

Etude Métallogénique Préliminaire des Roches Vertes de Gangila dans la Chaîne West Congo (WCB) en République Démocratique du Congo.

MUKONKOLE MUKONKOLE Patrick^{1*}, ILITO LOFONGO Daddy Patrick¹,

KANDA NKULA Valentin^{1,2}, MUANZA KANT Patrick¹, MUILU MAYALA Daudet¹, PINGANAY SABUA¹.

Paper History

Received:

March 04, 2019

Revised:

November 27, 2019

Accepted:

January 13, 2020

Published:

March 27, 2020

Keywords:

Gangila, West Congo Belt, vein, brine, mixed origin.

ABSTRACT

Preliminary metallogenic study of the green rocks of Gangila in the West Congo Belt (WCB) in Democratic Republic of Congo

The green rocks of Gangila are located along the Mvuzi River in the territory of Seke-Banza. The collected samples were subjected to petrographic studies (thin sections and polished sections) and chemical analyzes to determine the genetic environment of these rocks as well as the origin of the brines having traveled these metamorphites. The results of the chemical analyzes of the major and trace elements carried out on these rock samples and on the quartz vein allowed us, with the help of DTI (Ternary Diagram of Intiomale) to conclude that these rocks originated in a "Distensive regime" and the brines circulating in these Gangila metamorphites have a "mixed origin" at a temperature of 347°C which is characteristic of the "pleothermal stage" according to the geothermometric scale Ca-Ti. Such a temperature would be related to oceanic opening and mobilizing Kuroko type fluids. The so-called mixed solutions result from the mixing of supergene fluids with hypogenous fluids from subalkaline granitoids. Metalliferous minerals are disseminated on these metamorphites and offer no preference for any type of rock. Disseminations of chalcopyrite observed under a microscope on the polished sections of these green rocks show that chalcopyrite mineralization is ubiquitous and results from a mixture of circulating solutions in the metamorphites. These metals should therefore come from the metamorphites themselves and are therefore "indigenous".

¹ Centre de Recherches Géologiques et Minières (CRGM), 44 Av. De la Démocratie, Commune de la Gombe, B.P. : 898 Kinshasa I. Kinshasa, R. D. Congo.

² Département des Géosciences, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B. P. : 190 Kinshasa XI, Kinshasa, R.D. Congo.

* To whom correspondence should be addressed: patrickmunkonkole@yahoo.fr

INTRODUCTION

Les roches vertes de Gangila ont suscité beaucoup de réflexions quant à leur origine, leur mode de mise en place et leur composition minéralogique [CAHEN, 1954 ; BERTOSSA et THONNART, 1957 ; LADMIRANT, 1963 ; CORIN, 1973 ; LEPERSONNE, 1974 ; TACK, 1975, 1979]. Pour ce faire, quelques chercheurs ont tenté d'expliquer l'origine et le mode de mise en place de ces roches vertes.

Certains auteurs pensent que ces roches représenteraient les produits de la partie supérieure d'un complexe ophiolitique et correspondraient dans ce sens aux reliques de la croûte océanique détruite pendant une

subduction qui serait kibarienne et restée accrochée au continent [VELLUTINI et al., 1983].

D'autres stipulent que ces roches seraient formées lors de la phase initiale d'un rift volcanique et correspondraient dans ce sens aux basaltes continentaux affectés par un métamorphisme de faible température qui les a transformés en roches vertes [TACK et al., 2001].

Les études récentes sur les occurrences cuprifères observées au sein des roches vertes des environs de la M'vuzi, montrent après projection sur le diagramme ternaire d'Intiomale [INTIOMALE, 2004], que l'environnement ayant donné naissance aux roches

basiques et ultrabasiques transformées en roches vertes est marin [MADIENGA, 2011a].

La problématique majeure de cette étude consiste à identifier, sur le plan métallogénique, les roches vertes qui affleurent dans la vallée de M'vuzi.

En effet, les saumures métallifères sont des solutions plus denses que l'eau de mer. Elles véhiculent des complexes halogénés et hydrosulfurés en solution [ELLIS, 1979 ; CHENEVOY et PIBOULE, 2007]. Ces masses fluides sont emprisonnées dans les sédiments. Elles peuvent migrer sur des grandes distances à la suite des contraintes orogéniques, avant de déposer des minerais à diverses températures, selon leur degré de saturation [DOZY, 1973 ; HEIJLEN and MUCHEZ, 2003 ; ARNDT et GANINO, 2010 ; CATHELINEAU et al, 2011].

L'objectif principal assigné à l'étude consiste à caractériser, au moyen d'analyses chimiques et microscopiques, les principaux types de fluides ayant

véhiculé les oligo-éléments piégés au sein des filons de quartz et des roches.

METHODOLOGIE

Présentation du secteur d'étude

La vallée de M'vuzi se localise dans la province de Kongo Central, territoire de Seke-Banza, en République Démocratique du Congo. Elle est comprise entre 13° 25,6' et 13° 27,346' de longitude Est et 5° 34,483' et 5° 34,844' de latitude sud (Figure 1). Elle est caractérisée par un climat tropical soudanien à une saison des pluies et une saison sèche, influencé par le courant marin froid de Benguela [BAEYENS, 1938 ; ROBERT, 1948 ; DEVROEY et VANDERLINDEN, 1951]. Ce climat favorise le développement des plantes herbues et permet selon les conditions d'humidité du sol, l'installation d'essences arborescentes [LEONARD, 1951]. En ce qui concerne l'hydrographie, le milieu d'étude est particulièrement

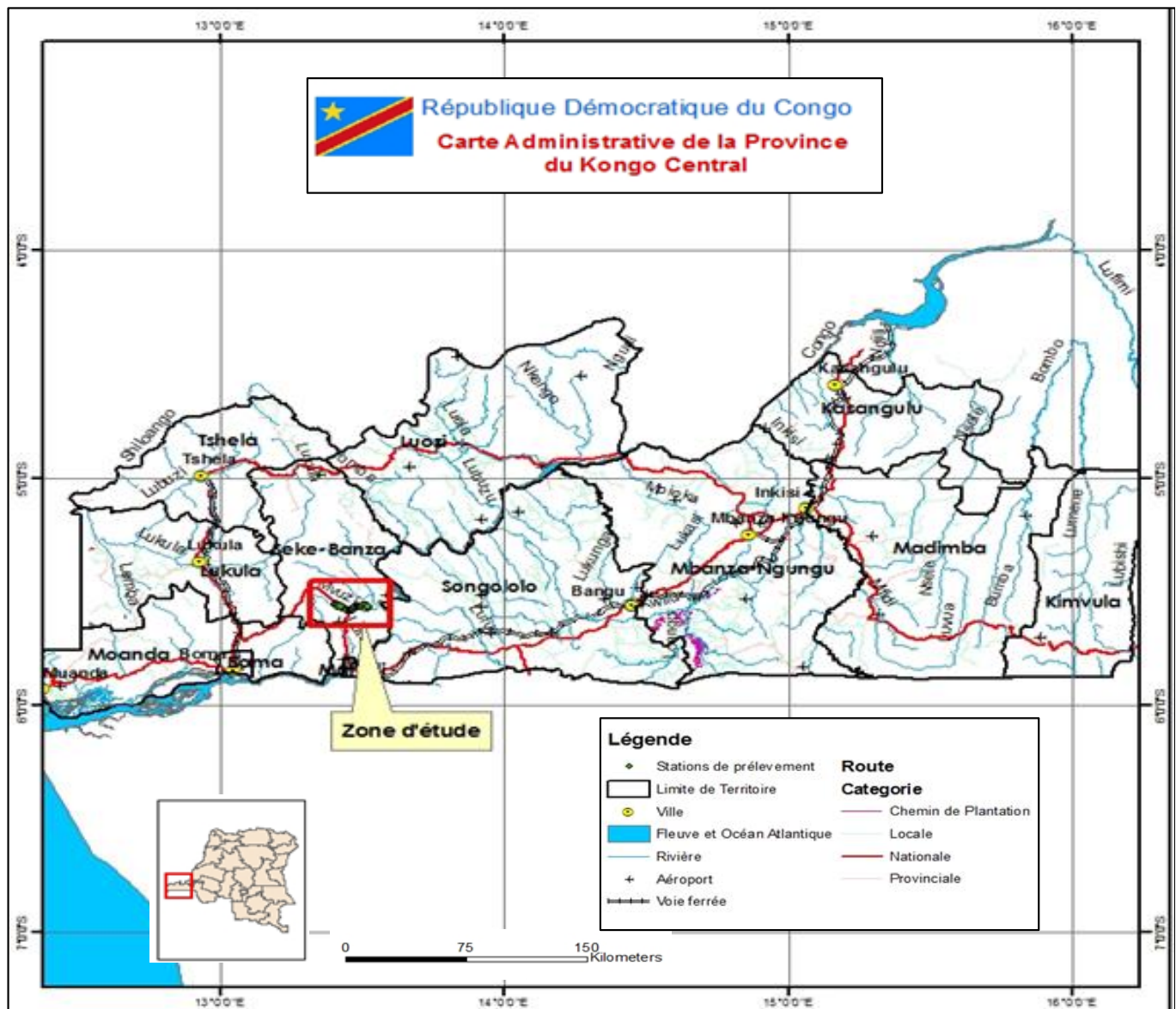


Figure 1 : Carte de la localisation géographique de la zone d'étude.

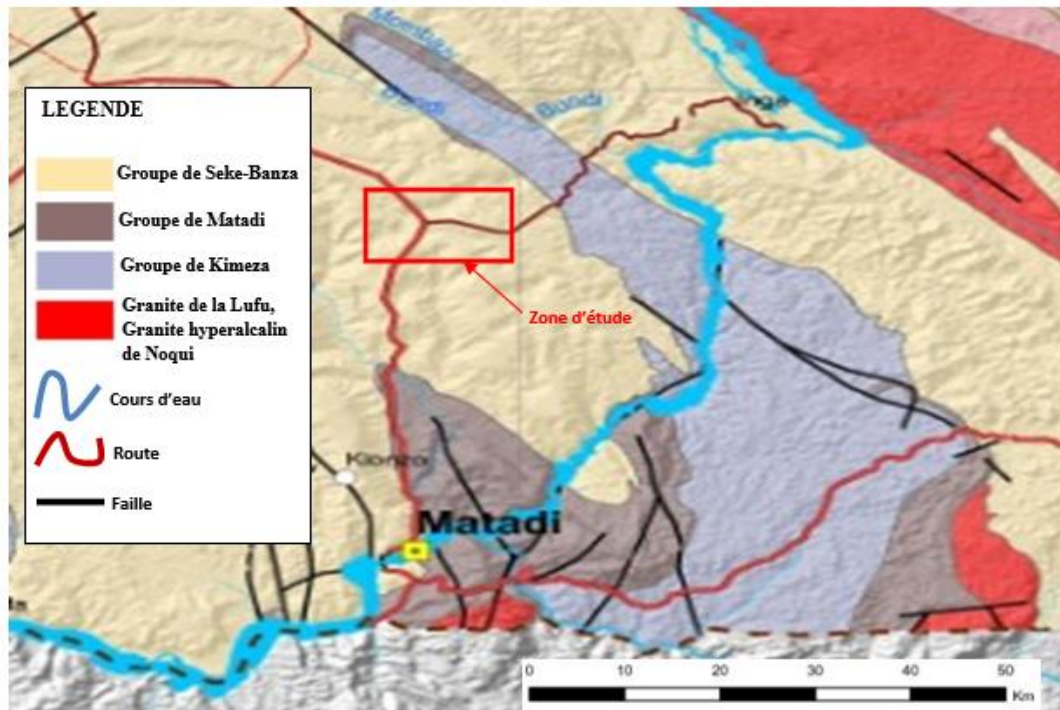


Figure 2 : Carte géologique du secteur d'étude (Extrait de la carte géologique de la Province du Kongo Central ; E : 1/ 500.000) [BAUDET *et al.*, 2013].

drainé par la rivière M'vuzi ; celle-ci comprend à son tour deux affluents : rivières Kintanta et Kimadiata.

TACK *et al.* [2001] ont réussi à subdiviser la lithostratigraphie de la province du Kongo Central, en trois grandes unités géologiques majeures, à savoir (de bas en haut) :

- Le Supergroupe Kimezien;
- Le Supergroupe West-Congo (dont les groupes Zadinien, Mayumbien et Ouest-Congolien) ;
- Les formations de couverture.

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]. 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]. 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].

D'après BAUDET *et al.* [2013], le groupe Zadinien est constitué de trois faisceaux (de bas en haut, Figure 2):

- Les métarhyolites de Matadi-Palabala (au sud) ;
- Les métasédiments clastiques de Tshela (au nord) ;
- Les metabasaltes de Vangu et Gangila (au centre).

- Formation de Matadi

Quartzites massifs gris-foncés à nombreuses structures sédimentaires, avec quelques intercalations argileuses mineures ; localement des niveaux de laves rhyolitiques ont été décrits. Des niveaux lenticulaires de conglomérats à ciment argilo-gréseux à microconglomératique, feldspathique, avec des éléments de tailles diverses jusqu'à céphalaires, polygéniques (en particulier gneiss attribués au socle ou des schistes noirs), peuvent localement prendre une grande puissance (à la base, Lamba, Yoyo, et au sommet, Yelala). Son épaisseur peut être estimée à moins de 1500m.

- Formation de Palabala

Originellement décrite à la base de cette Formation de Matadi, elle a été rangée dans celle-ci

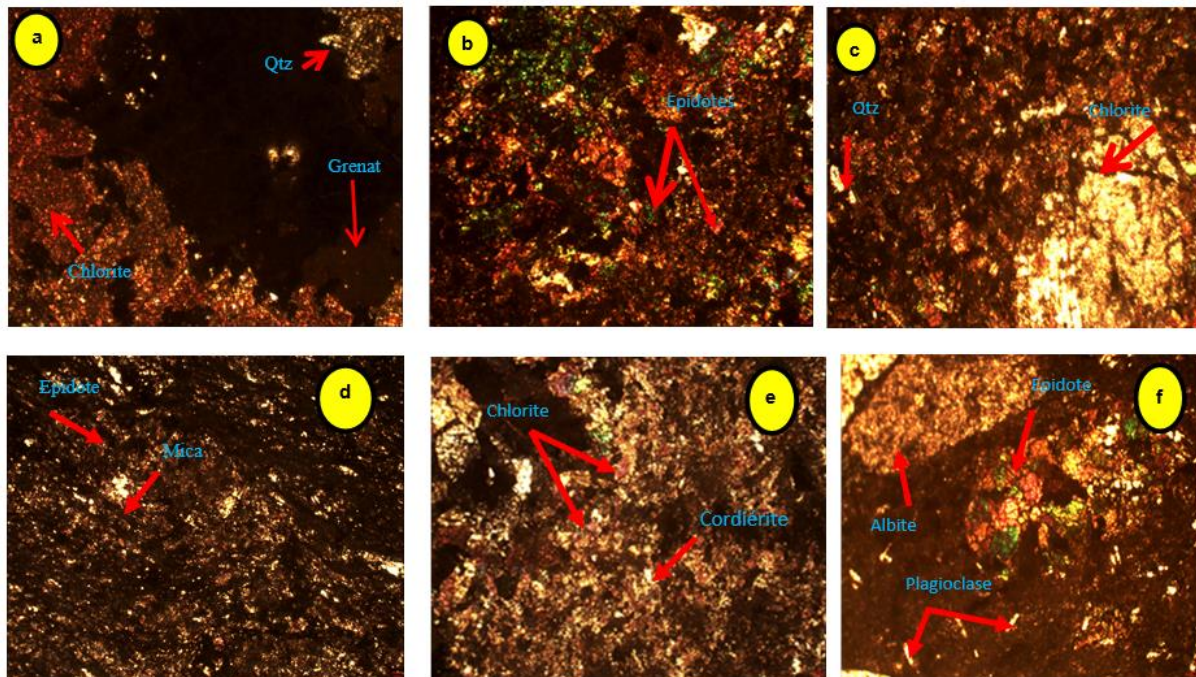


Figure 3 : Vue microscopique de lames minces des roches vertes de Gangila : a. Amphibolite chloritisée à grenat ; b. Epidotite ; c. Chloritoschiste à reliques de biotites ; d. Micaschiste à épidote et plagioclase ; e. Chloritoschiste à cordiérite ; f. Epidotite à albite.

comme membre inférieur avec un faciès plus argileux qui serait plus fortement affecté par le contact tectonique avec le soubassement et même localement mylonitisé.

- 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.

- Formation de Vangu et Gangila

Laves basaltiques vert-foncées amygdalaires en bancs pluridécimétriques montrant une nette rythmicité entre la partie inférieure massive et la partie supérieure à texture amygdalaire, friable. Au cœur des coulées, on peut y reconnaître une structure granoblastique à doléritique. Une structure microlithique peut localement se rencontrer. Un faciès bréchiq ue apparaît occasionnellement. Une étude détaillée de cette formation a été faite par TACK [1975]. Le laminage de la roche peut conduire vers un chlorito-schiste verdâtre à texture rubanée. La roche est généralement en voie d'épidotisation et dans certains niveaux celle-ci peut être presque complète conservant cependant localement texture et structure originelles. Ces basaltes sont à ranger dans les «Continental Flood Basalts (CFB)». Ils ont été datés (Rb/Sr) de 920 ± 2 Ma et d'un âge de 999 ± 7 Ma sur la datation par SHRIMP U-Pb Zircon [TACK et al., 2001]. Les métasédiments qui composent la partie basale du groupe Zadinien n'excèdent pas 1.500 m d'épaisseur avec des larges variations de faciès verticales et latérales, caractéristiques des environnements des rifts continentaux.

D'après TACK [1975], les roches sédimentaires identifiées dans cette formation sont surmontées par une séquence de roches mafiques d'environ 1.600 - 2.400m d'épaisseur ; ce sont les « métabasalt es de Gangila ».

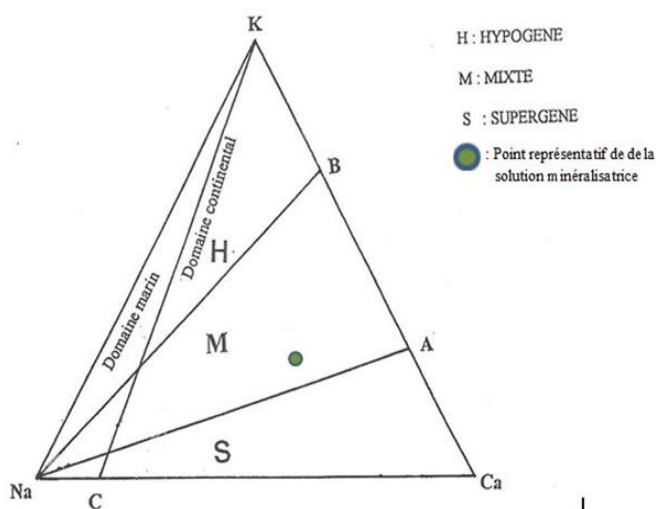


Figure 4 : Diagramme ternaire K-Na-Ca d'équilibre roches mères-solutions filles, donnant l'origine des saumures et leur environnement génétique [INTIOMALE, 2004]. Le point correspondant au filon définit l'origine du fluide

Dans le milieu d'étude, le Paléoprotérozoïque est représenté par le Supergroupe de Kimeza composé de gneiss, gneiss ocellés, gneiss amphibolitiques, migmatites, marbres laminaires de diverses couleurs et quartzites. Ces gneiss peuvent se présenter localement cataclasés sous des conditions métamorphiques des schistes verts. Les roches intrusives sont représentées par le granite de Lufu et les dolérites d'Isangila.

Matériels et méthodes

Pour atteindre l'objectif de l'étude, le schéma classique des études géologiques a été suivi, notamment la méthode documentaire (consultations des mémoires d'études géologiques, les annales scientifiques, les bases de données, etc.), suivie des investigations sur le terrain et des travaux de laboratoire.

La méthode documentaire a permis d'avoir une idée sur des formations à cartographier, des coupes géologiques déjà élaborées, du style tectonique ainsi que des problèmes en discussion. Ceci était utile pour orienter les itinéraires favorables pour le levé sur le terrain, etc.

A l'aide de GPS Garmin, des investigations ont été menées sur le terrain le long de la rivière M'vuzi où nous avons prélevé les échantillons de roches vertes et de filons. Ces derniers ont fait l'objet d'observations microscopiques en lames minces et en sections polies à l'aide d'un microscope trinoculaire polarisant de marque AmScope T490B au laboratoire de Pétrologie du Département des Géosciences, à la Faculté des Sciences de l'Université de Kinshasa.

Les analyses chimiques effectuées par voie humide au laboratoire de Géochimie du Centre de Recherches Géologiques et Minières (CRGM) à Kinshasa, sur les échantillons des roches et filons de quartz ont permis de calculer les températures de dépôt par la méthode géothermométrique Fe-Ti, Ca-Ti et Fe-Ca proposée par INTIOMALE [2013]. La géothermométrie proposée par Intiomale a fait ses preuves et a confirmé les températures évaluées par RICHARDS *et al.* [1988] sur la phase uranifère de Musoshi, soit 394°C contre 397°C, et par CHABU [1995] sur une des phases cuprifères de Kipushi, soit 331°C contre 331°C.

Sur base des teneurs de K, Ca, et Na, le principal type de fluide ayant véhiculé les oligo-éléments piégés au sein des filons de quartz a été caractérisé en utilisant le DTI (Diagramme Ternaire d'Intiomale) [INTIOMALE,

2004]. Ces teneurs permettent de situer les points représentatifs des échantillons dans un diagramme d'équilibre roche mère-solution fille déterminant l'origine hypogène, supergène ou mixte des saumures et leur environnement génétique qui peut être marin ou continental (Figure 4).

RESULTATS

Lithologies observées

Les observations microscopiques en lames minces ont permis de mettre en évidence les roches métamorphiques ci-après (Figure 3) :

- Une amphibolite chloritisée,
- Une épidotite,
- Un chloritoschiste à reliques de biotite,
- Un micaschiste à épidote et plagioclase,
- Une épidotite à albite,
- Un chloritoschiste à cordiérite.

Sur le plan macroscopique, les échantillons des roches ne présentent aucune minéralisation observable à l'œil nu.

Observations des sections polies et analyses chimiques

Observations microscopiques des sections polies

Pour cette étape d'analyses, huit sections polies des roches échantillonnées ont été examinées où a été identifiée la minéralisation cuprifère dont la chalcopyrite (Cu FeS₂) omniprésente dans toutes les sections observées. Les caractéristiques principales ci-après sont rapportées :

- Pléochroïsme de sombre à jaune vif ;
- Couleur jaune vif;
- En dissémination dans la masse rocheuse et exceptionnellement, dans d'autres sections polies, où elle se présente sous forme lenticulaire et xénomorphe.

Les analyses chimiques

Les analyses chimiques ont concerné quatre échantillons de roches représentant chacun un faciès pétrographique identifié macroscopiquement sur le terrain et microscopiquement au laboratoire. Les analyses chimiques sur le filon de quartz pris individuellement dans la roche ont été effectuées. Il s'agit

ici d'une analyse chimique des éléments majeurs (composants de base de l'investigation) pouvant servir à l'utilisation du diagramme d'équilibre roche mère-solution fille.

Les résultats des analyses chimiques des échantillons de roches sont repris dans le [Tableau 1](#).

Les résultats des analyses chimiques des éléments majeurs et des métaux de base (éléments en trace) portés sur le [Tableau 1](#) permettent de constater que la teneur en silice est très élevée. Des telles teneurs font penser qu'il s'agit des roches acides, ce qui n'est pas le cas pour la présente étude. Aussi, ces échantillons ont montré une pauvreté en cobalt et nickel.

Les résultats des analyses chimiques des éléments majeurs du filon de quartz sont consignés dans le [Tableau 2](#).

La particularité du filon de quartz de la vallée de M'vuzi est leur teneur significative en titane ainsi que les disséminations de sulfures de cuivre (chalcopyrite) qui l'accompagne dans les roches vertes de Gangila.

Tableau 1 : Analyses chimiques des éléments majeurs et des métaux de base (éléments en trace) exprimées en pourcentage (%) de roches vertes de Gangila de la vallée de M'vuzi.

Éléments majeurs	1	2	3	4
SiO ₂	80,67	76,90	79,02	72,56
CaO	4,21	2,93	4,45	4,60
MgO	2,67	0,87	3,62	2,81
K ₂ O	3,51	2,61	1,83	1,29
Na ₂ O	2,75	3,31	1,80	1,72
FeO	0,01	1,75	0,20	0,05
TiO ₂	0,25	0,19	0,20	0,15
Total	94,07	88,56	91,12	83,18
Éléments en trace				
Cu	0,15	0,23	0,16	0,16
Co	0,02	0,01	0,00	0,01
Ni	0,00	0,01	0,00	0,01

Légende : 1 : Chloritoschiste à relique de biotite, 2 : Micaschiste à épidote et plagioclase, 3 : Chloritoschiste, 4 : Epidotite à albite.

Température de mise en place des solutions minéralisatrices

- Calcul du rapport Ca/Ti

L'analyse chimique du filon de quartz donne 1,14 % de CaO et 0,79 % de TiO₂. Pour trouver la valeur du rapport R, on multiplie les teneurs en CaO et en TiO₂ respectivement par 0,7147 et 0,5995 pour obtenir les pourcentages en Ca et Ti [INTIOMALE, 2013].

$$R = (0,08 \times 0,7147) / (0,79 \times 0,5995) = 1,72$$

Cette valeur R est comprise entre 1,93 - 1,37 dans l'échelle géothermométrique Ca-Ti ce qui est caractéristique du "stade pléothermal" [INTIOMALE, 2013].

- Calcul de la température de mise en place de la solution minéralisatrice

La température de mise en place se calcule par la formule :

$$T^{\circ} = \frac{G1 + \Delta^{\circ}(R - G1)}{G2 - G1}$$

Où :

$G1$: Température de la borne inférieure du stade géothermal ;

Δ° : Gradient géothermique qui est de 75°C

R : Rapport Ca/Ti

$G1$ et $G2$: Bornes inférieure et supérieure du rapport R du stade géothermal.

Ainsi, pour la présente étude, $G1 = 300^{\circ}\text{C}$, $\Delta^{\circ} = 75^{\circ}\text{C}$, $R = 1,72$, $G2 = 1,37$ et

$G1 = 1,93$.

La température de mise en place sera donc :

$$T^{\circ} = 300 + 75 (1,72 - 1,37) / (1,93 - 1,37) = 347^{\circ}\text{C}$$

DISCUSSION

D'après MADIENGA [2011b], la vallée de la M'vunzi a connu une campagne de prospection ayant conduit à l'identification des mêmes formations que celles décrites au point 3.1.

Par ailleurs, les formations décrites le long de la M'vunzi ont permis d'identifier une minéralisation Cu-Fe sous forme de pyrite et de chalcopyrite dont la cristallisation s'est effectuée au cours de trois périodes :

- Stade pré-orogénique ayant produit des cristaux de pyrite et de chalcopyrite automorphes, limpides ;

Tableau 2 : Analyses chimiques des éléments majeurs exprimées en pourcentage (%) du filon de quartz de la vallée de M'vuzi.

Éléments majeurs	Teneurs (%)
SiO ₂	95,87
CaO	1,14
MgO	0,87
Na ₂ O	0,82
K ₂ O	0,67
Fe ₂ O ₃	0,08
TiO ₂	0,79
Total	100,24

- Stade syn-orogénique ayant produit des pyrites associées à la chalcopryrite dans des veinules de quartz ;
- Stade post-orogénique ayant produit une cristallisation de pyrite poécilitique autour d'anciens noyaux.

L'hydrothermalisme ultérieur a provoqué la chloritisation des biotites et la séricitisation du microcline au sein des roches transformées.

Tableau 3 : Echelle géothermométrique Ca-Ti

T (°C) °G2 - °G1	R= Ca/Ti - G1	G2	Stade Géothermal
900-825	29,40 - 25,02		Magmatique
825-750	25,02 - 20,64		Magmatoïdique
750-675	20,64 - 16,26		Pegmatitique
675-600	16,26 - 11,88		Pegmatitoïdique
600-525	11,88 - 7,50		Pyrométasomatique
525-450	7,50 - 3,12		Pneumatolytique
450-375	3,12 - 1,93		Pneumatolytoïdique
375-300	1,93 - 1,37		Pléothermal
300-225	1,37 - 1,05		Mésothermal
225-150	1,05 - 0,84		Epithermal
150-75	0,84 - 0,69		Tonothermal

Source : INTIOMALE [2013].

De cette étude, il ressort que la vallée de la M'vuzi sous examen regorge des affleurements de roches vertes dont les principales sont les amphibolites, des chloritoschistes, des micaschistes à épidote et des épidotites issues d'une rétomorphose épizonale d'anciennes laves basiques à ultrabasiques actuellement transformées. Ces roches ont atteint le stade de la mésozone attesté par la présence du grenat, de la biotite et de l'amphibole.

Les résultats des observations microscopiques en lames minces montrent que le secteur d'étude présente des métamorphites à caractère basique. Ce sont pour la plupart des anciennes laves basaltiques très riches en plagioclase et qui se sont transformées en roches vertes [TACK, 1975].

Les analyses en éléments Cu, Co, Ni (Tableau 1) montrent qu'il n'existe pas de corrélation privilégiée entre un des éléments et les roches porteuses, ni d'ailleurs entre le cuivre et les deux autres oligo-éléments métalliques analysés.

Les seuls minéraux nouveaux identifiés sont le grenat et la cordiérite observés l'un dans une amphibolite et l'autre dans un chloritoschiste.

La teneur en silice des différentes formations est trop élevée pour des anciennes laves basiques. En effet, une silicification postérieure au métamorphisme régional s'observe dans ces roches. Le quartz est largement cristallisé autour de certains phénoblastes tels que le grenat automorphe observé au sein de l'amphibolite.

A cela s'ajoute la présence de cordiérite supposée en relation avec des intrusions ignées acides. Elle est à bordure isotrope et contient des lamelles croisées d'altération en chlorite à l'intérieur de cristaux prismatique, comme signalé ailleurs [ROUBAULT, 1963].

Concernant l'origine des solutions minéralisatrices, les résultats des analyses chimiques du filon de quartz (Tableau 2) donnent 0,08% de Fe₂O₃, 0,79% de TiO₂, 1,14% de CaO, 0,67% de K₂O et 0,82% de Na₂O. En convertissant chaque résultat en ppm, sachant que 1%=10.000 ppm, on aura : 800 ppm de Fe₂O₃, 7900 ppm de TiO₂, 11400 ppm de CaO, 6700 ppm de K₂O et 8200 ppm de Na₂O. La somme des oxydes (CaO, K₂O et Na₂O) donne 26300 ppm. La proportion de chaque élément sera donc : K= 0,25, Na= 0,32 et Ca= 0,43. En rapportant la proportion de chaque élément dans le

diagramme ternaire K-Ca-Na d'Intiomale (Figure 4), le point représentatif de la solution minéralisatrice s'étale dans le champ des solutions mixtes dans le domaine continental. Lesdites solutions résultent du mélange des fluides supergènes avec des fluides hypogènes issus des granitoïdes subalcalins.

En se servant du diagramme ternaire K-Na-Ca d'INTIOMALE [2004], MADIENGA [2011b] a observé que le composite formé de grains de pyrite (FeS_2) et de chalcopryrite CuFeS_2 de la M'vunzi a cristallisé à partir de fluides hypogènes enrichis par l'eau de mer.

Ce constat a obligé de mener des investigations complémentaires dans la région afin de vérifier l'identité des métamorphites de Gangila et celle des projections ophiolitiques signalées par VELLUTINI *et al.* [1983] dans la partie Nord de la chaîne Mayombienne.

La présente étude, dont les analyses du quartz filonien sont reprises dans le Tableau 2 révèle une origine mixte des solutions ayant parcouru les métamorphites de Gangila, à une température de 347°C selon l'échelle géothermométrique Ca-Ti (Tableau 3) établie par INTIOMALE [2013].

La température de 347°C est caractéristique du stade pléothermal qui est en relation avec l'ouverture océanique et mobilise des fluides de type Kuroko [BOURCIER and BARNES, 1987]. Le passage sous la température critique de l'eau crée des conditions idéales pour la modification hydrothermale. Les greisenifications restent les principaux phénomènes de substitution de la matrice, avec silicification et séricitisation [SOMARIN et ASHLEY, 2004].

Toutefois dans la situation présente, les minéraux métallifères sont disséminés et n'offrent aucune préférence vis-à-vis d'un quelconque type de roche. Les métaux proviendraient donc des métamorphites elles-mêmes et sont donc autochtones.

Les disséminations de chalcopryrite résulteraient d'un mélange de solutions ayant circulé dans les métamorphites.

Leur pauvreté en nickel ne permet pas d'envisager une origine ophiolitique pour les laves transformées de Gangila. Ces laves pourraient résulter d'un régime distensif qui est généralement accompagné de minéralisation Cu (Fe, Ba) au sein des sédiments

baryfères.

CONCLUSION

L'étude métallogénique des métamorphites de Gangila a permis d'identifier des roches transformées de composition initiale basique à ultrabasique, ayant été affectées par un métamorphisme de type mésozonal à amphibole, biotite, grenat et plagioclase, avant de subir une rétro-morphose épizonale en roches vertes.

Une silicification ultérieure a enrichi ces roches qui présentent une dissémination de chalcopryrite ayant les caractéristiques des gîtes de type porphyrycopper, très pauvres en cuivre.

Le cuivre n'est pas accompagné de teneurs en nickel qui auraient permis de soupçonner une origine par épanchement en régime subductif collisionnaire, mais la silicification consécutive au métamorphisme suggère la montée tardive d'intrusions acides ayant provoqué localement un métamorphisme thermique à cordiérite, dans un régime plutôt distensif à minéralisation cuprifère.

RESUME

Les roches vertes de Gangila se trouvent le long de la rivière Mvuzi dans le territoire de Seke-Banza (Kongo Central). Les échantillons prélevés ont été soumis aux études pétrographiques (lames minces et sections polies) et aux analyses chimiques afin de déterminer l'environnement génétique de ces roches ainsi que l'origine des saumures ayant parcouru ces métamorphites. Les résultats des analyses chimiques des éléments majeurs et en traces effectuées sur ces échantillons de roches et sur le filon de quartz ont permis, à l'aide de DTI (Diagramme Ternaire d'Intiomale) de conclure que ces roches ont pris naissance dans un "régime distensif" et les saumures ayant circulé dans ces métamorphites de Gangila ont une "origine mixte" à une température de 347°C qui est caractéristique du "stade pléothermal" selon l'échelle géothermométrique Ca-Ti. Une telle température serait en relation avec l'ouverture océanique et mobilise des fluides de type Kuroko. Lesdites solutions mixtes résultent du mélange des fluides supergènes avec des fluides hypogènes issus des granitoïdes subalcalins. Les minéraux métallifères sont disséminés sur ces métamorphites et n'offrent aucune préférence vis-à-vis d'un quelconque type de roches. Les disséminations de chalcopryrite observées au microscope sur les sections polies de ces roches vertes montrent que

les minéralisations en chalcopryrite sont omniprésentes et résulteraient d'un mélange de solutions ayant circulé dans les métamorphites. Ces métaux proviendraient donc des métamorphites elles-mêmes et sont donc "autochtones".

Mots Clés

Gangila, West Congo Belt, filon, saumure, origine mixte.

REFERENCES

- ARNDT N. T., GANINO C. [2010]. Ressources minérales : Origine, nature et exploitation. Dunod, Paris.
- BAEYENS J. [1938]. Les sols de l'Afrique Centrale, spécialement du Congo Belge. T.1. : Le Bas-Congo. I.N.E.A.C, vol. hors-série, Bruxelles.
- BAUDET D. M., FERNANDEZ-ALONSO M., KANT K.F., TACK L., THEUNISSEN K., DEWAELE S., EEKELERS K., KADJA G., MUJINGA E., NSEKA P., PHAMBU J., KITAMBALA N., KONGOTA E., MATUNGILAJ., MUANZA M., TSHIBWABWA A.M. [2013]. 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).
- BERTOSSA A., THONNART P. [1957]. Etude géologique de la région Matadi-Inga-Monolithe. Bull. Serv. Géol. Cong. Belg et R.-U., n°7, fasc. 5.
- BOURCIER W.L., BARNES H.L. [1987]. Ore Solution Chemistry; VII, Stabilities of chloride and bisulfide complexes of zinc to 350°C. Econ. Geol., Vol. 82, 1839-1863.
- CAHEN L. [1954]. Géologie du Congo-Belge. H. Vaillant-Carmanne, S.A., Liège.
- CATHELINEAU M., BOIRON M.-C., TUDURI J. [2011]. Fluides et genèse des concentrations minérales. Géosciences, 13, 56-63.
- CHABU M. [1995]. The geochemistry of phlogopite and chlorite from the Kipushi Zn-Pb-Cu deposit, Shaba, Zaïre. Canadian Mineralogist, 33, Montréal, 547-558.
- CHENEVOY M., PIBOULE M. [2007]. Hydrothermalisme : spéciation métallique hydrique et systèmes hydrothermaux. EDP Sciences, France.
- CORIN F. [1973]. Les roches vertes de Matadi. Leur nature et leur structure. Bull. A.R.S.O.M., 1973-2, 385-388.
- DEVROEY E., VANDERLINDEN R. [1951]. Le Bas-Congo, artère vitale de notre colonie. 2^{ème} édition ; Goemare, Bruxelles.
- DOZY M. J. J. [1973]. L'eau et la genèse des minerais hydrothermaux. Annales de la Société Géologique de Belgique, T. 96, 387-402
- ELLIS A. J. [1979]. Explored geothermal systems. In Barnes H.L. (édit): Geochemistry of hydrothermal ore deposits. New-York : Wiley Interscience pub ; 632-683.
- HEIJLEN W., MUCHEZ PH. [2003]. Origin and migration of fluids during the evolution of sedimentary basins and the origin of Zn-Pb deposits in Western and Central Europe. Journal of geochemical exploration, 78-70, 553-557.
- INTIOMALE M.M. [2004]. The origin of mineralizing solutions as revealed by the K-Na-Ca diagram. Bull. CRGM, vol. 5, T1 (N° Spécial), 93-97.
- INTIOMALE M.M. [2013]. The Fe-Ti and Ca-Ti Geo-thermometers. Innovative Experiments. Annales Fac. Sciences, UNIKIN, 1, 35-39.
- LADMIRANT H. [1963]. Notice explicative de la feuille Inkisi (degré carré S6/15-SB 33.10). Service Géologique de la République du Congo.
- LEONARD J. [1951]. Les groupements végétaux. In encyclopédie du Congo belge, T.I, Edition Bieleveld, Bruxelles.
- LEPERSONNE J. [1974]. Notice explicative de la carte géologique du Zaïre à l'échelle 1/200000. Département des mines, Direction de la Géologie, République du Zaïre.
- MADIENGA K.T. [2011a]. Genèse et mise en place des occurrences cuprifères de la M'vunzi, Région d'Inga (Bas-Congo, R.D.C.). <https://tmadiengageolenvironnement.blog4ever.com>, (10/12/2019).
- MADIENGA K.T. [2011b]. Etude pétrologique des roches vertes de la M'vunzi, région d'Inga (Bas-Congo, R.D.C.). <https://tmadiengageolenvironnement.blog4ever.com>, (10/12/2019).
- RICHARDS J.P., CUMMING G.L., KRSTIC D., WAGNER P.A., SPOONER E.T.C. [1988]. Pb isotope constrains of the age of sulphide ore deposit and U-Pb age of late uraninite veining at the Musoshi Stratiform Copper Deposit, Central African. Copperbelt, Zaïre. Econ. Geol., 83, 724-741.
- ROBERT M. [1948]. Le Congo physique. 3^{ème} édition ; Vaillant-Carmanne H., Liège.
- ROUBAULT M. [1963]. Détermination des minéraux des roches au microscope polarisant. Edition Lamarre-Poinat, Paris.
- SOMARIN A.K., ASHLEY P. [2004]. Hydrothermal alteration and mineralization of the Glen Eden Mo-W-Sn deposit: a leucogranite-related hydrothermal system, South New England orogen, NSW, Australia. Mineralium Deposita, Vol 39 (N° 3), 282-300.
- TACK L. [1975]. Etude pétrochimique de la formation des roches vertes de Gangila (Bas-Zaïre). Annales Soc. Géol. Belg. 78, 229-249.
- TACK L. [1979]. Données pétrochimiques concernant les roches vertes de la région d'Inga au Bas - Zaïre. Ann. Soc. Géol. Belg. 102, 181-184. 27.
- TACK L. [1983]. 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.
- TACK L., WINGATE M.T.D., LIEGEOIS J.-P., FERNANDEZ-ALONSO M., DEBLOND A. [2001]. Early Neoproterozoic magmatism (1000-910 Ma) of the Zadinian and Mayumbian Groups (Bas-Congo): on set of Rodinia rifting at the western edge of the Congo craton. Precambrian Research, 110, 277-306.
- VELLUTINI P.J., ROCCI G., GIOAN, P., VICAT J.P. [1983]. Mise en évidence de complexes ophiolitiques dans la chaîne Mayumbienne (Gabon-Angola) et nouvelle interprétation géotectonique. Precambrian Research, 22, 1-21.



This work is in open access,

licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in the credit line; if the material is not included under the Creative Commons license, users will need to obtain permission from the license holder to reproduce the material. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>