

Etude des paragenèses minérales des roches vertes de la vallée de M'vunzi du Territoire de Seke-Banza (Province du Kongo Central, RD Congo)

[Study of the mineral parageneses of the green rocks of the M'vunzi valley of the Territory of Seke-Banza (Kongo Central Province, DR Congo)]

Patrick Mukonkole Mukonkole, Daddy Patrick Ilito Lofongo, Henock Tshombe Mbaya, Nebys Mupepe Ngayipa, Joël-André Opey Ambur, Olga Mukaka Kimwesa, and Anne-Marie Tshibwabwa Tshiswaka

Centre 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 traveling prospecting along the M'vunzi River has collected samples of the greenstone which have been the subject of macroscopic and microscopic observations of the thin sections made in the petrography laboratory. The present study has enabled us to identify in addition to the three types of rocks previously described by our predecessors, a fourth petrographic type which is a chloritoschist. In addition, two new minerals have been identified including «garnet» and «cordierite», respectively in an amphibolite and in a chloritoschist. The mineralogical paragenesis of the different petrographic types described to date in the M'vunzi valley composed of: epidote-chlorite-quartz, epidote-plagioclase-albite-chlorite-calcite, chlorite-biotite-quartz and chlorite-biotite-albite-quartz are typically secondary mineral paragenesis and indicate that all basic lavas in the study area were affected by regional greenschist facies metamorphism which is clearly justified by the appearance of chlorite in each mineralogical paragenesis. These results allowed us to deduce that the M'vunzi valley is lined with Gangila green rocks, the main ones being amphibolites, chloritoschists, micaschists and epidotites. It is therefore, for the most part, ancient basaltic lavas very rich in plagioclase which subsequently transformed into green rocks. The latter are the products due to the regional metamorphic gradient of Low Pressure and High Temperature (LP-HT).

KEYWORDS: Gondwana, Rodinia, Panafrican, metabasalt, amphibolite, epidotite.

RESUME: La prospection itinérante le long de la rivière M'vunzi ont permis de collecter des échantillons des roches vertes qui ont fait l'objet des observations macroscopiques et microscopiques des lames minces confectionner au laboratoire de pétrographie. La présente étude nous a permis d'identifier outre les trois types des roches précédemment décrites par nos prédécesseurs, un quatrième type pétrographique qui est un « chloritoschiste ». En plus, deux nouveaux minéraux ont été identifiés dont le « grenat » et la « cordiérite », respectivement dans une amphibolite et dans un chloritoschiste. Les paragenèses minéralogiques des différents types pétrographiques décrits à ce jour dans la vallée de M'vunzi composées de: épidote-chlorite-quartz, épidote-plagioclase-albite-chlorite-calcite, chlorite-biotite-quartz et chlorite-biotite-albite-quartz sont typiquement des paragenèses de minéraux secondaires et indiquent que toutes les laves basiques du secteur d'étude ont été affectées par le métamorphisme régional de greenschist faciès qui se justifie clairement par l'apparition de la chlorite dans chaque paragenèse minéralogique. Ces résultats ont permis de déduire que la vallée de la M'vunzi est tapissée des roches vertes de Gangila dont les principales sont les amphibolites, les chloritoschistes, les micaschistes et les épidotites. Ce sont donc, pour la plupart d'anciennes laves basaltiques très riches en plagioclase qui se sont transformées par la suite du métamorphisme en roches vertes. Ces dernières sont les produits dus au gradient métamorphique régional de Basse Pression et Haute Température (BP-HT).

MOTS-CLEFS: Gondwana, Rodinia, Panafricain, metabasalte, amphibolite, épidotite. En anglais : Gondwana, Rodinia, Panafrican, metabasalt, amphibolite, epidotite.

1 INTRODUCTION

La vallée de M'vunzi où nous avons concentré notre étude est située dans le degré carré de Matadi (S6/E13) au Kongo Central, Territoire de Seke-Banza, à environ 26 Km (à vol d'oiseau) au nord de la ville portuaire de Matadi, dans la partie sud-ouest de la République Démocratique du Congo. Elle est comprise entre 13°22,328' et 13°33,176' de longitude Est et 5°32,167' et 5°33,686' de latitude sud (Figure 1).

Les roches vertes de Gangila dont fait partie les roches vertes de la vallée de M'vuzi, ont fait l'objet de nombreux travaux géologiques et d'un certain nombre de publications depuis la présence des premiers géologues dans les environs immédiats du port de Matadi et se prolongeant vers le nord jusque dans l'actuel Territoire de Seke-Banza. Parmi ces travaux on notera ceux de [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19] et [20].

Cette étude des paragenèses minérales basée sur les descriptions pétrographiques de différents faciès des roches vertes de Gangila rencontrés dans la vallée de la rivière M'vunzi vient donc compléter les descriptions précédentes tant macroscopiques que microscopiques faites par nos prédécesseurs dans l'objectif de recueillir les nouvelles informations nécessaires concernant les caractères macroscopiques et microscopiques de metabasaltes de Gangila, afin d'apporter des arguments cohérents permettant d'approcher les conditions de genèse et d'évolution de ces roches vertes.

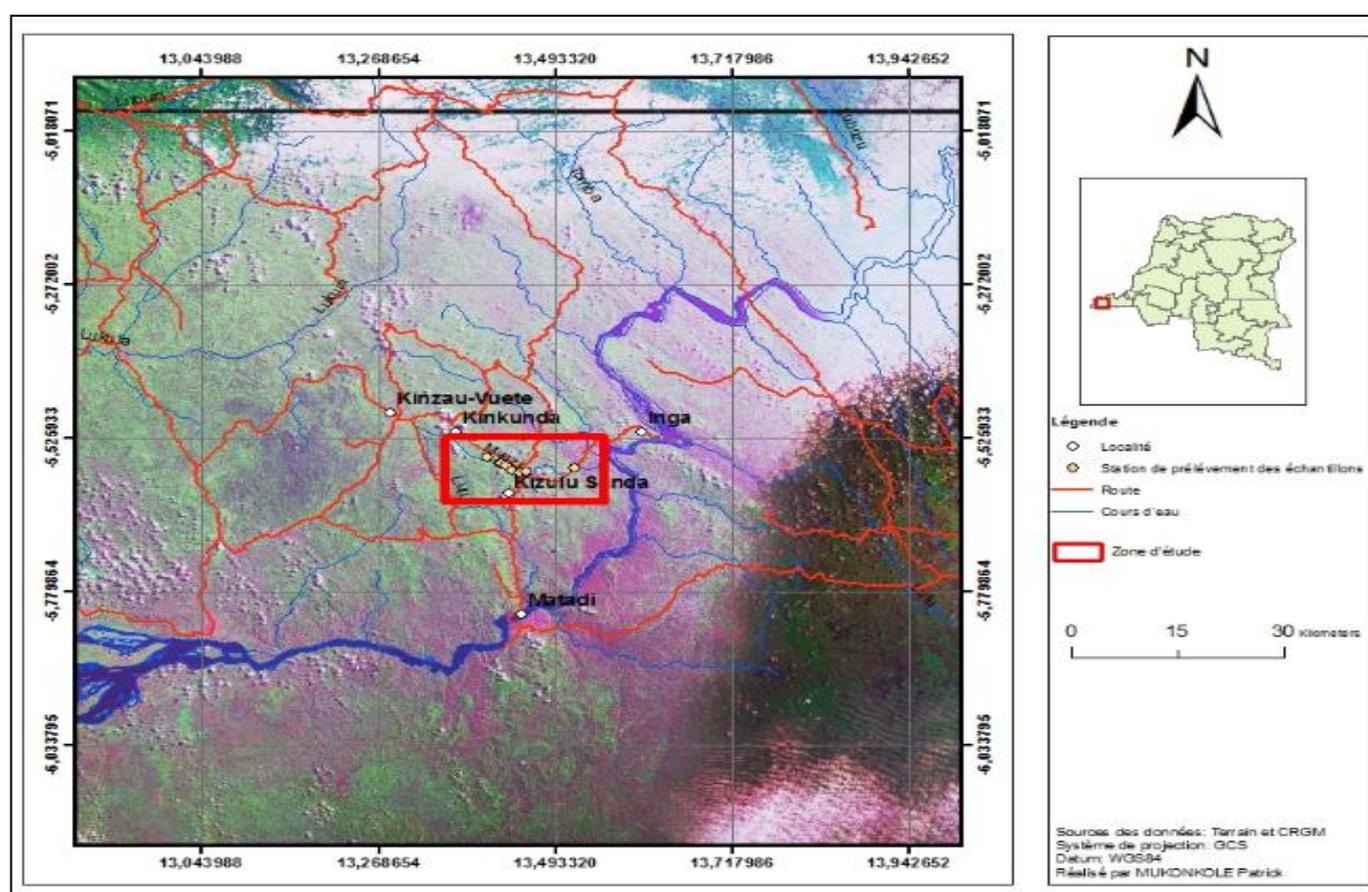


Fig. 1. Carte de la localisation géographique de la zone d'étude

2 CONTEXTE GEOLOGIQUE

Au Kongo Central, les roches vertes de Gangila attribuées au Supergroupe de l'Ouest-Congo du néoproterozoïque, où les formations basales (Formations de metabasaltes de Gangila et d'Inga) du Groupe de Seke-Banza / Tshela ont été daté du Tonien précoce (1000 à 920 Ma) dans la chaîne panafricaine de son éponyme ([15], [21], [18]). Ces formations basales composées de laves basaltiques vert-foncées amygdalaires en bancs pluri décimétriques montrant une nette rythmicité entre la partie inférieure massive et la partie supérieure à texture amygdalaire, friable (Formation de Gangila) et de coulées rhyolitiques et d'ignimbrites, avec intercalations mineures de volcano-sédiments acides (tufs, bombes,...) et de sédiments quartzitiques et quartzophylladeux, présentant de grandes variations de faciès (Formation d'Inga).

Toutes ces formations reposent sur les formations du Groupe de Matadi (quartzites massifs de Matadi et métarhyolites de Palabala) lesquelles reposent en discordance sur le Socle Paléoprotérozoïque Kimezien [15] (Figures 2 et 3).

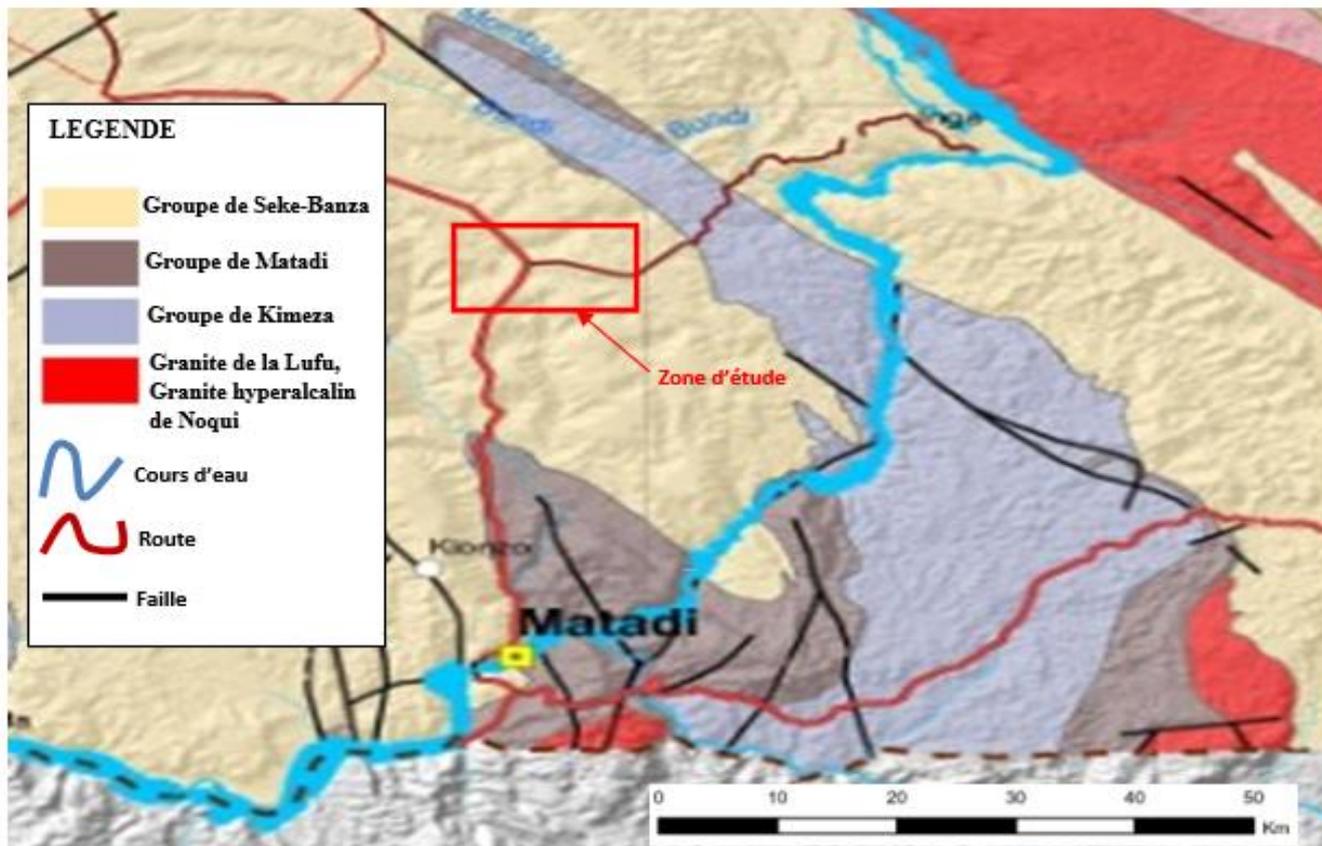


Fig. 2. Carte géologique du secteur d'étude (Extrait de la carte géologique de la Province du Kongo Central; E: 1/ 500.000, [18])

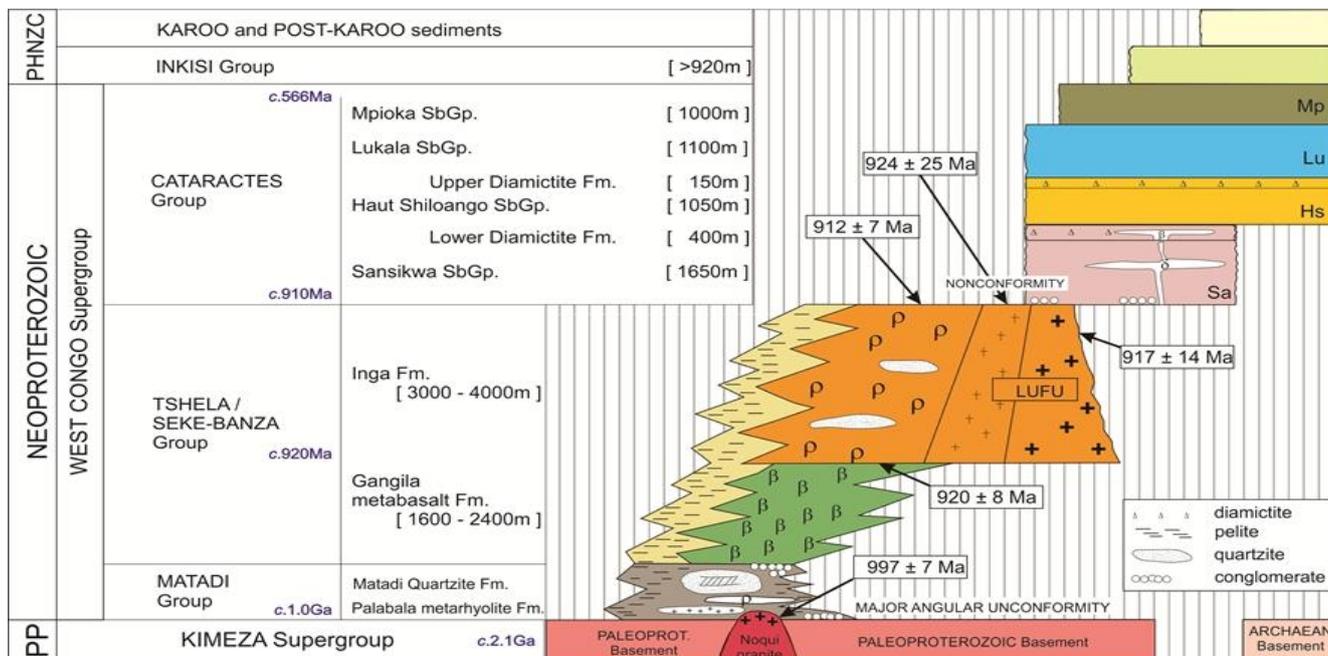


Fig. 3. Reconstruction lithostratigraphique du Supergroupe Néoprotérozoïque Ouest-Congo qui est composé de trois groupes, de bas en haut: le Groupe de Matadi, le Groupe de Tshela/Seke-Banza et le Groupe des Cataractes. Symboles: ρ = rhyolite; β = basalte; δ = dolérite; M = Mativa; BK = Bata Kimenga (D'après [18]). adaptée de [15]

La chaîne de l’Ouest-Congo est installée entre les cratons archéens du Kasai, au sud-est et du Chaillu, au nord-ouest et se développe sur plus de 1400 Km de longueur et 150 à 300 Km de largeur, le long de la marge occidentale du craton du Congo à partir du sud-ouest de la République du Gabon, en passant par l’ouest de la République du Congo, l’extrême ouest de la République Démocratique du Congo, le nord-ouest de la République d’Angola jusqu’au Brésil où elle prend le nom de la Chaîne Araçuai. La chaîne a ainsi été dénommée Araçuai - West Congo Orogen (AWCO) (Figure 4).

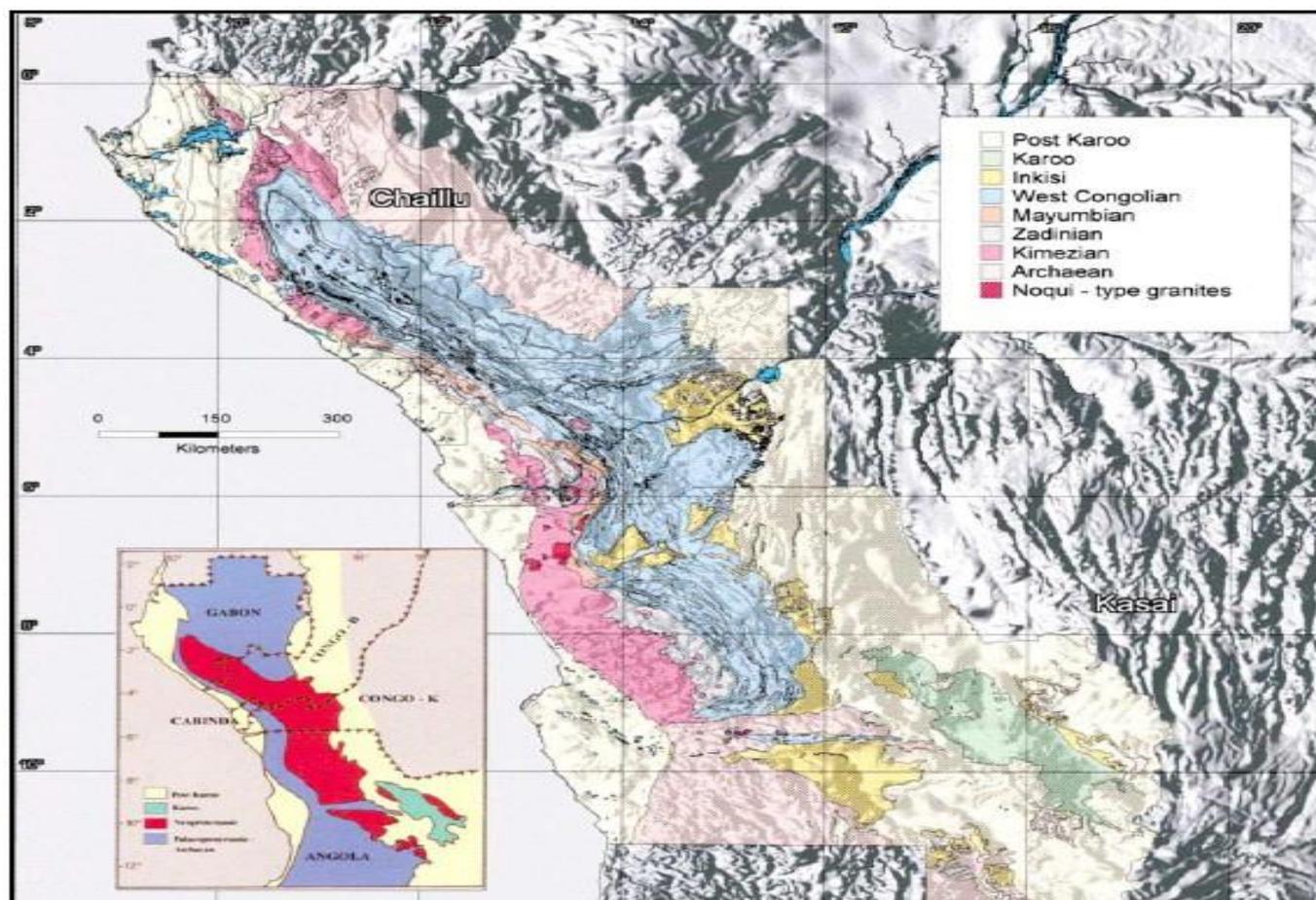


Fig. 4. Carte géologique et localisation de la chaîne panafricaine Ouest-Congo, compilé de cartes géologiques de Gabon ([22], [23]), la République du Congo ([24], [25], [26]), Cabinda et Angola ([27], [28], [29]), la République Démocratique du Congo [9] et la partie ouest de la province du Kongo-Central en République Démocratique de Congo. D’après [31]

L’orientation de la chaîne de l’Ouest-Congo est subparallèle à la côte atlantique entre 1° et 12° Sud. Sa construction et sa structure complexe (Figure 5) ont été acquise à la suite de la collision entre le craton du Congo à l’Est et le craton de Sao Francisco à l’Ouest lors de la formation du Gondwana occidental durant l’orogénèse Brasiliano-Panafricaine ([32], [33], [34], [35], [36], [37], [38], [21], [39], [40], [41]) (Figures 5). La collision entre les deux blocs continentaux s’est faite suite à la fermeture du domaine océanique (Océan ancien Adamastor) qui les séparait pendant la dislocation de Rodinia [42]. La structure globale de la chaîne Ouest-Congo présente une direction NW-SE, mais montre une flexion prononcée dans le Kongo-Central. Sur base des observations de terrain ([11], [43], [44], [35]), des données gravimétriques disponibles [45] et des colonnes stratigraphiques publiées, [15] ont schématisé la section E–W de la chaîne Ouest-Congo; elle représente en général une quantité décroissante de déformations accompagnées de failles de l’Ouest vers l’Est et de plissement des couches.

La chaîne panafricaine de l’Ouest-Congo (1 à 0,5 Ga) est composée d’un avant-pays à l’Est et d’un domaine d’arrière-pays à l’Ouest (Figure 6). Le style et le degré de métamorphisme différencient les deux domaines. Le domaine d’avant-pays est constitué de roches faiblement à non métamorphisées tandis que celui de l’arrière-pays est caractérisé par un métamorphisme de type Basse Pression - Haute Température (BP – HT). Les roches vertes de Gangila de la vallée de M’vunzi font partie de ce domaine de l’arrière-pays ([15], [18], [1]).

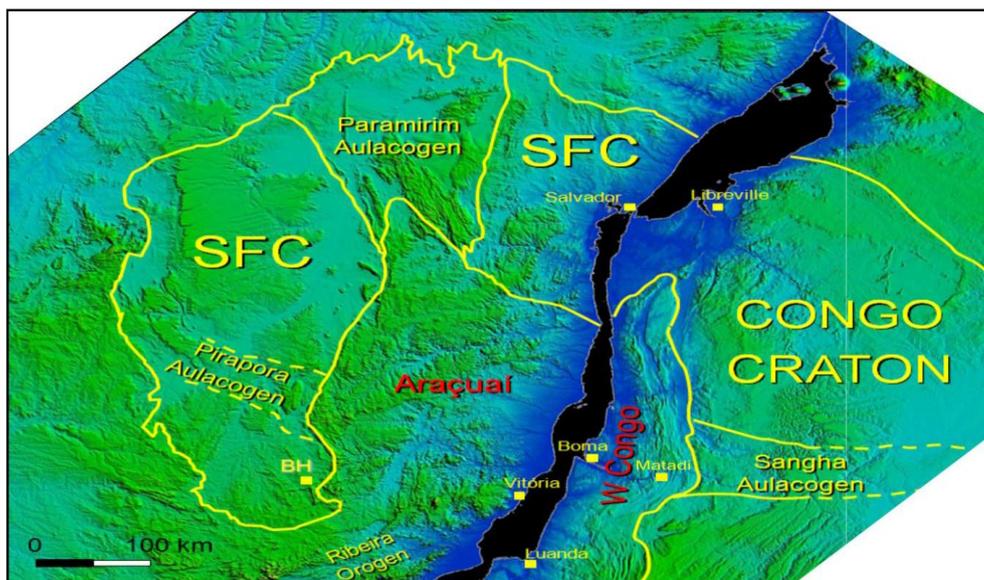


Fig. 5. Indication du Craton San Francisco [SFC] et du Congo qui joint la chaîne Araçuaí et la chaîne de l'Ouest-Congo. D'après [47]

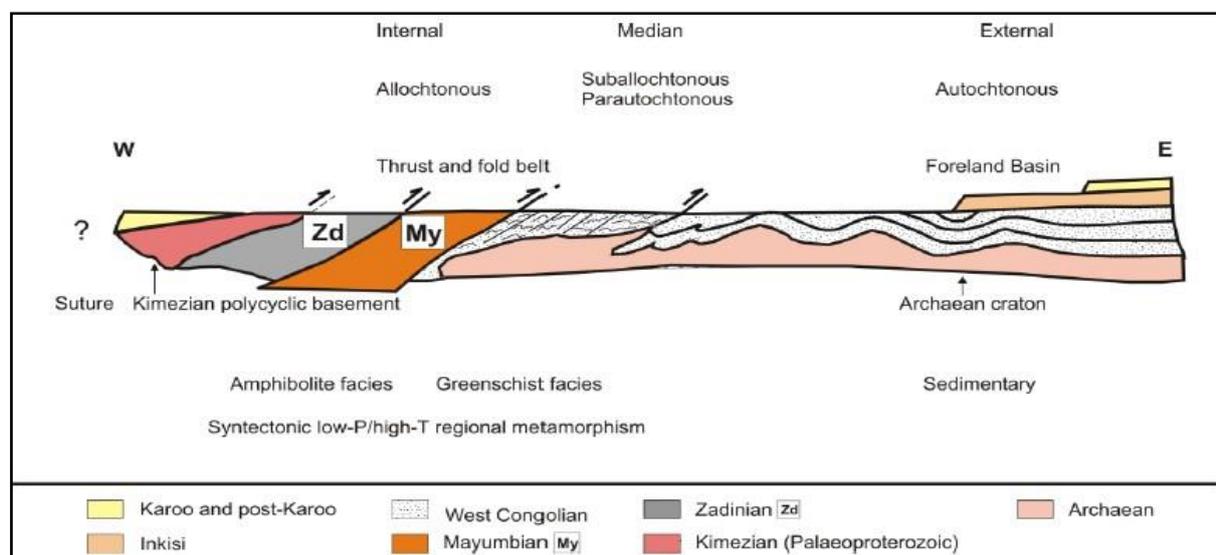


Fig. 6. Profil schématique de la section E-W de la Chaîne Ouest-Congo au Kongo Central. D'après [15]

3 MATÉRIELS ET MÉTHODES

3.1 MATÉRIELS

La réalisation de cette étude a nécessité l'utilisation d'un GPS de marque Garmin (GPSMAP 64s) pour le positionnement géographique des sites de prélèvement des échantillons; d'une boussole à clinomètre incorporé pour se repérer sur le terrain et pour mesurer les directions et pendages des strates observées; d'un marteau de géologue qui nous a servis dans un premier temps à créer une cassure fraîche dans la roche afin de mieux décrire cette dernière et dans un second temps à l'échantillonnage; d'une loupe minéralogique pour l'identification des minéraux et les éléments figurés dans la roche; d'un carnet de terrain pour noter toutes les observations et mesures de terrain; d'un appareil photographique; des sachets d'emballage des échantillons et d'un sac. Le logiciel d'application ArcGIS 10.5 installé dans l'ordinateur nous a permis de traiter les données spatialisées collectées sur le terrain et d'élaborer les cartes.

Au total, 20 échantillons ont été prélevés sur le terrain et sept échantillons, représentant chacun un faciès pétrographique identifié sur le terrain, ont été sélectionnés et servi à la confection des lames minces avec une épaisseur standard de 30 microns. L'observation de ces dernières a été possible grâce à l'utilisation d'un microscope binoculaire de marque Leitz Wetzlar.

3.2 MÉTHODES

Dans cette étude, nous avons recouru à la méthode documentaire, suivi des investigations sur le terrain et des travaux de laboratoire.

La méthode documentaire nous a permis de consulter les travaux antérieurs (thèses et mémoires d'études géologiques, les annales scientifiques, les bulletins, les revues scientifiques, les cartes géologiques de la région d'étude, les images satellites, etc.) ayant trait à la géologie de la province du Kongo Central dans le but d'avoir une idée sur les formations à cartographier, les coupes géologiques déjà élaborées, le style tectonique ainsi que les problèmes en discussion. Ceci était utile pour orienter les itinéraires favorables pour le levé sur le terrain, etc.

Sur le terrain, nous avons effectué un levé géologique itinérant le long de la rivière M'vuzi, accompagné de descriptions macroscopiques des roches.

Au laboratoire, nous avons procédé, à l'aide des lames minces et du microscope binoculaire de marque Leitz Wetzal, à la description microscopique des lames minces dans le but d'améliorer les descriptions pétrographiques faites sur le terrain; ce qui nous a permis de bien définir la composition minéralogique, la structure et la texture des différentes roches.

Pour la détermination des minéraux des roches au microscope polarisant, nous nous sommes référés aux méthodes et les caractéristiques décrits par [48], [49], [50] et [51].

Les lames minces confectionnées ont été observées au microscope polarisant en Lumière Polarisée Non Analysée (LPNA) et en Lumière Polarisée Analysée (LPA). Ces dernières nous ont permis de déterminer les caractéristiques microscopiques des minéraux tels que:

- La teinte de polarisation observée en LPA et à l'aide de l'échelle des teintes de Newton;
- La forme des minéraux (automorphe, xénomorphe, etc.);
- La couleur des minéraux observée en LPNA a permis de distinguer les minéraux opaques (noirs) tels que les ferromagnésiens, les minéraux incolores tels que les feldspaths et le quartz, les minéraux légèrement colorés et changeant de couleur par rotation de la platine tels que les micas noirs et les amphiboles;
- Le relief des minéraux en LPNA nous a permis de distinguer les minéraux à relief fort (pyroxène et grenats), à relief moyen (micas) et à relief faible (feldspaths et quartz) et les craquelures;
- La foliation qui s'exprime en LPNA et LPA par une alternance entre lits riches en micas et lits quartzeux;
- Les teintes de biréfringence des minéraux observables en LPA;
- Les angles d'extinction observés en LPA afin de déterminer les minéraux tels que les plagioclases, les amphiboles et les pyroxènes;
- Les macles ont été bien observées en LPA, et
- Le clivage observable dans les feldspaths albitiques

4 RÉSULTATS

Les observations macroscopiques des différents échantillons des roches et microscopiques des lames minces ont permis d'observer les minéraux des roches ci-après:

4.1 LES AMPHIBOLITES

4.1.1 CARACTÈRES MACROSCOPIQUES

Elles sont massives, de couleur vert sombre, plus ou moins grenues, recoupées par des filonnets et constituées des cristaux de quartz dispersés dans la roche (Figure 7A et 7F).

4.1.2 CARACTÈRES MICROSCOPIQUES

De structure granoblastique, elles sont riches en actinote chloritisée à extinction oblique. Le pyroxène est complètement altéré. La chlorite est présente en larges plages de couleur blanchâtre. Le grenat est en forme hexagonale, de couleur brun - rouge et cerné par le quartz. Les épidotes souvent en cristaux rouges du premier ordre. Les biotites en cristaux à polarisation en vert et jaune ainsi que du quartz authigène, automorphe et poeciloblastique (Figure 8A et 8F).

4.2 LES CHLORITOSCHISTES

4.2.1 CARACTÈRES MACROSCOPIQUES

Ils sont massifs, verdâtres et contiennent des cristaux de couleur verte (chlorites) en lamelles aplaties en proportion élevée, des cristaux de quartz automorphes dispersés dans la masse rocheuse, des cristaux de feldspaths allongés ainsi que des cristaux jaunes à aspect brillant. Ces chloritoschistes présentent une altération en jaune sous forme d'auréole autour des cristaux de quartz (Figures 7C et 7G).

4.2.2 CARACTÈRES MICROSCOPIQUES

A l'échelle microscopique (Figures 8C et 8G), on observe en LPNA une minéralogie à prédominance de chlorite (environ 90%) qui se présente sous forme de nuage, de tuf blanchâtre et de teinte d'interférence grise. Dans d'autres plages, elle se présente sous forme de feutrage. Elle épouse les anciennes orientations de la biotite et provient probablement de cette dernière. La biotite chloritisée présente un clivage, une extinction droite et une teinte d'interférence assez élevée qui va d'orange au vert et se présente sous forme de reliques au sein des plages de chlorites. L'amphibole est complètement altérée et chloritisée. Les quartzs en cristaux très fins et à extinction roulante. Dans d'autres plages, ils se cristallisent en cristaux de grande taille (porphyroblastes). Le pyroxène est complètement détruit et laisse son réseau visible dans les plages chloritisées. Les plagioclases albitiques sous forme de microlites montrant des craquelures. On observe aussi des reliques de micas. La cordiérite, en fin, se présente sous forme de cristaux arrondis, de teinte jaunâtre, à trabecules anastomosées envahissant le minéral et donne un feutrage en croix de phyllite.

4.3 LE MICASCHISTE

4.3.1 CARACTÈRES MACROSCOPIQUES

Il est vert foncé, de texture schisteuse et friable, brillant en raison de l'abondance de micas visibles à l'œil nu, à grain moyen, moins dense et un peu altérée. Il se débite en plaquettes à surface brillante parallèle matérialisée par les lits sombres de micas qui alternent avec les lits clairs contenant principalement des feldspaths. Ce caractère observé à l'œil nu définit la foliation. Les cristaux sombres (micas) apparaissent sous forme de lamelles d'un noir brillant dont la direction générale est celle du plan de schistosité et occupent l'entièreté de la roche (Figure 7D).

4.3.2 CARACTÈRES MICROSCOPIQUES

En lame mince (Figure 8D), il présente une structure lépidoblastique et contient des biotites très abondantes sous forme de cristaux automorphes allongés suivant une direction, de couleur brune et d'un fort pléochroïsme dans le brun sombre ou verdâtre et à relief moyen. Il montre des plagioclases albitiques et de l'épidote en tufs de cristaux agglomérés provenant de l'altération des plagioclases basiques.

4.4 LES ÉPIDOTITES

4.4.1 CARACTÈRES MACROSCOPIQUES

Elles sont massives, verdâtres, finement grenues, à cristaux vert sombre, de texture rubanée (foliée), à rubanement millimétrique clairs constitués de feldspaths et à rubanement millimétrique sombres constitués de minéraux sombres. Le débitage de la roche suit l'allure de ces rubans. Ces roches contiennent des filonnets de calcite de quelques millimètres d'épaisseur (Figures 7B et 7E).

4.4.2 CARACTÈRES MICROSCOPIQUES

Au microscope (Figures 8B et 8E), elles sont de structure granoblastique et contiennent à prédominance de l'épidote à teinte de polarisation dans le jaune-orange, automorphe de forme hexagonale. Dans d'autres plages, cette épidote est soit sous forme d'agglomérats, soit sous forme des cristaux écrasés. On observe aussi du pyroxène à extinction roulante, de l'albite en grosses baguettes à macle polysynthétique et dans d'autres plages, en cristaux présentant leurs anciens clivages en dépit de l'altération, des plagioclases en forme des microlites allongés dans un verre, de la calcite en grains comblant d'anciennes fissures et remplissant une vacuole ovoïde, de la chlorite de teinte gris-blanc en paillettes dispersées et allongées suivant le réglage des ferro-magnésiens ainsi que de la zoisite à cristaux à relief prononcé de teinte basse blanche à gris bleuté.

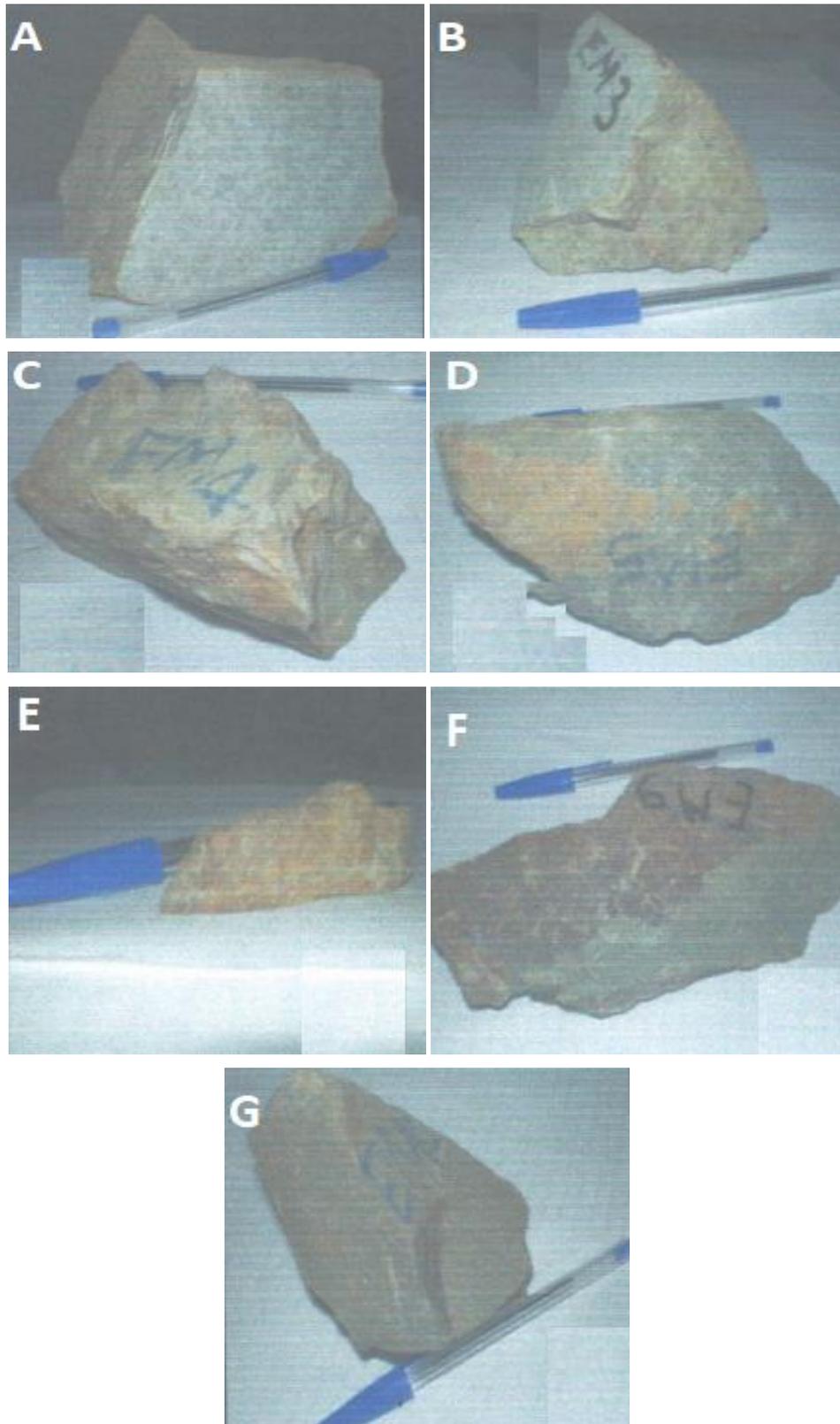


Fig. 7. Vues macroscopiques des échantillons des roches vertes de Gangila de la vallée de M'vunzi: (A) Amphibolite chloritisée à grenat et épidote; (B) Epidotite; (C) Chloritochiste à reliques de biotites et à porphyroblaste de quartz; (D) Micaschiste à épidote et plagioclase; (E) Epidotite à albite; (F) Amphibolite; (G) Chloritochiste à cordiérite

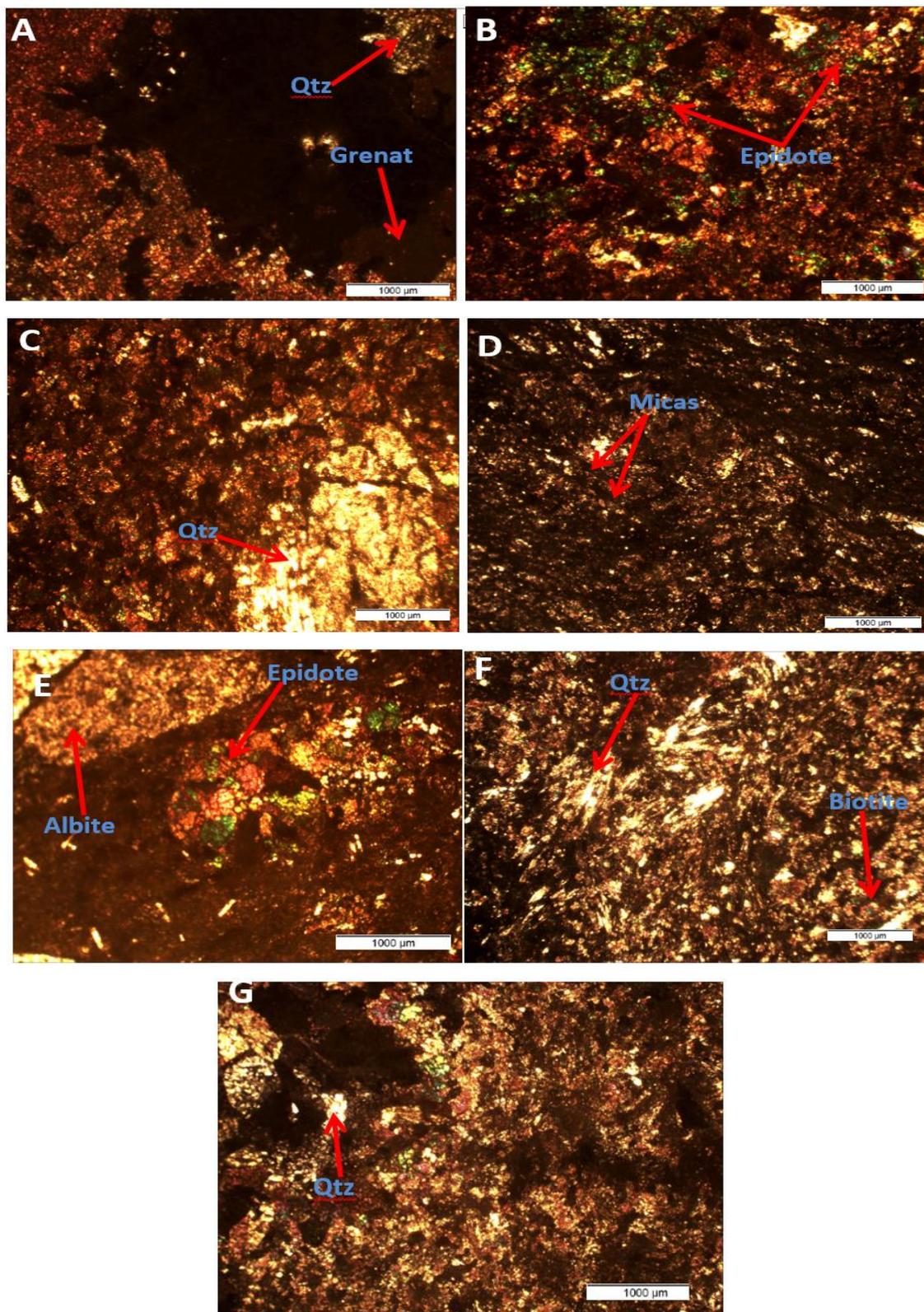


Fig. 8. Vues microscopiques en LPA des lames minces des roches vertes de Gangila de la vallée de M'vunzi: (A) Amphibolite chloritisée à grenat et épidote; (B) Epidotite; (C) Chloritoschiste à reliques de biotites et à porphyroblaste de quartz; (D) Micaschiste à épidote et plagioclase; (E) Epidotite à albite; (F) Amphibolite; (G) Chloritoschiste à cordiérite

5 DISCUSSION ET CONCLUSION

La description pétrographique sur le terrain, complétée par les observations microscopiques en lames minces, a permis d'identifier quatre faciès pétrographiques des roches métamorphiques à savoir: les amphibolites, les chloritoschistes, le micaschiste et les épidotites.

Les minéraux prépondérants dans ces roches vertes de la vallée de M'vunzi sont:

- *La chlorite* qui se présente en larges plages de couleur blanchâtre; certaines plages présentent cette chlorite sous forme de paillettes de teinte gris-blanc dispersées et allongées suivant le réglage des ferro-magnésiens, sous forme de nuage, de tuf blanchâtre et de teinte d'interférence grise et sous forme de feutrage. Elle épouse les anciennes orientations de la biotite et provient probablement de cette dernière;
- *L'actinote* à extinction oblique, indices de contraintes tectoniques qui ont affectées les roches de la région d'étude. Dans d'autres plages, elle est complètement altérée;
- *Les épidotes* à teinte de polarisation dans le jaune-orange, souvent en cristaux rouges du premier ordre, se présentent soit en tufs de cristaux agglomérés ou écrasés, soit automorphes de forme hexagonale. Dans d'autres plages, sous la variété de zoïsite, elles se présentent en cristaux à extinction droite et à relief prononcé de teinte basse blanche à gris bleuté;
- *Les biotites* sous forme de cristaux allongés automorphes de couleur brune, présentant un clivage, une extinction droite et une teinte d'interférence assez élevée qui va d'orange au vert et se présentent sous forme de reliques au sein des plages de chlorites. Dans d'autres plages en cristaux à polarisation en vert et jaune;
- *Le pyroxène* à extinction roulante, complètement altéré dans d'autres plages et laisse son réseau visible dans les plages chloritisées;
- *L'albite* (plagioclases) se présentant en grosses baguettes à macle polysynthétique et dans d'autres plages, en cristaux présentant leurs anciens clivages en dépit de l'altération et en forme des microlites allongés dans un verre

Les paragenèses minéralogiques des différents types pétrographiques décrits dans la vallée de M'vunzi, composées de: épidote-chlorite-quartz, épidote-plagioclase-albite-chlorite-calcite, chlorite-biotite-quartz et chlorite-biotite-albite-quartz sont typiquement des paragenèses de minéraux secondaires et indiquent que toutes les laves basiques du secteur d'investigation ont été affectées par le métamorphisme régional de greenschist faciès qui se justifie clairement par l'apparition de la « chlorite » dans chaque paragenèse minérale ([11], [12], [52], [53]).

L'étude pétrographique antérieure menée par [17] dans les environs de la vallée de M'vunzi a conduit à l'identification de trois types pétrographiques à savoir:

- Un micaschiste à biotite et épidote dans lequel le plagioclase et l'amphibole sont des constituants mineurs;
- Une amphibolite contenant de fines aiguilles réglées d'actinote ou de trémolite;
- Une épidotite, roche hétérogène constituée principalement d'épidote (de microcline), de (clino) zoïsite, de plagioclase albitique à angle d'extinction compris entre 10° et 15° (oligoclase-andésite) et biotite

La présente étude nous a permis d'identifier un quatrième type pétrographique qui est un chloritoschiste décrit ci-haut. Cette observation confirme les descriptions faites par [11] qui sont similaires à celle du chloritoschiste au voisinage immédiat de Matadi. Ensuite deux minéraux nouveaux ont été identifiés à savoir le grenat et la cordiérite observés respectivement dans une amphibolite et dans un chloritoschiste. Cette cordiérite pourrait provenir de la déstabilisation de chlorite suivant la réaction: Chlorite + Muscovite + Quartz → Cordiérite + Biotite + Eau dans les conditions métamorphiques de BP-HT des séquences basiques de la vallée de la M'vunzi.

Les metabasaltes de Gangila contiennent des minéraux hydratés tels que les amphiboles, les micas et les épidotes; ce qui suppose une hydratation pendant le métamorphisme rétrograde qui s'est produit dans la région d'étude. Les échantillons prélevés le long de la rivière M'vunzi montre le phénomène de déstabilisation des minéraux magnésiens (chlorites) qui est à la base de la recristallisation des minéraux alumineux tels que le grenat, l'épidote associés à l'actinote et la calcite.

En outre, nous observons aussi les effets de la « saussuritisation » dans les échantillons des roches analysées. Ce processus se produit dans les conditions du greenschist faciès; c'est-à-dire où il y a remplacement des plagioclases basiques (labrador, bytownite, anorthite) par l'épidote tel qu'observé dans les épidotites décrites ci-haut (Figure 7b).

Les effets des déformations tectoniques et les recristallisations, qui accompagnent le métamorphisme régional, caractérisés par les textures telles que la schistosité et la foliation, ont été relevés lors des observations microscopiques dans les faciès des roches vertes de Gangila massives et schisteuses (épidotites et micaschiste à épidote et plagioclase) par l'extinction roulante et l'apparition de craquelures dans certains minéraux tels que l'amphibole, le pyroxène, la biotite, le plagioclase et l'épidote [54]. Les textures telles que la schistosité et la foliation observées dans ces roches vertes de la vallée de M'vunzi permettent de conférer à ces dernières l'architecture des roches cristallophylliennes ([55], [52]). A ceux-là s'ajoutent les effets des contraintes anisotropes qu'ont subies les laves transformées de Gangila pendant l'orogénèse panafricaine Ouest-congolienne qui sont témoignés par la croissance préférentielle des minéraux parallèlement à la schistosité ([56], [57]) tel qu'observé dans le micaschiste décrit ci-haut.

Du point de vue pétrogénétique, les roches vertes de la vallée de M'vunzi sont dues au gradient métamorphique régional de Basse Pression et Haute Température (BP-HT) ([11], [30], [44]) caractérisé par les minéraux index tels que la chlorite, la biotite, la cordiérite et le pyroxène issues d'une rétro-morphose épizonale d'anciennes laves basiques à ultrabasiques très riches en plagioclases qui se sont actuellement transformées en roches vertes ([11], [37]). Ces laves basiques de Gangila ont atteint, bien avant les conditions rétro-morphiques, le stade de la mésozone attesté par la présence du grenat (almandin), de la biotite, de l'amphibole et de plagioclase.

REFERENCES

- [1] F. CORIN, «Contribution à l'étude géologique des régions de Boma et Matadi», *Bull. Soc. Belg. Géol.*, 55, 212-218, 1946.
- [2] F. CORIN, «Note sur la géologie des environs de Matadi», *Ann. Soc. géol. Belg.*, 71, 71-75, 1948.
- [3] F. CORIN, «Les roches vertes de Matadi. Leur nature et leur structure», *Bull. A.R.S.O.M.*, 2, 385-388, 1973.
- [4] L. CAHEN, *Géologie du Congo Belge*, H. Vaillant-Carmanne, S.A., Liège, 1954.
- [5] P. GROSEMANS, «Intrusions basiques et laves des formations anciennes du Bas-Congo», *Ann. Mus. Congo Belge*, Tervuren, Sér. n°8, Sci. Géol., 9, 11-36, 1951.
- [6] A. BERTOSSA et P. THONNART, «Etude géologique de la région Matadi-Inga-Monolithe», *Bull. Serv. Géol. Cong. Belg et R.-U.*, n°7, fasc. 5, 1-12, 1957.
- [7] C. MASSAR, «Note sur les formations précambriennes de la région Matadi-Fornasari (Bas-Congo)», *Bull. Soc. belg. Géol.*, 75, 337-347, 1967.
- [8] J. LEPERSONNE, Existence de plusieurs niveaux différents de roches vertes confondus sous le nom de roches vertes de Gangila au Bas-Zaïre et en Angola, Note interne MRAC, 3 p., 1973.
- [9] J. LEPERSONNE, *Carte géologique du Zaïre au 1/2.000.000 et notice explicative*, Dir. Géol., Dépt. Mines, Rép. Zaïre, 67 p., 1974.
- [10] B. STEENSTRA, «État des connaissances sur la stratigraphie du Zadinien dans le Bas-Zaïre», *Rapp. ann. 1972, Dépt. Géol. Min. Mus. roy. Afr. centr., Tervuren*, 70-81, 1973.
- [11] L. TACK, «Etude pétrochimique de la formation des roches vertes de Gangila aux environs de Matadi (Bas-Zaïre)», *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 98, 229-249, 1975.
- [12] L. TACK, «Données pétrochimiques concernant les roches vertes de la région d'Inga au Bas – Zaïre», *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 102, 181-184, 1979a.
- [13] L. TACK, «Données pétrochimiques concernant des roches vertes affleurant dans la région de Bibuanga au Mayumbe (Bas-Zaïre)», *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 102, 185–187, 1979b.
- [14] P.J. VELLUTINI, G. ROCCI, P. GIOAN et J.P. VICAT, «Mise en évidence de complexes ophiolitiques dans la chaîne Mayumbienne (Gabon-Angola) et nouvelle interprétation géotectonique», *Precambrian Research*, 22, 1-21, 1983.
- [15] 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.
- [16] MADIENGA K.T., *Genèse et mise en place des occurrences cuprifères de la M'vunzi, Région d'Inga (Bas-Congo, R.D.C.)*, 2011a. [Online] Available: <https://tmediengageolenvironnement.blog4ever.com> (10/12/2019).
- [17] MADIENGA K.T., *Etude pétrologique des roches vertes de la M'vunzi, région d'Inga (Bas-Congo, R.D.C.)*, 2011b. [Online] Available: <https://tmediengageolenvironnement.blog4ever.com> (10/12/2019).
- [18] 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.
- [19] M.F. MAKOKA, M.T. KANIKA, N.F. MVUEMBA, M.N.J.-A. MAKUTU, M.J.-P. INTIOMALE, K.D. MAKUTU, «Contribution à l'actualisation de la carte géologique des environs de Matadi (R.D.C.) et Noqui (Angola)», *Congo Sciences*, 4, 2, 84-93, 2016.
- [20] P. MUKONKOLE, D. P. ILITO, V. KANDA-NKULA, P. MUANZA, D. MUILU, S. PINGANAY, «Etude métallogénique préliminaire des roches vertes de Gangila dans la Chaîne West Congo (WCB) en République Démocratique du Congo», *Congo Sciences*, 8, 1, 26-34, 2020.
- [21] H.E. FRIMMEL, L. TACK, M.S. BASEI, A.P. NUTMAN AND A. BOVEN, «Provenance and chemostratigraphy of the Neoproterozoic West Congolian Group in the Democratic Republic of Congo», *Journal of African Earth Sciences*, 46, 221 – 239, 2006.
- [22] H. HUDELEY, Y. BELMONTE, *Carte géologique de la République Gabonaise, échelle 1/1000000*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), 1966.
- [23] J.-P. BASSOT, «Apport de la télédétection à la compréhension de la géologie du Gabon», *Chron. Rech. Min.*, 419, 25–34, 1988.
- [24] P. DADET, *Carte géologique de la République du Congo, échelle 1/500.000*. Zone comprise entre les parallèles 2 et 5° Sud, Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), France, 1966.
- [25] F. DESTHIEUX, *Carte géologique de la République du Congo, 1/1000000*, Ministère des Mines et de l'Énergie, Direction des Ressources minérales, 1992.

- [26] F. DESTHIEUX, Carte géologique de la République du Congo, 1/1000000. Nouvelle édition avec légende mise à jour, Ministère des Mines et de l'Énergie, Direction des Ressources minérales, 1994.
- [27] H. DE CARVALHO, *Geologia de Angola. Folha No 1. Escala 1/1000000*, Laboratório Nacional de Investigação Científica Tropical, Junta de Investigações Científicas do Ultramar, 1981.
- [28] A.G. DE ARAÚJO, O.V. PEREVALOV, *Carta de Recursos Minerais, Escala 1/1000000. República de Angola*, Ministério de Geologia e Minas, Instituto Geológico de Angola, 1998.
- [29] A.G. DE ARAÚJO, O.V. PEREVALOV, R.A. JUKOV, *Carta Geológica de Angola. Escala 1/1000000*, República Popular de Angola, Ministério da Industria, Instituto Nacional de Geologia, 1988.
- [30] L. TACK, Bijdrage tot de studie van de geologie, de petrografie en de petrologie van het Mayumbiaan van Neder-Zaire, Ph.D. Thesis, Rijks Universiteit Gent, Belgium, 1975b.
- [31] M. FERNANDEZ et L. TACK, *Provisional Map of the West Congolian Pan African orogenic belt, Scale 1/3000000*, Department of Geology and Mineralogy, Royal Museum for Central Africa, Tervuren, Belgium, 2000.
- [32] A.C. PEDROSA-SOARES, C.M. NOCE, P. VIDAL, R. MONTEIRO, O. LEONARDOS, «Toward a new tectonic model for the Late Proterozoic Araçuaí (SE Brazil) – West Congolian (SW Africa) Belt», *Journal of South American Earth Sciences*, 6, 33-47, 1992.
- [33] A.C. PEDROSA-SOARES, C.M. NOCE, F.F. ALKMIM, L.C. SILVA, M. BABINSKI, U. CORDANI, C. CASTANEDA, «Orogeno Araçuaí: síntese do conhecimento 30 anos após Almeida 1977», *Geonomos*, 15, 1–16, 2007.
- [34] R. TROMPETTE, A. UHLEIN, M.E. EGYDIO-SILVA, I. KARMANN, «The Brasiliano São Francisco craton revisited (central Brazil) ». *Journal of South American Earth Sciences*, 6, 49-57, 1992.
- [35] J.-C. MAURIN, «La chaîne panafricaine ouest-congolienne: corrélation avec le domaine est-brésilien et hypothèse géodynamique», *Bulletin de la Société Géologique de France*, 164, 51-60, 1993.
- [36] V. KANDA-NKULA, L. TACK, M. FERNANDEZ-ALONSO, G. FRANCESCHI & H. FRIMMEL, «The Pan African West Congo and Katanga thrust and fold belts and their foreland domains: similarities and differences in Neoproterozoic basin evolution and mineralization», *20th Colloquium on African Geology, Orléans, June 2004*, Abstracts volume, p. 227, 2004.
- [37] F.F. ALKMIM, S. MARSHAK, S.A.C. PEDROSA, G.G. PERES, S.C. CRUZ and A. WHITTINGTON, «Kinematic evolution of the Araçuaí-West Congo orogen in Brazil and Africa: nutcracker tectonics during the Neoproterozoic assembly of Gondwana», *Precambrian Research*, 149, 43–63, 2006.
- [38] F.F. ALKMIM, PEDROSA S.A.C., NOCE C.M., CRUZ S.C.P., «Sobre a evolucao tectônica do Orogeno Araçuaí-Congo Ocidental», *Geonomos*, 15, 35–43, 2007.
- [39] C.M. NOCE, A.C. PEDROSA-SOARES, L.C. DA SILVA, R. ARMSTRONG, D. PIUZANA, «Evolution of polycyclic basement complexes in the Araçuaí Orogen, based on U–Pb SHRIMP data: Implications for Brazil–Africa links in Paleoproterozoic time», *Precambrian Research*, 159, 60-78, 2007.
- [40] P.C. NSUNGANI, La chaîne panafricaine du Nord-Ouest de l'Angola: Etude pétrostructurale, géochimique et géochronologique. Implications géodynamiques, Thèse, Université Montpellier II, 328 p., 2012.
- [41] L. GONÇALVES, F. FARINA, C. LANA, A. C. PEDROSA-SOARES, F. ALKMIM, H. A. Jr NALINI, «New U–Pb ages and lithochemical attributes of the Ediacaran Rio Doce magmatic arc, Araçuaí confined orogen, southeastern Brazil», *Journal of South American Earth Sciences*, 52, 129-148, 2014.
- [42] L. TACK, M. T. D. WINGATE, B. DE WAELE, J. MEERT, E. BELOUSOVA, B. GRIFFIN, A. TAHON, M. FERNANDEZ-ALONSO, «The 1375 Ma « Kibaran event » in Central Africa: Prominent emplacement of bimodal magmatism under extensional regime», *Precambrian Research*, 180, 63-84, 2010.
- [43] F. BOUDZOU MOU F., R. TROMPETTE, «La chaîne panafricaine ouest-congolienne au Congo (Afrique Equatoriale): un socle polycyclique charrié sur un domaine subautochtone formé par l'aulacogène du Mayombe et le bassin de l'Ouest-Congo», *Bull. Soc. Géol., France* 6, 889–896, 1988.
- [44] L. FRANSEN, L. ANDRE, «The Zadinian Group (late Proterozoic, Zaire) and its bearing on the origin of the West-Congo orogenic belt», *Precambrian Research*, 38, 215-234, 1988.
- [45] B.R. BYAMUNGU, P. LOUIS, R. CABY, «Reconnaissance gravimétrique de la chaîne ouest-congolienne, Congo-Bas-Zaire», *J. Afr. Earth Sci.*, 6, 767–772, 1987.
- [46] G.B. STRAATHOF, *Neoproterozoic Low Latitude Glaciations: An African Perspective*, Ph.D. Thesis University of Edinburg, 285pp., 2011.
- [47] A.C. PEDROSA-SOARES, *Internal PowerPoint presentation*, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Minas Gerais, 2013.
- [48] M. ROUBAULT, Détermination des minéraux des roches au microscope polarisant, Edition Lamarre-Poinat, Paris, 1963.
- [49] W.E. TROGER, *Optical determination of rock forming minerals*, English Edition of the 4th German Edition, Stuttgart, 1979.
- [50] W.S. MACKENZIE et A.E. ADAMAS, *Initiation à la pétrographie*, Dunod, Paris, 1999.
- [51] J-F BEAUX, B. PLATEVOET, J-F FOGELGESANG, *Atlas de géologie-pétrologie*, 3è Ed., Dunod, Paris, 2019.
- [52] C. NICOLLET, *Métamorphisme et géodynamique*, Dunod, Paris, 2010.
- [53] K. BUCHER and R. GRAPES, *Petrogenesis of Metamorphic rocks*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2011.
- [54] G. HOSSIE et R. CABY, «Unicité des déformations et du métamorphisme d'âge panafricain dans la chaîne ouest-congolienne», *X^e Coll. Géol. Afr., Mont-pellier*, 50-51, 1979.

- [55] J. JUNG, *Précis de pétrographie*. 3e Ed., Masson et Cie, Paris, 1969.
- [56] L. CAHEN, «Quelques données sur le plissement zadinien», *Rapp. Ann. 1976, Dépt. Géol. Min. Mus. Roy. Afr. Centr., Tervuren*, 29 – 50, 1977.
- [57] L. CAHEN, N.J. SNELLING, J. DELHAL, J.R. VAIL, *The Geochronology of Africa*, Clarendon Press, Oxford, 1984.