est une preuve indiscutable que les formations de la région d'étude ont subi une double action tectonique, comme l'ont proposé certains auteurs (CAHEN et al., 1978 [7])
- Certaines phases minérales, tel que le quartz, les plagioclases et la chlorite proviennent de la recristallisation;
- Dans certains endroits, des filonnets de quartz apparaissent plissés (plis synmigmatiques) et ces plis ont une direction parallèle à la foliation régionale

Tous ces faits suggèrent que les roches de notre secteur d'étude ont, longtemps après leur mise en place, subi une cataclase ayant occasionné leur broyage tectonique suivant certaines directions préférentielles.

Signalons que ce broyage a été accompagné d'une recristallisation; car les minéraux brisés se montrent souvent cicatrisés par de la chlorite, de la muscovite, du plagioclase et du quartz nouvellement formés. Il s'agit là, comme l'ont souligné certains auteurs (DELHAL et LEDENT, 1976 [4]) d'une évolution métamorphique des terrains étudiés dans les conditions épizonales (Greenschist facies: présence de la chlorite) au cours, probablement, de l'orogénèse Ouest-Congo; car les métasédiments zadiniens sus-jacents portent l'empreinte de ce métamorphisme. Ainsi donc, la cataclase et la recristallisation des roches du secteur étudié sont à attribuer à cette orogénèse dont le paroxysme remonte à 565 Ma (TACK et al., 2001 [1]); alors que ces roches sont Kiméziennes (2150 Ma).

Ce métamorphisme épizonal ayant affecté des terrains déjà métamorphiques et qui ont évolué dans des conditions de températures beaucoup plus élevées (migmatites, gneiss granitiques, granites gneissifiés, amphiboloschistes), il s'agit là d'une « évolution rétomorphique ».

5 CONCLUSION

Sur le plan pétrographique et minéralogique

Au total huit familles pétrographiques qui caractérisent notre secteur d'étude, on peut citer: le Migmatite, le Microgneiss à deux micas, le Gneiss granitique, le Gneiss à deux micas, le Granite gneissique, le Chloritoschiste ainsi que l'Amphiboloschiste et dans la plupart de ces roches est constitués de ces minéraux: Quartz, feldspaths: microcline + plagioclases, biotite, muscovite, pyroxène, amphiboles, pyroxène, chlorite.

Sur le plan pétrogénétique

Les formations de notre secteur d'étude sont métamorphiques issue d'une granitisation-migmatisation datant du Kimezien (2150 Ma). Les gneiss, roches métamorphiques déformées, ont donc subi une fusion partielle à l'origine des granites d'anatexie et les migmatites sont la mémoire de ce phénomène. Les migmatites ont enregistré la mémoire de la fusion partielle des gneiss qui est à l'origine d'un magma lui-même à l'origine des granites d'anatexie.

Mais, elles portent les empreintes d'une déformation (postérieurement à leur mise en place) par cataclase accompagnée d'une recristallisation dans les conditions rétomorphiques au cours de l'orogénèse Ouest-Congo. Ces effets de deux phases tectoniques (orogénèses Kiméziennes et Ouest-Congo) subies par les roches de notre secteur d'étude sont clairement soulignés par la double schistosité (deux orientations) notée au niveau de certains minéraux phylliteux.

REFERENCES

- [1] L. TACK, M.T.D. WINGATE, J.-P. LIEGEOIS, M. FERNANDEZ-ALONSO, A. DEBLOND, «Early Neoproterozoic magmatism (1000-910 Ma) of the Zadinian and Mayumbian Groups (Bas-Congo): onset of Rodinia rifting at the western edge of the Congo craton». *Precambrian Research*, 110, 277-306, 2001.
- [2] D. M. BAUDET; M. FERNANDEZ-ALONSO; K. F. KANT; L. TACK; K. THEUNISSEN; S. DEWAELE; K. EEKELERS; G. KADJA; E. MUJINGA; P. NSEKA; J. PHAMBU; N. KITAMBALA; E. KONGOTA; J. MATUNGILA; M. MUANZA et A.M. TSHIBWABWA., Notice explicative de la carte géologique de la Province du Bas-Congo et Carte géologique à l'échelle du 1/500.000, Version 1.0, MRAC (Belgique) – CRGM (R.D. Congo), 50p., 2013.
- [3] L. TACK, «Extension du Mayumbien au Bas-Zaïre: le problème de sa délimitation cartographique et implications sur les concepts du cadre géologique général du Précambrien du Bas-Zaïre», *Mus. roy. Afr. centr., Tervuren (Belg.), Dépt. Géol. Min., Rapp. Ann.*, 1981 - 1982, 127 – 133, 1983.
- [4] J. DELHAL, D. LEDENT, «Age et évolution comparée des gneiss migmatitiques près-Zadiniens des régions de Boma et Mpozo Tombagadio (Bas-Zaïre)», *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 99,165-187, 1976.
- [5] V. MARMO, *Granite petrology and the granite problem*, Elsevier, 1972.
- [6] K.R. MEHNERT, *Migmatitiques and the origin of granitic rocks*, Elsevier, 1968.
- [7] L. CAHEN, D. LEDENT et L. TACK, «Données sur la géochronologie du Mayumbien (Bas-Zaïre)», *Bull. Soc. Géol. Belg.*, 87,101-112, 1978.