

Analyse pétrographique, structurale et métallographique de l'environnement minéralisé de Boulgou-Kodisare, Burkina Faso, Afrique de l'Ouest

**Pasuk-Wendé Elie SALAMBERE, Hermann ILBOUDO*, Abraham Seydoux TRAORE
et Martin LOMPO**

*Université Joseph KI-ZERBO, Département des Sciences de la Terre, Laboratoire de Géosciences et
Environnement, 03 BP 7021 Ouaga 03, Burkina Faso*

(Reçu le 21 Juin 2021 ; Accepté le 15 Septembre 2021)

* Correspondance, courriel : hermannilboudo@gmail.com

Résumé

L'objectif de cette étude est de décrire les lithofaciès Birimiens de Boulgou-Kodisare et d'identifier les métallotectes probables de la minéralisation. La démarche méthodologique intègre une documentation, qui a conduit au positionnement d'une série de coupes (04 coupes) géologiques, des travaux de terrain pour la collecte de données en vue de leur traitement au laboratoire au moyen de microscope. Les résultats mettent en évidence trois zones de cisaillements (A, B et C). Les altérations propylitiques, chlorito-carbonatées, phylliteuses y associées précipitent les minéraux de type aurifères. Cette étude en plus d'avoir fait ressortir les traits caractéristiques pour la reconnaissance des zones de cisaillements, a permis de caractériser les différentes altérations et minéralisations associées. Elle souligne une fois de plus l'intérêt de ces zones dans la mise en place des gîtes aurifères.

Mots-clés : *Boulgou-Kodisare, Birimien, zone de cisaillement, sulfures, minéralisation.*

Abstract

Petrographic, structural and metallographic analysis of the mineralized environment of the Boulgou-Kodisare area, Burkina Faso, West Africa

This study aims at highlighting the Birimian lithofacies of the Boulgou-Kodisare area and identifying the possible key structures that are responsible of the mineralization. The methodology integrates literature that allows the positioning of a series of geological traverses, (04 traverses), field work in order to collect data for subsequent detail examinations supported with microscope. The results show three shear zones (A, B and C). Alterations are propylitic, chlorite-carbonate, phyllitic and associated to the formation of gold-bearing mineral. The current paper, in addition to draw up key elements in the recognition of shear zone has allowed characterizing different alterations and associated mineralization. The work indicates the importance of such a zone for the emplacement of mineral deposit.

Keywords : *Boulgou-Kodisare, Birimian, shear zone, sulfides, mineralization.*

1. Introduction

Les formations géologiques du Burkina Faso sont à l'image de celles décrites dans le domaine Baoulé-Mossi de la dorsale de Léo-Man. Ce sont (i) des méta-formations volcaniques, sédimentaires, plutoniques localisées, spatialement distribuées sous forme de ceintures orientées N-S à NE-SW, mises en place à environ 2200-2000 Ma [1, 2] ; (ii) des granitoïdes plurigénérationnelles (2266-2150 Ma ; 2130-2090 Ma) [3 - 5] ; et (iii) une couverture sédimentaire discordante d'âge néoprotérozoïque à cambro-ordocivien [6, 7]. Le métamorphisme décrit est du grade des schistes verts, et localement des amphibolites [1, 8 - 10], voir des granulites [11] dont certaines auraient subi une fusion partielle (650-700°C) et cartographiées comme des complexes anatectiques [12]. Si le lien entre minéralisations et le métamorphisme est établi dans différents secteurs [13, 14], il semble par ailleurs que les métalotectes sont variés et caractéristiques de chaque anomalie. De ce fait, l'étude requiert une approche multidisciplinaire [15 - 17]. C'est d'ailleurs le cas de Boulgou-Kodisare où l'examen de terrain indique une minéralisation à sulfures non encore bien étudiée. De toute évidence, ces assemblages, aussi monotone que cela puisse paraître, ont toujours été des repères d'investigation, et de surcroît, dans une zone à accès limité imputable au vent d'insécurité qui souffle dans la sous-région, les résultats de cette étude permettront d'alimenter la base de données géologiques nationale pour les investigations futures. Le timing du magmatisme bimodal (mafique-felsique) et les événements tectono-métamorphiques Birimiens seraient de 370 Ma, (2,27 et 1,96 Ga [18]).

Les empreintes sont des zones de cisaillement bien matérialisées au sein des ceintures et leurs contacts avec les granitoïdes polycycliques [3, 19]. Dans la zone d'étude (*Figure 1*), on observe des gneiss et des amphibolites qui forment une composante mineure comparée aux formations volcaniques et volcano-sédimentaires dont l'ensemble est recoupé par des ultrabasites, des norites, des gabbros et des diorites [20 - 22]. L'interprétation des images aéromagnétiques [24, 25] couplée aux observations de terrain révèlent aussi bien des structures de déformations internes caractérisées par la foliation et la schistosité de flux, que des fractures tardives d'envergure régionale orientées NE-SW ainsi que des fractures secondaires. Ces dernières sont de directions variées mais la direction NW-SE représente des dykes de dolérites. Singulièrement, cette ceinture est caractérisée par la rareté des travaux géoscientifiques contrairement aux autres ceintures de roches vertes [26 - 28]. Cependant, les récentes investigations et interprétations géophysiques aéroportées qui sont d'ailleurs d'une extrême nécessité en cartographie lithostructurale [29] ont décelé des structures d'intérêt dans lesquelles sont implantées plusieurs activités artisanales. Pour preuve complémentaire, le gisement d'or de Boungou en exploitation est localisé sur cette ceinture. La présente étude se fixe pour objectif de préciser les lithofaciès Birimiens de Boulgou-Kodisare, d'identifier les métalotectes probables de la minéralisation et de tracer des pistes d'investigation pour les campagnes d'exploration à venir.

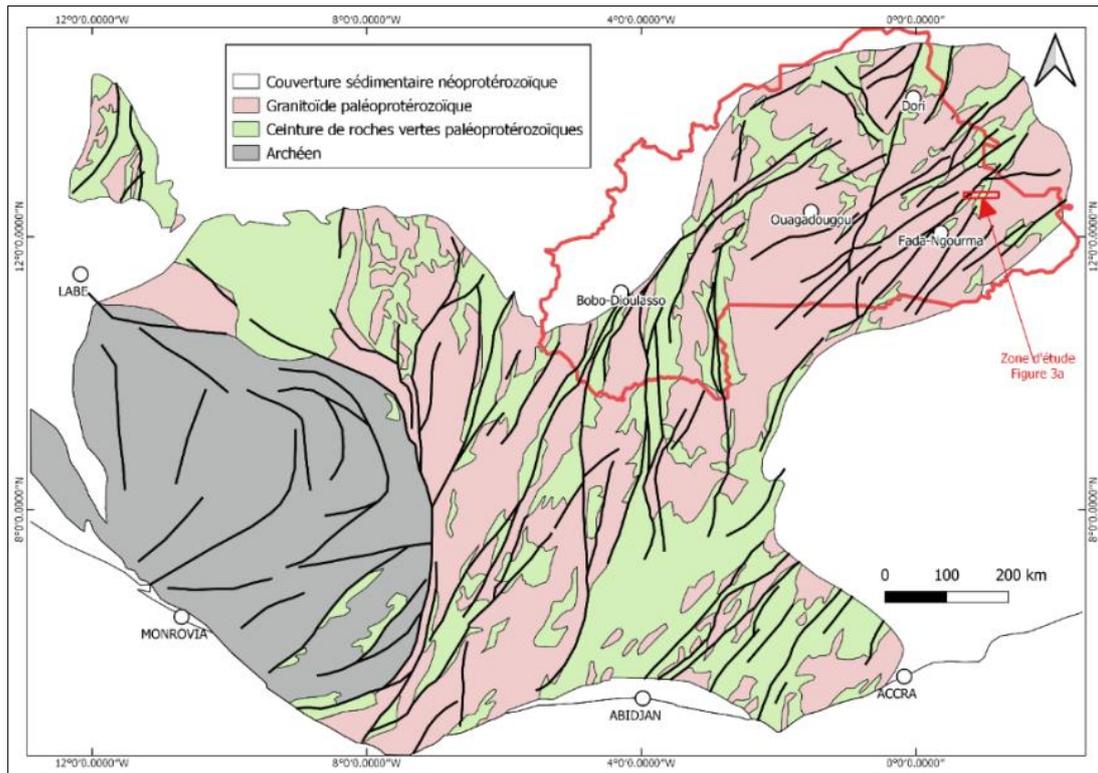


Figure 1 : *Présentation de la zone d'étude sur la carte géologique simplifiée de la dorsale de Léo modifiée [16, 23]*

2. Méthodologie

L'étude est menée suivant la démarche méthodologique ci-après :

- (i) La synthèse bibliographique. Elle consiste en une compilation de données géologiques et géophysiques relatives à la zone d'étude. A cet effet, des cartes géologiques et d'affleurements, des images géophysiques aéromagnétiques, radiométriques et des images satellitaires sont mises à contribution. Le prétraitement de ces données acquises a permis de planifier la mission de terrain en positionnant une série de coupes suivant une direction NW-SE ;
- (ii) Les travaux de terrain. C'est l'étape de l'exécution des coupes (04 coupes, **Figure 2**), des observations et de la description des roches sur le terrain. Les affleurements observés le long de chaque coupe sont positionnés à l'aide du GPS, et décrits. Les descriptions ont été facilitées par l'utilisation d'une loupe de grossissement 10 x ou 20 x en fonction de la taille des minéraux. Le stylo aimanté est mis en œuvre pour détecter les minéraux opaques ferro-magnétiques. De l'acide chlorhydrique pour tester la présence de minéraux carbonatés. Les éléments structuraux identifiés sont mesurés à l'aide de la boussole et du clinomètre et des échantillons orientés sont prélevés pour les besoins de laboratoire. Sur chaque échantillon, trois lames sont réalisées suivant les plans XZ, YZ, XY et, le sens de cisaillement est déterminé sur le plan XZ. Afin de mieux analyser chaque structure ciblée et vue la rareté des affleurements observés jointe aux conditions climatiques et d'accessibilité, nous avons scindé la zone d'étude en trois sous zones A, B et C ;
- (iii) Les travaux de laboratoire. C'est la confection et l'étude des lames minces polies au microscope polarisant et aux traitements des données récoltées à l'aide de différents logiciels.

3. Résultats

3-1. Données linéamentaires

L'interprétation de l'image aéromagnétique (**Figure 3**) permet de dégager deux directions principales. La première direction est orientée NNE-SSW à ENE-WSW et regroupe plusieurs linéaments discontinus, recoupés par des structures secondaires avec des décalages. La deuxième direction, orientée NW-SE est tardive continue et matérialisée par des dykes doléritiques.

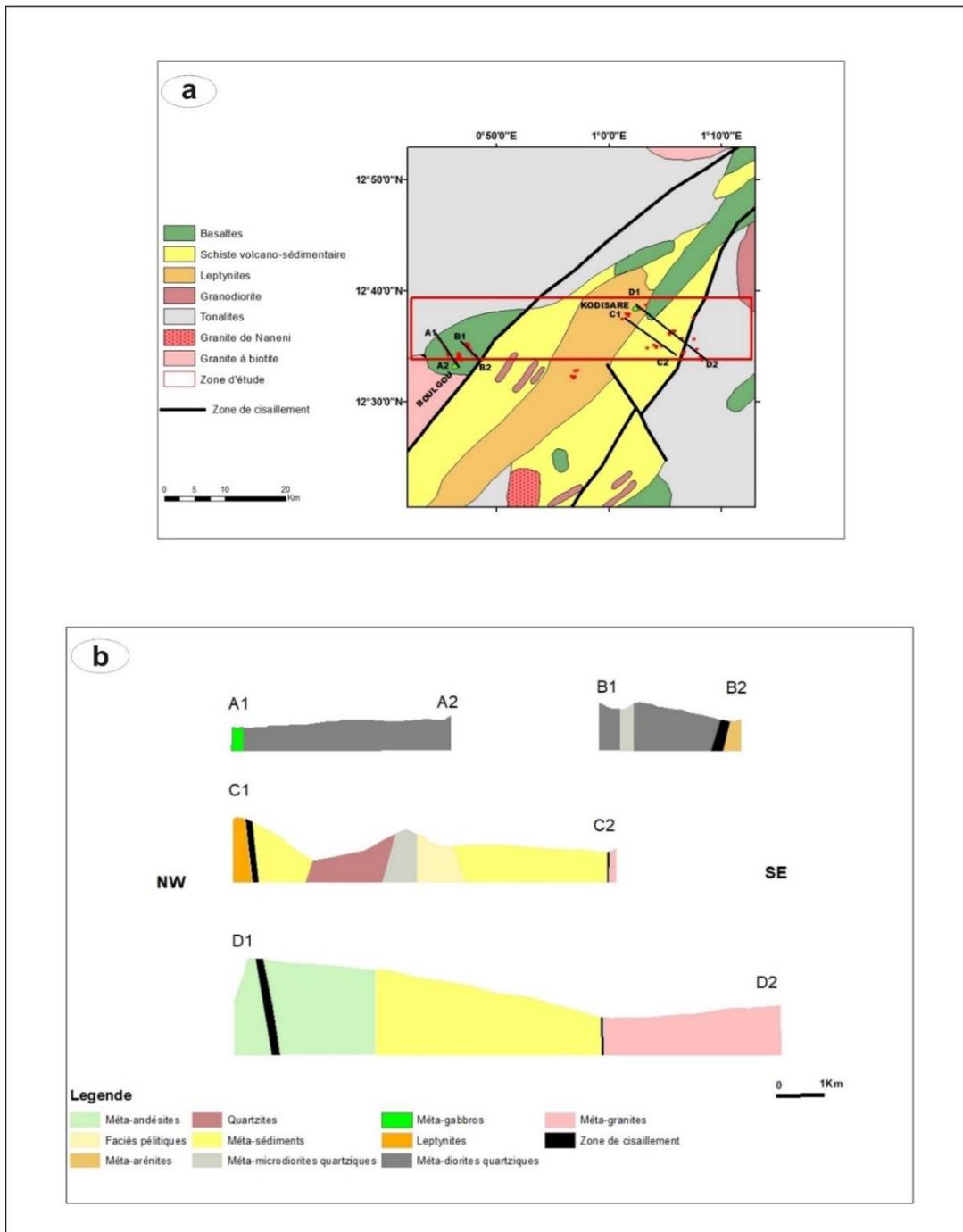


Figure 2 : Carte géologique de la zone d'étude modifiée [6] (a) et les coupes géologiques effectuées sur la zone d'étude (b)

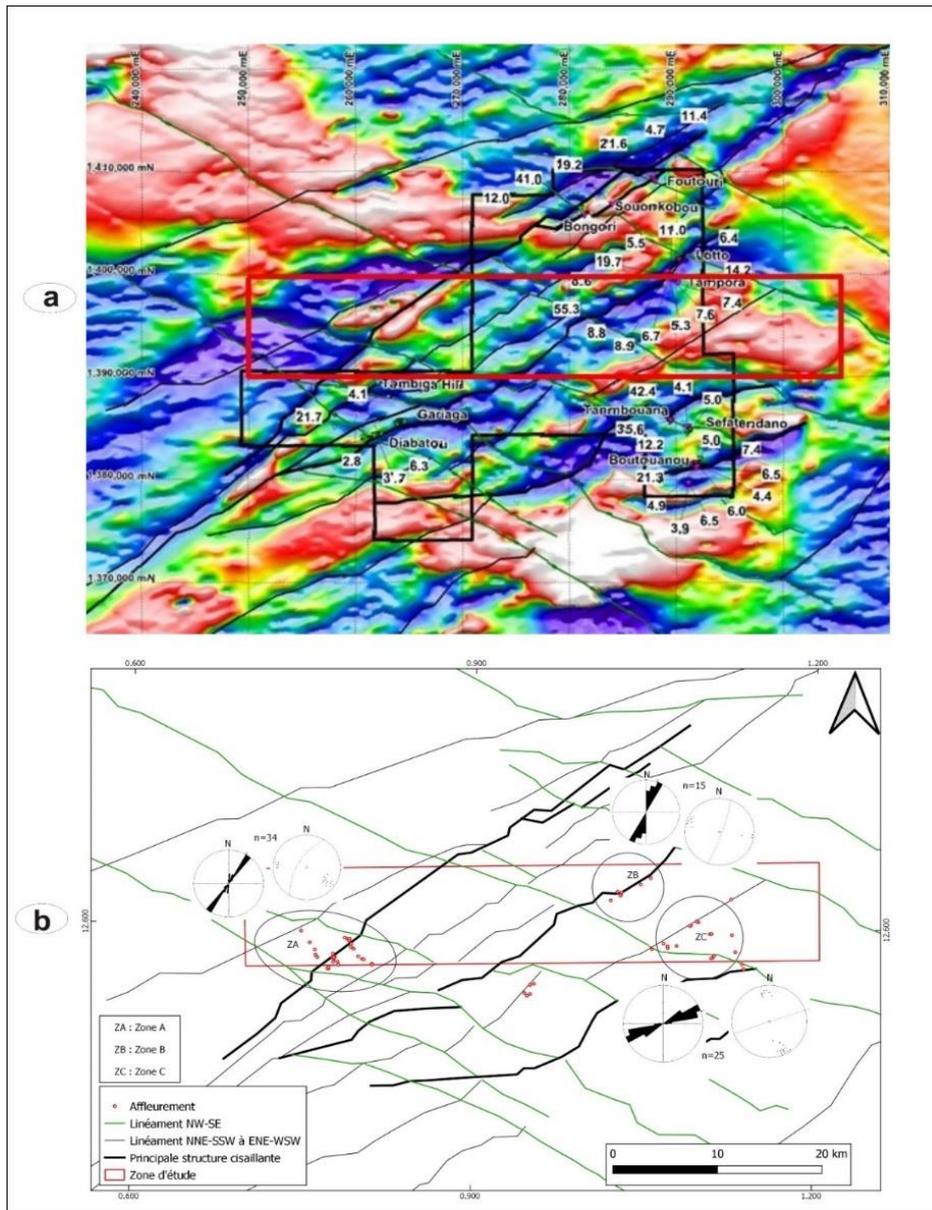


Figure 3 : *Interprétation des linéaments à partir de l'image aéromagnétique (TMI)[29] (a) et la Carte linéamentaire sur fond d'image géophysique aéroportée [29] (b) Stéréogrammes des plans de cisaillements (canevas de Schmidt ; hémisphère inférieure)*

3-2. Données litho-structurale et métallographique

3-2-1. Caractéristiques de la Zone A : zone de contact

- **Caractères pétrographique et structural**

Cette zone de contact est composée d'intrusions basiques, neutres et de méta-sédiments. Les méta-gabbros sont mélanocrates, en blocs chaotiques, grenus grossiers sans déformation apparente. Ces roches recoupent les méta-diorites quartziques, et renferment des plagioclases (40 %) parfois altérés en damourite, des amphiboles (hornblende verte) (35 %) transformés en actinote et des pyroxènes (15 %) qui se résument à l'augite (*Figure 4a*). Le quartz et la biotite sont interstitiels et en faible proportion. Les méta-diorites quartziques, à l'opposé des méta-gabbros, sont mesocrates ± mylonitiques, et schistosées. Elles recoupent les méta-arénites. La roche présente une matrice (70 %) formée de muscovite, quartz, plagioclase, biotite et

calcite dans laquelle baignent des porphyrocristaux (30 %) composés de quartz recristallisés et de plagioclases enroulés par les minéraux phylliteux (**Figure 4b**). Les directions de la schistosité sont variées N30°E 68°NW, N45°E 55°NW et N°10E 75°SE, mais une fracturation tardive E-W et NW-SE recoupe l'ensemble des structures. La schistosité de fracture (S2) et de flux (S1) sont subparallèles et matérialisent la foliation mylonitique (S2/C) dont le sens de cisaillement déduit est dextre. Les méta-arénites sont brunes à brun sombre, avec des grains de quartz arrondis dans une matrice relativement plus fine. Elles sont schistosées et plissées (plis disharmoniques (**Figure 4c**) de plan axial N50°E subvertical); mais présentent une texture grano-lépidoblastique à séricite (40 %) flexueuse et quartz (58 %) à une extinction roulante. En somme, la zone A qui est une zone de contact orientée NNE-SSW à pendage sub-vertical, entre la diorite quartzique et les méta-sédiments a été affectée par un décrochement dextre. Les observations métallographiques révèlent la pyrite, la pyrrhotite et la chalcopryrite dans la méta-diorite quartzique. La pyrite est automorphe à sub-automorphe, disséminée, à inclusion de chalcopryrite tandis que la pyrrhotite est fissurale ou dans les plans de cisaillement (**Figure 4d, e**).

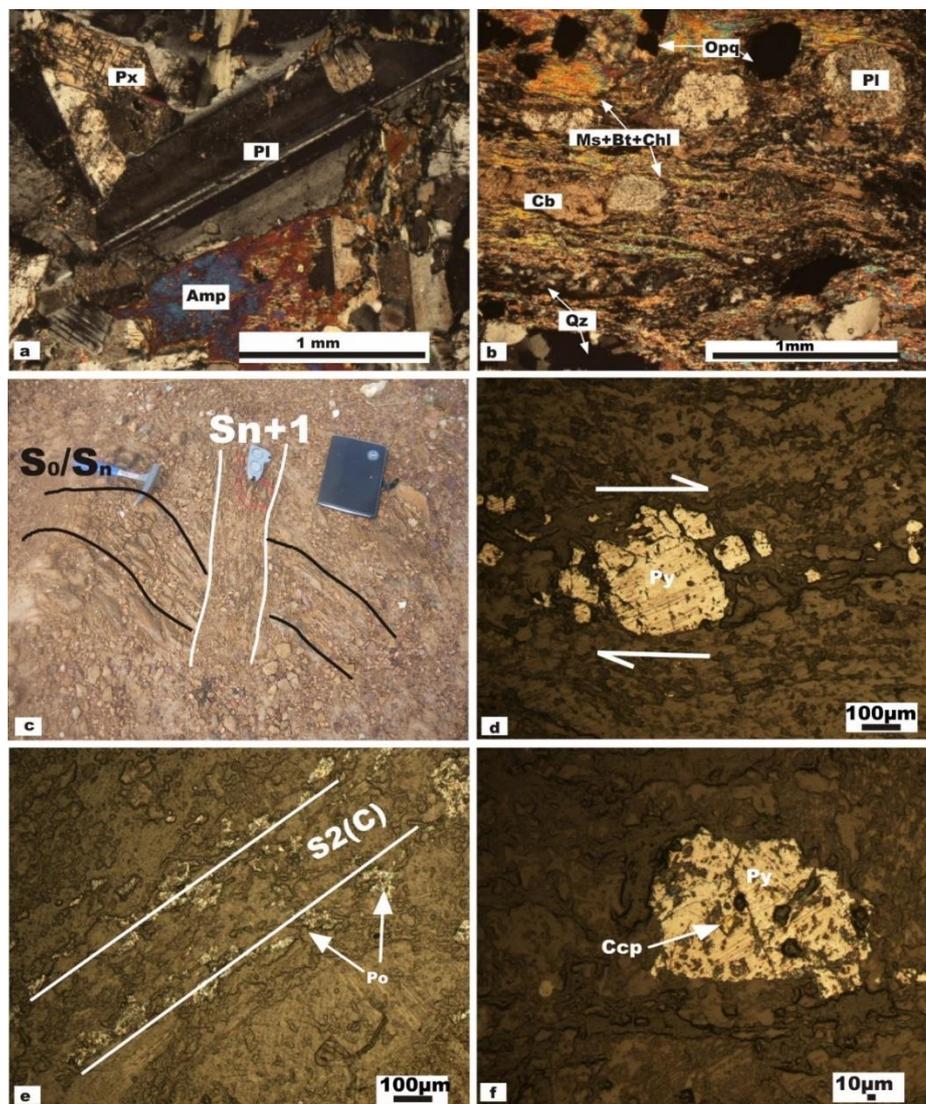


Figure 4 : Photographies et microphotographies des formations de la Zone A, a : Pyroxène de type augite dans un gabbro ; b : Diorite quartzique à texture mylonitique œillée; c : Développement de plis dans les méta-sédiments ; d : Cristaux de pyrite tronçonnés par le cisaillement ; e : Cristaux de pyrrhotite déformés dans les plans de schistosité ; f : Inclusion de chalcopryrite dans une pyrite. Amp : Amphibole ; Bt : Biotite ; Cb : Carbonate ; Chl : Chlorite ; Ccp : Chalcopryrite ; Ms : Muscovite ; Opq : Opaque ; Pl : Plagioclase ; Po : Pyrrhotite ; Px : pyroxène ; Py : Pyrite ; Qz : Quartz [30]

3-2-2. Caractérisation de la Zone B : zone à dominance volcanique

• **Caractères pétrographique et structural**

La lithologie est dominée par des amphibolites, des leptynites et des méta-andésites recoupées par des dykes de dolérite. Les amphibolites sont sombres, grenues à grains grossiers disposées en blocs de tailles variables recoupées par les leptynites. L'amphibole (60 %) et pyroxène à l'état de relique (39 %), presque entièrement transformé en calcite sont les minéraux principaux (**Figure 5a**). Cette description plaide pour un protolithe gabbroïque. Les leptynites, par contre, sont leucocrates orientées en générale NNE-SSW avec une foliation (S1) N19°E et des fentes extensives en échelons sur les plans de fractures NNE-SSW en décrochement senestre. Une fracturation E-W et NW-SE recoupe l'ensemble des structures. La texture est porphyrique à phénocristaux de plagioclases, ou grano-nematoblastique à quartz, amphibole, biotite, chlorite et opaques. Ces derniers forment la matrice (80 %), au sein de laquelle, se développent des microblastes de quartz, plagioclases ± fk, amphiboles (**Figure 5b**) qui soulignent la schistosité de flux. L'altération se traduit par une carbonatation des plagioclases et des amphiboles et une néoformation du quartz et des carbonates dans les plans de fractures. La roche d'origine serait une granodiorite. Les méta-andésites sont verdâtres, massives parfois schistosées, et développent des collines ou des blocs rasants. Les plans de cisaillement observés sont dextres et orientés N10°E à N25°E et la fracturation tardive est E-W et NW-SE. Les textures sont microlithiques porphyriques à phénocristaux de plagioclase et d'amphibole presque transformés en actinote, chlorite, épidote, albite, au sein d'une matrice faite d'actinote, de plagioclase, d'épidote et de quartz recristallisé. Par endroits, on observe des plagioclases entièrement saussuritisés ou déstabilisés en agrégats polycristallins de quartz auxquels s'ajoute un réseau filonien de quartz et de carbonate (**Figure 5c**). Les dolérites sont caractérisées par leur disposition en boules suivant une orientation NW-SE. Les principaux minéraux sont les plagioclases et les pyroxènes repartis de manière équiproportionnée, auxquels s'ajoutent des traces d'olivine ± serpentinisée et des minéraux opaques (sulfures) à l'état disséminé.

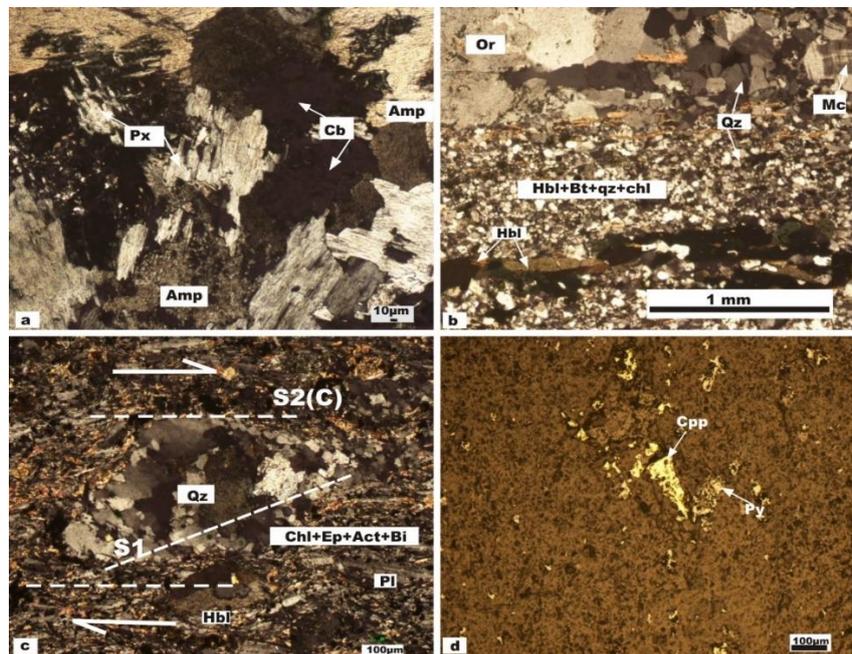


Figure 5 : Microphotographies des formations de la Zone B, a : Cristaux d'amphiboles et de calcite dans une amphibolite ; b : Leptynites montrant des microblastes orientés ; c : Quartz sigmoïde recristallisé ; d : Pyrite et chalcopyrite dans une leptynite. Hbl : Hornblende ; Mc : Microcline ; Or : Orthose. Même légende que la figure 4

La métallographie révèle la présence de la pyrite et de la chalcopyrite (**Figure 5d**) dans les leptynites ; de la pyrite dans les méta-andésites ; de la magnétite, la pyrite et la chalcopyrite dans les dolérites sous forme disséminées ou suivant les plans de déformations.

3-2-3. Caractérisation de la Zone C : zone à dominance sédimentaire

- **Caractères pétrographique et structural**

Ce sont des formations méta-pélitiques recoupées par des microdiorites et des granites. Les méta-pélites sont noires graphitiques à gris-rougeâtres, gréseuses exposées sous forme de petites collines NE-SW, en intercalation. Les colorations traduisent une variation des éléments chimiques mobilisés en contexte d'altération supergène. Elles sont schistosées N°71E, et recoupées par des filonnets de quartz \pm carbonate. On y observe une alternance de lits quartzeux et de lits phylliteux (muscovite et séricite) associés aux oxydes dans les plans de schistosité (**Figure 6a**). La texture est grano-lépidoblastique à phénocristaux de quartz localement recristallisés en sous grains et étirés, isolés d'une matrice à quartz largement dominant sur la séricite et les opaques. Les quartzites sont pris en sandwich dans les méta-pélites et recoupés par les méta-microdiorites quartziques au SE. La schistosité est bien marquée avec une direction générale N°35E. La texture granoblastique les distingue des méta-pélites, mais l'assemblage minéralogique (quartz-séricite-opaque) est le même, avec une dominance du quartz. Les méta-microdiorites quartziques, sont gris claires, mesocrates avec une texture variant du microgrenue au grano-lépidoblastique. Elles sont formées de quartz (20 %), plagioclase (45 %) \pm zoné, amphibole (30 %), biotite (5 %) (**Figure 6b**). Les granites à biotite sont leucocrates, grenus \pm porphyroïdes, poly-fracturés et décrits au sein des faciès pélitiques qu'ils recourent. Ils renferment du quartz (45 %) à extinction ondulante, du plagioclase kinké, fracturé et partiellement damouritisé (30 %), des feldspaths potassiques (10 %) et de la biotite (15 %) \pm chloritisée (**Figure 6c**). En somme, la zone C correspond à un couloir de cisaillement NE-SW subvertical et d'extension locale au vue des données linéamentaires. *Les données métallographiques* révèlent de la goethite comme principal minéral dans les quartzites. Elle présente des formes cubiques ou disposée en trainées discontinues dans les plans de schistosité et proviendrait de la pyrite par un processus supergène (**Figures 6d**).

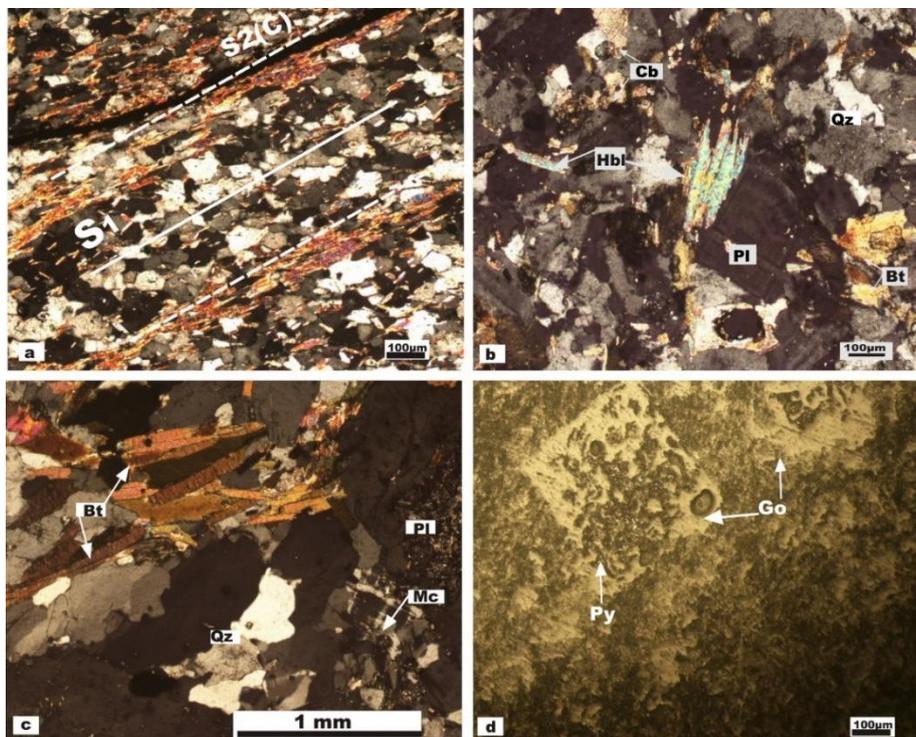


Figure 6 : Microphotographies des formations de la zone C, a : Pélite montrant une schistosité composite ; b : Méta-microdiorite quartzique montrant des baguettes de hornblende et un plagioclase zoné ; c : Méta-granite à biotite montrant des lamelles de biotite et du quartz polygonal ; d : Goethite (Go) résultant de la pseudomorphose d'une pyrite dans un quartzite ferrugineux. Même légende que la **Figure 4**

4. Discussion

4-1. Lithologie et métamorphisme

L'environnement géologique est typique des faciès Paléoprotérozoïques du système Birimien: formations volcano-sédimentaires orientées NE-SW, accompagnées d'un cortège d'intrusions basiques, neutres et acides. Cette configuration confirme celle décrite antérieurement [6, 20 - 22]. A ces unités sont associées des leptynito-amphibolites orthodérivées, des méta-andésites, des granites à biotite et tonalites à l'extrême Est de la zone d'étude et des intrusions de gabbros tardifs dont les relations de terrain soutiennent et actualisent la chronologie admise dans la littérature géoscientifique du Birimien [6, 25], à savoir : (i) mise en place des andésites, des gabbros, et des sédiments variés dont les arénites, les faciès pélitiques ; lesquelles formations sont partie intégrante des roches de ceinture. Les méta-gabbros recoupent les méta-diorites quartziques, et les méta-diorites quartziques recoupent les méta-arénites ; (ii) mise en place des intrusions granitiques dont la méta-diorite quartzique et la granodiorite qui recoupent respectivement les arénites et les sédiments fins pélitiques ; (iii) mise en place du granite à biotite intrusif dans les faciès pélitiques, la méta-diorite quartzique et les quartzites ; (iv) mise en place du gabbro tardif et du réseau de dykes doléritiques qui recoupent respectivement la diorite quartzique et l'ensemble des roches identifiées et décrites et, ferait probablement partie de la génération des dolérites mises en place à la faveur de l'ouverture de l'Atlantique Sud. L'environnement est vraisemblablement poly-métamorphique (*Tableau 1*).

Tableau 1 : Résumé des principales caractéristiques géologiques des différentes zones. (M-Ar) Méta-arénite ; (M-Di Qtz) Méta-diorite quartzique ; (M-Gab) Méta-gabbro ; (M-And) Méta-andésite ; (M-mic gra) Méta-microgranodiorite ; (Amph) Amphibolite ; (M-pél) Méta-pélite ; (Qtz) Quartzites ; (M-mic dio) Méta-microdiorite quartzique ; (M-Gra) Méta-granite. (Amp) Amphibolite ; (Bi) Biotite ; (Ca) Carbonate ; (Ccp) Chacopyrite ; (Chl) Chlorite ; (Dm) Damourite ; (Go) Goethite ; (Hbl) Hornblende ; (Ms) Muscovite ; (Op) Opaque ; (Pl) Plagioclase ; (Po) Pyrrhothite ; (Px) Pyroxène ; (Py) Pyrite ; (Qz) Quartz ; (Ser) Séricite ; (Si) Silice. (S1) Schistosité de flux ; (C) Cisaillement ; (S3) Fracturation tardive [30]

ZONE ETUDE	LINEAMENT	CONTEXTE	LITHOLOGIE	MINERALOGIE	ASSOCIATION MINERALE METAMORPHIQUE			STRUCTURALE
					FACIES AMPHIBOLITIQUE	FACIES SCHISTES VERTS	CIRCULATIONS TARDIVES	
ZONE A	Majeur NNE-SSW	Contact diorite quartzique et méta-sédiment	Arenite	Ser-Qz	-	Chl-Qz-Bi	Si-Ca-Chl-Py-Po-Ccp	S1-S3
			Dorite Qtz	Qz-Pl-Bi-Amp		Chl-Ms-Bi-Op		S1-C-S3
			Gabbro	Pl-Amp-Px-Op		Qz-Bi		S3
ZONE B	Majeur NNE-SSW	Dominance volcanique	Andésite	Pl-Amp-Qz-Op	Hbl+Pl	Chl-Ep-Act-Bi	Si-Ca-Py	S1-C-S3
			Microgranite	Pl-Qz-Amp-Or-Op		-	Si-Ca-Py-Ccp	S1-C
			Amphibolite	Amp-Px		Amp	S3	
ZONE C	Mineur ENE-WSW	Dominance sédimentaire	Pélite	Qz-Ms-Ser-Op	-	Bi-Ms-Qz	Si-Go	S1-C-S3
			Quartzite	Qz-Ser-Op		Ser-Ms-Qz-Op		S1-C-S3
			Microdiorite	Amp-Pl-Qz		Chl-Bi		S1-C-S3
			Granite	Qz-Pl-Bi-Or		Qz-Bi-Dm		S3

4-2. Déformation et évolution structurale

Sur le plan structural, la première surface tectonique (S1) mesurée sur le terrain est NNE-SSW, et cette direction se rapproche de la foliation régionale NE-SW décrite généralement au Burkina Faso et sur l'ensemble de la dorsale de Léo [25, 31, 32]. Elle se reconnaît par la schistosité de flux à amphiboles, quartz et feldspaths dans les leptynites de la zone B et, par l'orientation des minéraux phylliteux et des lits de quartz recristallisé dans les méta-sédiments (méta-arénites, méta-pélitiques et quartzites) de la zone C. L'intensité croissante de la déformation se traduit par la formation d'une schistosité (S2) qui se surimpose parfois à la schistosité (S1) formant une foliation mylonitique (FM) au cœur de la zone de cisaillement. Lorsqu'on s'éloigne de cette zone, la S2 devient oblique à la S1. Ces zones de cisaillement correspondent aux couloirs de déformation mylonitiques de type FM décrits lors des travaux antérieurs [6, 31 - 33]. Les zones A et B se situent chacune sur une structure majeure NNE-SSW et la zone C sur une structure mineure NE-SW. Les zones de cisaillements identifiées dans la zone A et la zone B (**Figure 3**) font partie de celles déjà décrites au Burkina Faso [6], et ces auteurs devant l'absence de décalage important occasionné par les zones de cisaillement suggèrent un régime de déformation pur au lieu d'un cisaillement simple auquel se surimpose une déformation rotationnelle.

Une déformation en cisaillement simple de faible amplitude est par contre proposée à Youga-Zoaga [33]. Les veines de quartz d'épaisseurs et de longueurs variables, sont parallèles ou sécantes sur la foliation régionale (FR) NE-SW, et sont localisées dans les zones de cisaillement précitées et leurs directions témoignent de deux stades d'ouvertures. L'évolution structurale commence par la formation de la foliation régionale (FR) précoce favorisant les fabriques tectoniques S1 (flux et foliation) qui affectent différemment l'ensemble des faciès lithologiques ; la déformation continue dans des zones limitées avec naissance des structures FM (S2/C) caractéristiques des couloirs mylonitiques. Ainsi se mettent en place les zones de cisaillements transpressives NNE-SSW (zone A et zone B). A l'échelle microscopique, ce cisaillement réorganise les sulfures dans les plans de cisaillement et dans les ombres de pression. Après la phase transpressive, la déformation devient transtensive et se traduit par la mise en place du cisaillement NNE-SSW caractéristique de la zone B. La déformation cisailante NE-SW de la zone C d'envergure locale, se met probablement en place à ce stade ou postérieurement. Ces déformations créent une perméabilité à la roche qui favorise la remontée des fluides hydrothermaux sulfurés. La **Figure 7** donne un aperçu tridimensionnel des relations entre les ensembles lithologiques et structuraux du secteur d'étude.

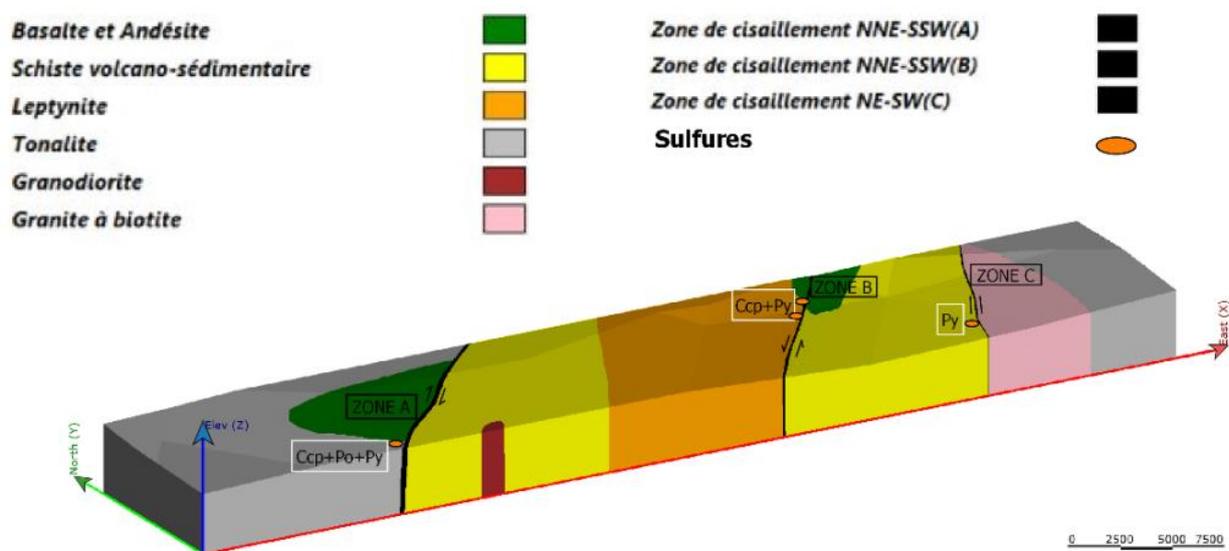


Figure 7 : Modèle tridimensionnel de la zone d'étude

4-3. Altérations et Minéralisations

Du point de vue de la minéralisation, l'association minérale décrite de type pyrite-pyrrhotite et chalcopirite est classique des gîtes et gisements Birimiens [16, 34 - 36] et les altérations propylitiques, chlorito-carbonatées, phylliteuses y associées suggèrent la présence de fluides hydrothermaux favorables aux dépôts de substances aurifères ou cuprifères. Vraisemblablement, la mise en place des sulfures est contrôlée par la déformation qui les réorganise suivant les microplans associés au cisaillement ou dans les zones abritées synchrones à ce cisaillement. Les sulfures probablement dispersés dans la roche suite à la S1 ont été réorganisés à la faveur de la S2(C) ce qui se traduit par leur tronçonnement (*Figures 4d, e, f et 5d*) et leurs dispositions dans les plans de microfissures. En outre, ils sont observés aussi bien dans les méta-diorites quartziques (zone A), dans les méta-andésites et les leptynites (zone B) que dans les quartzites (zone C) où ils sont progressivement remplacés par des oxydes. Toute chose qui conforte l'idée du contrôle structural de la minéralisation. C'est une minéralisation épigénétique. Cependant, l'inclusion de la chalcopirite dans la pyrite (*Figure 4f*) laisse croire en l'existence de deux générations de sulfures. Du point de vue métallogénétique, deux facteurs conditionneraient la précipitation du fluide aurifère [37] : d'abord la présence préalable d'un minéral riche en F^{2+} comme la pyrite, l'arsénopyrite ou la tourmaline dont la réaction avec le fluide conduit à la précipitation de l'or ; ensuite la présence d'une déformation de type ductile-fragile avec secteurs localisés de moindre pression. Dans notre cas, la pyrite est omniprésente dans les faciès hydrothermalisés avec des minéraux ferromagnésiens, carbonatés ; et cette altération est associée à une déformation de type ductile-fragile avec formation de zones abritées. C'est dire que, les conditions semblent réunies pour une minéralisation aurifère, bien que de l'Or (Au) n'ait pas été observé.

5. Conclusion

L'étude géologique menée à différentes échelles complémentaires dans le secteur de Boulgou-Kodisare, montre une variété de méta-formations pluto-volcano-sédimentaire Birimien mise en place successivement dans le temps. Il s'agit de gabbros, de diorite \pm quartzique, des faciès granitiques, de dolérite, de sédiments fins grésopélitique, d'arénites inégalement réparties. L'étude montre que ces formations ont subi plusieurs épisodes de déformation à degrés variables, suivies de manifestations hydrothermales propylitiques, chlorito-carbonatées et phylliteuses. Ce phénomène tectono-hydrothermal est associé à une métallogenèse à sulfures et oxydes décrits dans plusieurs gîtes et gisements environnants, et partant, du système Birimien. Les couloirs de cisaillement et les altérations qui en découlent constituent les métallotectes évidents à Boulgou-Kodisare. Partant de ces constats, ce secteur pourrait s'inscrire dans le portefeuille métallogénique du socle Paléoprotérozoïque du Burkina Faso.

Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce au Projet d'Appui au Développement du Secteur Minier (PADSEM) financé par la banque mondiale à qui nous exprimons notre profonde gratitude. Les auteurs remercient le Bureau d'Etude TEGECO Sarl pour la collaboration et la mise à dispositions de son local durant la rédaction du manuscrit.

Références

- [1] - W. ABOUCHAMI, M. BOHER, A. MICHARD, F. ALBAREDE, “*Journal of Geophysical Research*”, 95 (1990) 17605 - 17629
- [2] - M. BOHER, W. ABOUCHAMI, A. MICHARD, F. ALBAREDE, N. T. ARNDT, “*Journal of Geophysical Research*”, 97 (1992) 345 - 369
- [3] - L. BARATOUX, V. METELKA, S. NABA, W. M. JESSELL, M. GREGOIRE, J. GANNE, “*Precambrian Research*”, 191 (2011) 18 - 45
- [4] - L. BARATOUX, V. METELKA, S. NABA, P. OUIYA, L. SIEBENALLER, M. W. JESSELL, A. NARE, S. SALVI, D. BEZIAT, G. FRANCESCHI, “*Journal of African Earth Sciences*”, (2015) 1 - 21
- [5] - L. A. PARRA-AVILA, A. I. S. KEMP, M. L. FIORENTINI, E. BELOUSOVA, L. BARATOUX, S. BLOCK, M. JESSELL, O. BRUGUIER, G. C. BEGG, J. MILLER, J. DAVIS, T. C. MCCUAI, “*Precambrian Research*”, 300 (2017) 1 - 27
- [6] - C. CASTAING, M. BILLA, J. P. MILESI, D. THIEBLEMONT, J. LE METOUR, E. EGAL, DONZEAU, M. (BRGM) (COORDONNATEURS), C. GUERROT, A. COCHERIE, P. CHEVREMONT, M. TEGVEY, Y. ITARD, (BRGM), B. ZIDA, I. OUEDRAOGO, S. KOTE, B. E. KABORE, C. OUEDRAOGO, (BUMIGEB), J. C. KI, C. ZUNINO, (ANTEA), “Notice explicative de la carte géologique et minière du Burkina Faso à 1/1 000 000”, Edit. B.R.G.M., Orléans, France, (2003) 1 - 147
- [7] - S. NABA, M. LOMPO, P. DEBAT, J. L. BOUCHEZ, D. BEZIAT, “*Journal of African Earth Sciences*”, 38 (2004) 41 - 57
- [8] - P. N. TAYLOR, S. MOORBATH, A. LEUBE, W. HIRDES, “*Precambrian Research*”, 56 (1992) 97 - 111
- [9] - J. FEYBESSE, J-P. MILESI, “*Precambrian Research*”, 69 (1994) 199 - 227
- [10] - M. LOMPO, “*Geological Society of London*”, 323 (2009) 231 - 254
- [11] - S. BLOCK, J. GANNE, L. BARATOUX, A. ZEH, L. A. PARRA-AVILA, M. JESSELL, L. AILLERES, L. SIEBENALLER, “*Journal of metamorphic geology*”, 33 (2015) 463 - 494
- [12] - D. GIOVENAZZO, S. SEJOURNE, K. A. A. HEIN, M. JEBRAK, R. DAHL, C. OUEDRAOGO, O. F. OUEDRAOGO, U. WENMENGA (Effigis Géo-Solutions), A. OUEDRAOGO, P. I. OUEDRAOGO, Y. SOUNTRA, A. KAMBOU, G. K. COULIBALY, O. NASSA, N. NASSA, S. DJIGUEMDE, K. A. A. HEMA, F. BAGORO, G. SIDIBE (BUMIGEB), “Notice explicative de la carte géologique 1/200 000 Banfora-Kong, EFFIS BULIEGEB”, (2018) 1 - 117
- [13] - H. ILBOUDO, U. WENMENGA, S. SAWADOGO, T. REMMAL., “*Afrique Sciences*”, 13 (2017b) 220 - 231
- [14] - J. AUGUSTIN, D. GABOURY, “*Ore Geology Reviews*”, 104 (2019) 495 - 522
- [15] - V. METELKA, L. BARATOUX, S. NABA, M. W. JESSELL, “*Precambrian Research*”, 190 (2011) 48 - 69
- [16] - V. MARKWITZ, K. A. A. HEIN, J. MILLER, “*Precambrian Research*”, 274 (2016) 61 - 81
- [17] - D. CHARDON, O. BAMBA, K. TRAORE, “*BSGF-Earth Sciences Bulletin*”, 191 (2) (2020) 1 - 18
- [18] - M. GRENHOLM, M. W. JESSE, “*Earth-Science Reviews*”, 192 (2019) 138 - 193
- [19] - L. A. PARRA-AVILA, L. BARATOUX, A. EGLINGERD, M. L. FIORENTINIA, S. BLOCK, “*Precambrian Research*”, 332 (2019) 1 - 20
- [20] - P. BOS, “Rapport Inédit Bureau de Recherches Géologiques et Minière, Archives Direction Générale des Mines, Ouagadougou”, (1967) 1 - 288
- [21] - R. VYAIN, “Notice explicative de la carte géologique au 1/200 000 de Diapaga-Kirtachi. Edition Bureau de Recherches Géologique et minière, Archives Direction Générale des Mines, Ouagadougou”, (1967) 1 - 39
- [22] - G. HOTTIN, O. F. OUEDRAOGO, “Notice explicative de la carte géologique à 1/1000000 du Burkina Faso. Edition Bureau de Recherches Géologique et Minière, Archives Direction Générale des Mines, Ouagadougou”, (1975) 1 - 58
- [23] - D. THIÉBLEMONT, “Geological map of Africa at 1 : 10,000,000 scale. Commission for the Geological Map of the World”, (ed. 2016)

- [24] - G. PATERSON, WATSON LTD, "Interprétation du levé magnétique et du levé radiométrique de Rayons gamma. Région du Liptako-Gourma, Afrique occidentale, deux volumes. Rapport Agence Canadienne de Développement International", (1985), 1 carte
- [25] - S. NABA, "Structure et mode de mise en place de plutons granitiques emboîtés : exemple de l'alignement Tenkodogo-Yamba dans l'Est du Burkina Faso (Afrique de l'Ouest)". Thèse Doctorat, Université Cheick Anta Diop, Sénégal, (1999) 1 - 213
- [26] - D. HUOT, V. SATTRAN, P. ZIDA, "*Economic Geology*", 82 (1987) 2033 - 2044
- [27] - D. BEZIAT, F. BOURGES, P. DEBAT, M. LOMPO, F. MARTIN, F. TOLLON, "*Precambrian research*", 101 (2000) 25 - 47
- [28] - J. AUGUSTIN, D. GABOURY, "*Journal of African Earth Sciences*", 129 (2017) 17 - 30
- [29] - Gourma project. BOSS GOLD, (2013), <http://www.bossresources.com> au (20 Mars 2013)
- [30] - D. L. WHITNEY, B. W. EVANS, "*American Mineralogist*", 95 (2010) 185 - 187
- [31] - M. LOMPO, "*Journal of African Earth Sciences*", 58 (2010) 19 - 36
- [32] - C. BOUGMA, W. B. G. NAGALO, H. ZONGO, F. KIEMDE, N. KAGAMBÈGA, A. S. TRAORE, M. LOMPO, "*Journal des sciences*", (2017) 1 - 11
- [33] - A. S. TRAORE, S. NABA, M. LOMPO, D. P. DIALLO, N. KAGAMBÈGA, "Annales de l'Université de Ouagadougou - Série C", 004 (2006) 103 - 125
- [34] - H. ILBOUDO, U. WENMENGA, "*Bulletin de l'institut scientifique*", 31 (2009) 9 - 20
- [35] - R. J. GOLDFARB, A. ANDRÉ-MAYER, S. M. JOWITT, G. M. MUDD, West Africa : The World's Premier Paleoproterozoic Gold Province. *Economic Geology*, 112 (2017) 123 - 143
- [36] - Q. MASUREL, A. EGLINGER, N. THEBAUD, A. ALLIBONE, A. ANDRE-MAYER, H. MCFARLANE, J. MILLER, M. JESSELL, L. AILLERES, O. VANDERHAEGHE, S. SALVI, L. BARATOUX, S. PERROUTY, G. BEGG, D. FOUGEROUSE, P. HAYMAN, O. WANE, A. TSHIBUBUDZE, L. PARRA-AVILA, A. KOUAMELAN, P. O. AMPONSAH, "*Mineralium Deposita*", (2021) 1 - 25
- [37] - M. LOMPO, "Le Paléoprotérozoïque (Birimien) du Burkina Faso Afrique de l'Ouest. Évolution crustale et concentrations aurifères". Mém, H.D.R. Univ. Paul Sabatier, Toulouse III, (2001) 1 - 135