

La minéralisation aurifère de Napélépéra, SW Burkina Faso, Afrique de l'Ouest : mise en place dans une zone de cisaillement tardi-orogénique Éburnéenne

Théophile OUEDRAOGO*, Sâga SAWADOGO, Boukaré KIÉMA et Séta NABA

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

(Reçu le 1^{er} Septembre 2021 ; Accepté le 11 Janvier 2022)

* Correspondance, courriel : theo_oued@yahoo.com

Résumé

Depuis des décennies, l'exploration minière d'or s'est focalisée sur les ceintures de roches vertes birimiennes dont les gisements associés sont de nos jours mieux caractérisés. L'or dans les granitoïdes est une découverte récente et les paramètres qui le caractérisent restent peu connus. Le but de cette étude est de caractériser l'encaissant granodioritique et la nature du minerai, décrire et analyser les éléments structuraux afin de déterminer les facteurs de contrôle de la minéralisation. La méthodologie utilisée consiste en une revue documentaire associée à une synthèse des données cartographiques, ce qui a permis de caractériser la géologie de la zone d'étude et la sélection des sondages de carottes pour la description lithostructurale et l'analyse au laboratoire. Les résultats obtenus montrent que le minerai de Napélépéra est constitué de veines de quartz cisillées et de veinules de quartz-carbonates-sulfures. Cette minéralisation est encaissée dans une granodiorite à altération hydrothermale de séricite-carbonate-chlorite. Les phases de déformation sont marquées par (i) la foliation, (ii) les veinules de quartz-carbonate en échelon ou microplissées, (iii) les veines de cisaillement et les veinules de quartz de recristallisation-carbonates-sulfures, (iv) les veines de silicification envahissante et (v) les veines d'extension. Ces différentes structures montrent que la mise en place du gisement de Napélépéra est de type filonien par dilatation de son encaissant granodioritique dans un régime transpressif.

Mots-clés : *minéralisation aurifère, zone de cisaillement, Napélépéra, Burkina Faso.*

Abstract

Napélépéra gold mineralisation; SW Burkina Faso, West Africa : emplacement in Eburnean late Orogenic shear zone

For decades, gold exploration has focused on birimian greenstone belts whose associated deposits are now better characterised. Gold in granitoids is a recent discovery and the parameters that characterise them remain poorly known. The aim of this study is to characterise the hosted granodioritic and the nature of the ore, describe and analyse the structural elements in order to determine the factors that controlling mineralisation. The methodology used consists of a literature review associated with a synthesis of cartographic data which allowed the characterisation of the geology of the study area and the selection of

rock core for lithostructural description and laboratory analysis. The results obtained show that the Napélépéra ore consists of sheared quartz veins and quartz-carbonate-sulphide veinlets. This mineralisation is hosted in a granodiorite with hydrothermal alteration of sericite-carbonate-chlorite. The deformation phases are marked by (i) foliation, (ii) echeloned or micro-folded quartz-carbonate veinlets, (iii) shear veins and recrystallisation quartz-carbonate-sulphide veinlets, (iv) invasive silicification veins and (v) extensional veins. These different structures show that the Napélépéra deposit was emplaced in a vein-like fashion by dilation of its granodioritic host rock in a transpressive regime.

Keywords : *gold mineralization, Shear zone, Napélépéra, Burkina Faso.*

1. Introduction

Le contexte géologique du Sud-Ouest du Burkina Faso fait partie intégrante du domaine Baoulé Mossi, composé principalement de ceintures de roches vertes et de granitoïdes. Les roches vertes sont des formations volcanosédimentaires affectées par le métamorphisme du faciès schistes verts. La composante volcanique est formée majoritairement de basaltes et d'andésites, tandis la composante sédimentaire est constituée de sédiments détritiques et de carbonates [1, 2]. Les âges radiométriques obtenus sur les volcanites sont compris entre 2,4 Ga et 2,2 Ga [3]. Ces volcanites se seraient mis en place par accréation d'arcs insulaires [4]. Les sédiments sont contemporains des îles volcaniques ou déposés tardivement dans les bassins intracontinentaux [5, 6]. La majeure partie des granitoïdes se sont mis en place durant toute la période d'activités de l'orogénèse éburnéenne. Il en résulte une gamme variée de granitoïdes selon leur géométrie, leur taille et leur composition géochimique [7]. La déformation est marquée par de grands couloirs de cisaillement à jeu senestre dont une majorité à orientation subméridienne. Les minéralisations du domaine Baoulé Mossi sont associées aux ceintures de roches vertes et leur potentiel aurifère est avéré [8]. Les facteurs de contrôle de ces minéralisations aurifères associées aux roches vertes incluent pour l'essentiel les structures de déformation et les lithologies. Selon la nature des formations encaissantes et des critères morphologiques, structuraux et paragénetiques, se distinguent : (1) les gisements associés aux sédiments gréso-pélimitiques, (2) les gisements à sulfures disséminés dans les tholéiites, (3) les gisements conglomératiques encaissés dans les sédiments Tarkwaiens, (4) les gisements mésothermaux tardi-orogéniques et (5) les gisements à filons de quartz [9 - 11].

Sur le plan métallogénique, l'immense majorité des mines et indices miniers sont localisés sur les ceintures de roches vertes [12] soit sur les couloirs de cisaillement (contrôle purement structural), soit à l'intérieur des roches vertes (contrôle lithologique dominant), soit encore parfois regroupés autour des plutons granitiques [13] ou soit enfin exceptionnellement au sein des plutons [14]. Des travaux plus récents ont mis en évidence l'existence de ce dernier type de minéralisations aurifères en lien avec les granitoïdes [15, 16]. Il est observé au contact entre les plutons de granitoïdes et les volcano-sédiments [13] ou au sein des plutons granitiques [17, 18]. La compréhension de ces minéralisations associées aux granitoïdes reste une interrogation dans le domaine de la recherche dans le contexte ouest africain. Ainsi, des interrogations sur le contexte géodynamique de mise en place et la recherche des caractéristiques structurales et minérales de ces granitoïdes porteurs de minéralisations restent une nécessité. La minéralisation aurifère découverte au sein de la granodiorite de Napélépéra classe le gisement dans de ce dernier type qui reste très peu étudié dans le contexte du Burkina Faso. L'objectif visé dans ce travail est de caractériser les traits pétrographiques de la granodiorite de Napélépéra, cerner la nature du minerai et les aspects structuraux du gisement afin de déterminer les facteurs de contrôle de la minéralisation.

2. Méthodologie

La méthodologie adoptée pour atteindre l'objectif visé par l'étude se structure autour de trois axes. Il s'agit de la synthèse documentaire sur la géologie de la zone d'étude, suivie de la description lithostructurale et métallogénique des carottes de roches obtenues sur la zone de Napélépéra et enfin des études microscopiques au laboratoire. Les données lithologiques ont été obtenues à partir des sondages carottés. Elles ont été ensuite combinées aux données cartographiques réalisées lors des travaux de recherches géologiques et minières ; ce qui a permis d'obtenir une carte géologique de la zone et de définir la nature de l'encaissant. Il a été ensuite procédé au prélèvement d'échantillons sur quatorze sondages carottés repartis le long de la minéralisation pour une bonne représentativité de l'espace d'étude. Les échantillons prélevés ont servi à la description pétrographique. Pour ce qui concerne les mesures structurales, un total de 761 mesures ont été effectuées sur des carottes orientées. Les structures mesurées sont les veines de quartz, les joints, les foliations et des plans de cisaillements. Les données ont été traitées et analysées au logiciel « Dips ». Aux données de mesures sur carottes de roches s'ajoutent les données d'orientation des structures majeures et de contacts lithologiques obtenues par l'interprétation des images de géophysique. Les données des sections de sondages au diamant et des forages en circulation inverse ont servi pour la modélisation en se servant des logiciels « Gemcom surpac » et « Leapfrog ». Elles ont permis de comprendre la géométrie du gisement et de proposer un modèle structural de son évolution dans son encaissant granodioritique.

3. Résultats

3-1. Géologie du gisement de Napelepera

Le gisement de Napélépéra est dans les formations d'âge Paléoprotérozoïque (formations Birimiennes) à la marge sud-ouest de la ceinture de roches vertes de Batié. Le contact NE du pluton de granodiorite qui encaisse la minéralisation est jalonné par une grande zone de cisaillement aurifère hébergeant plusieurs gîtes et gisements dont Konkéra, Tonior, Kouglaga, Amimbiri, Foubiri et Wadarado. Cette zone de cisaillement est une mégastructure longue de 110 km qui affecte des métavolcanites et des métasédiments régulièrement recoupés par des dykes de dolérites porphyriques. Le pluton de granodiorite, encaissant de la minéralisation de Napélépéra, est de forme elliptique avec un long axe orienté NW-SE sur 24 km et un petit axe d'environ 10 km (*Figure 1*). Il est lui-même intrusif dans la zone de contact entre les granitoïdes de type TTG et l'ensemble gabbro-basaltique de la ceinture de Batié attenante [19]. L'évolution structurale de la ceinture de Batié est séquencée en cinq phases de déformation, corrélables aux récentes études géologiques menées sur d'autres ceintures similaires du birimien [20 - 22] : (i) une phase de raccourcissement N-S (D1) synchrone d'un métamorphisme régional dans le faciès des schistes verts, (ii) une phase d'extension (D2) ayant permis la formation de bassins sédimentaires avec des dépôts discordants sur le socle volcano-plutonique, (iii) les phases de déformation D3 et D4 transpressives le long des grandes zones de cisaillement à jeu dextre puis senestre et (iv) un raccourcissement D5 N-S marqué par la schistosité de crénulation dans les roches vertes et les fractures au sein des granitoïdes.

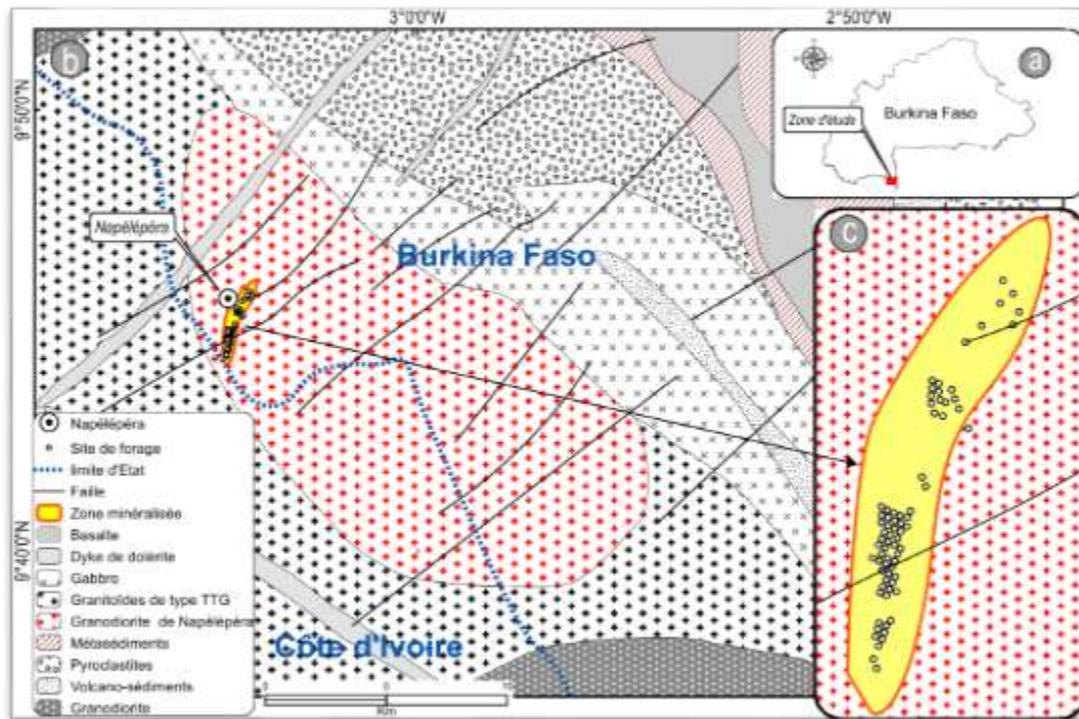


Figure 1 : Localisation et contexte géologique de la zone d'étude (Modifiée d'après [19]). a) Localisation de la zone d'étude sur la carte du Burkina Faso ; b) Géologie locale ; c) zone minéralisée dans la granodiorite

3-2. Nature de la formation encaissante

La minéralisation est encaissée dans un pluton circonscrit de granodiorite (**Figure 2**) légèrement foliée en générale. Dans les premiers mètres de profondeur, la granodiorite est affectée par une altération météorique. L'altération météorique est caractérisée par la présence de limonite dominante et de l'hématite de très faible intensité. Dans les horizons modérément à complètement altérés s'observe la kaolinite en trace. La roche ainsi altérée est de couleur blanche sale à orange. En zone profonde, la granodiorite fraîche est constituée à l'échelle de l'échantillon de minéraux à un grain moyen à grossier et une couleur grise (**Figure 2a**) qui tend vers le rose (**Figure 2b et 2c**) en fonction de l'intensité de l'altération hydrothermale. Les carbonates et la séricite se côtoient. L'épidote bien que présente de façon disparate dans la granodiorite est légèrement accentuée par la présence de veinules et veines de quartz et d'aprites. La granodiorite est par ailleurs recoupée par des dykes de dolérites ainsi que des filons de quartz, de pegmatite et d'aprite de taille variable allant de quelques centimètres à décamétriques. Au microscope, la granodiorite non altérée présente quelques amphiboles et une abondante quantité de biotite (**Figure 2d**). Dans les zones altérées, le plagioclase est partiellement à complètement damouritisé (**Figure 2e et 2f**). Le quartz est craquelé, la biotite et l'amphibole s'altèrent en chlorite.

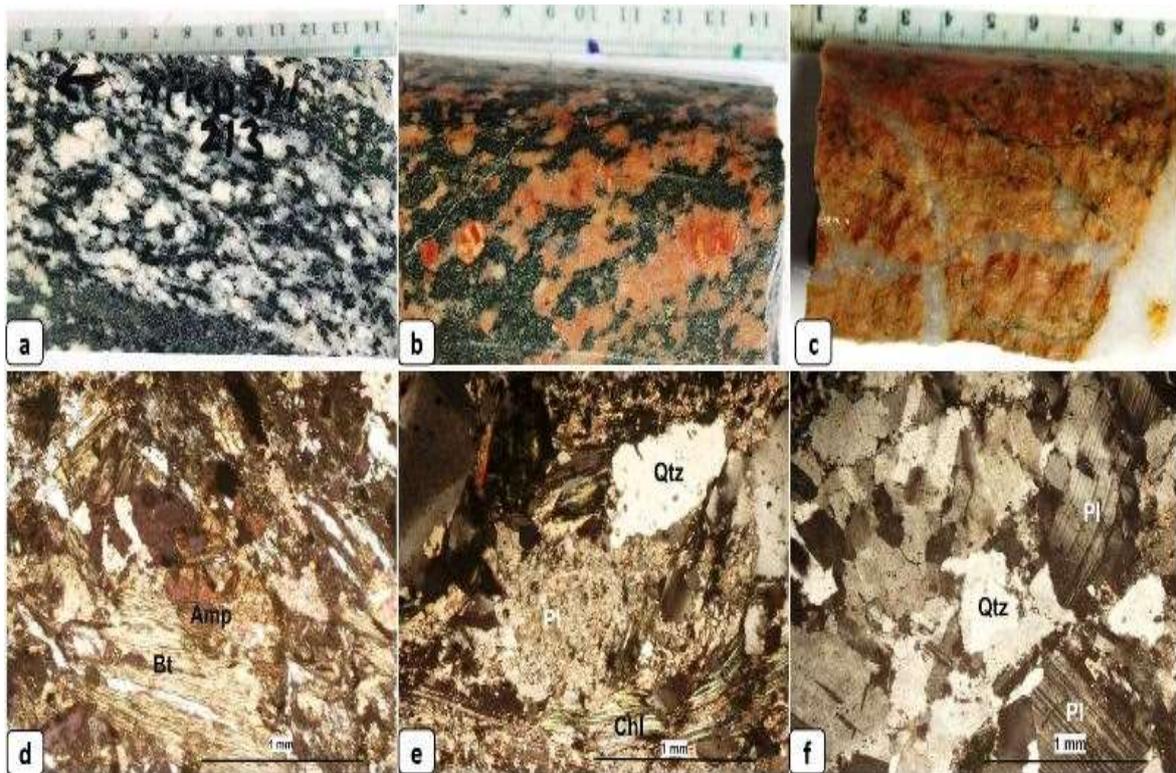


Figure 2 : *Granodiorite encaissante de la minéralisation (a), (b) et (c) sont des images macroscopiques de la granodiorite saine, moyennement altérée et fortement altérée respectivement. (d), (e) et (f) sont des microphotographies montrant les différents minéraux et leurs éventuelles déstabilisations. Qtz : quartz, Amp : Amphibole, Pl : Plagioclase, Bt : Biotite, Chl : Chlorite*

3-3. Nature du minerai de Napélépéra

Dans la granodiorite de Napélépéra deux types de structures sont porteuses de l'or : (i) des veinules de quartz-carbonate renfermant des sulfures et l'or (**Figure 3**) et (ii) des veines de quartz d'aspect grisâtre craquelés probablement lors du cisaillement et les craquelures ouvertes remplies d'or et de sulfures (**Figure 4**). Dans tous les deux cas, il s'agit des zones de dilatation qui ont canalisé les fluides hydrothermaux véhiculant l'or et les sulfures. Les minéraux caractéristiques de cette altération hydrothermale sont les carbonates, la séricite, la chlorite, et rarement de l'épidote. Le principal sulfure est la pyrite associée rarement à de l'arsénopyrite. La pyrite est en voie d'oxydation à certains endroits.

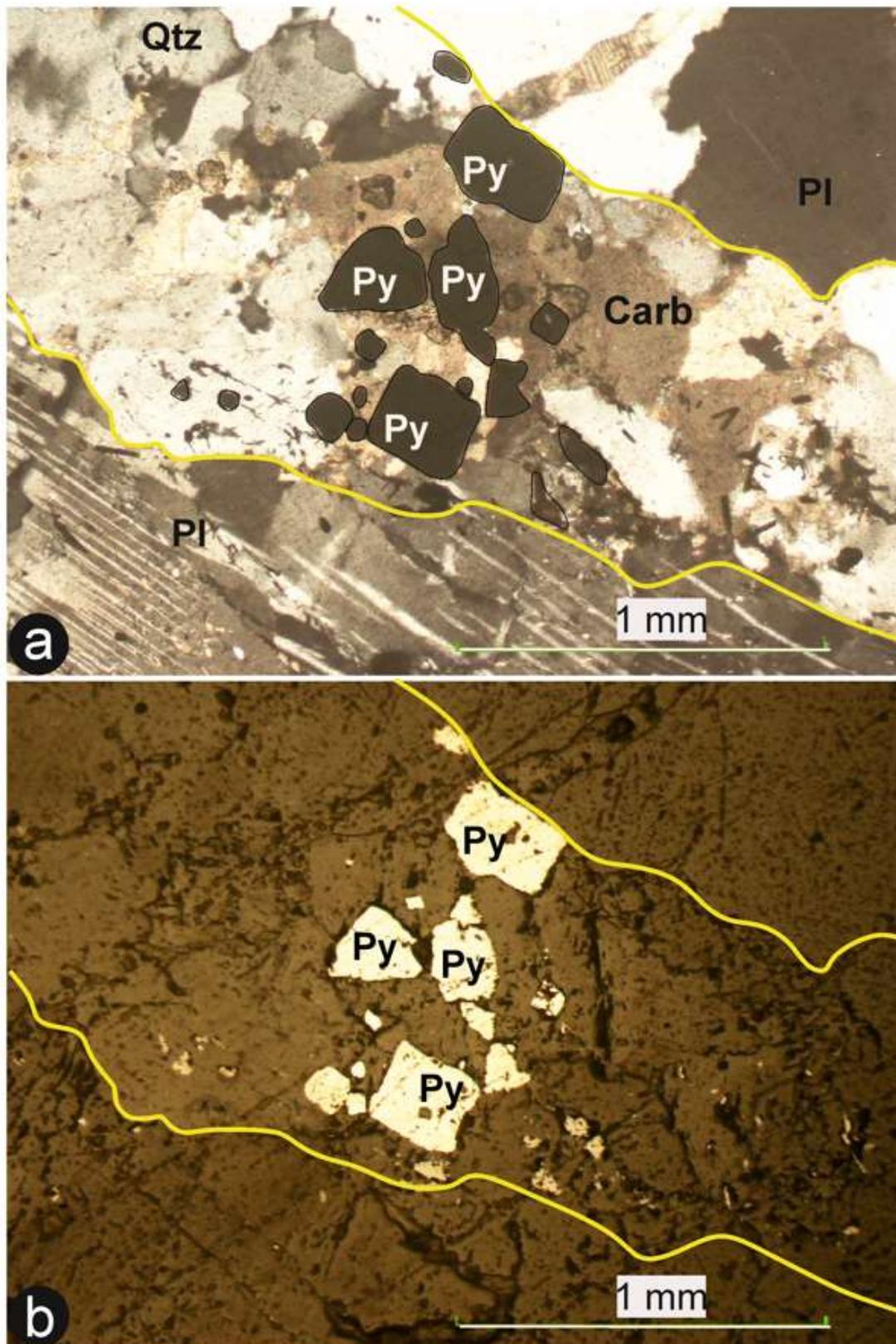


Figure 3 : *Microphotographie des veinules à quartz-sulfures-carbonates dans une matrice granodioritique (a) : Les traits jaunes marques les épontes de la veinule micrométrique (lumière polarisée) (b) : Pyrites déformées et pyrites automorphes (lumière réfléchie). Qtz : Quartz ; Carb : Carbonates ; Pl : Plagioclase ; Py : Pyrite*

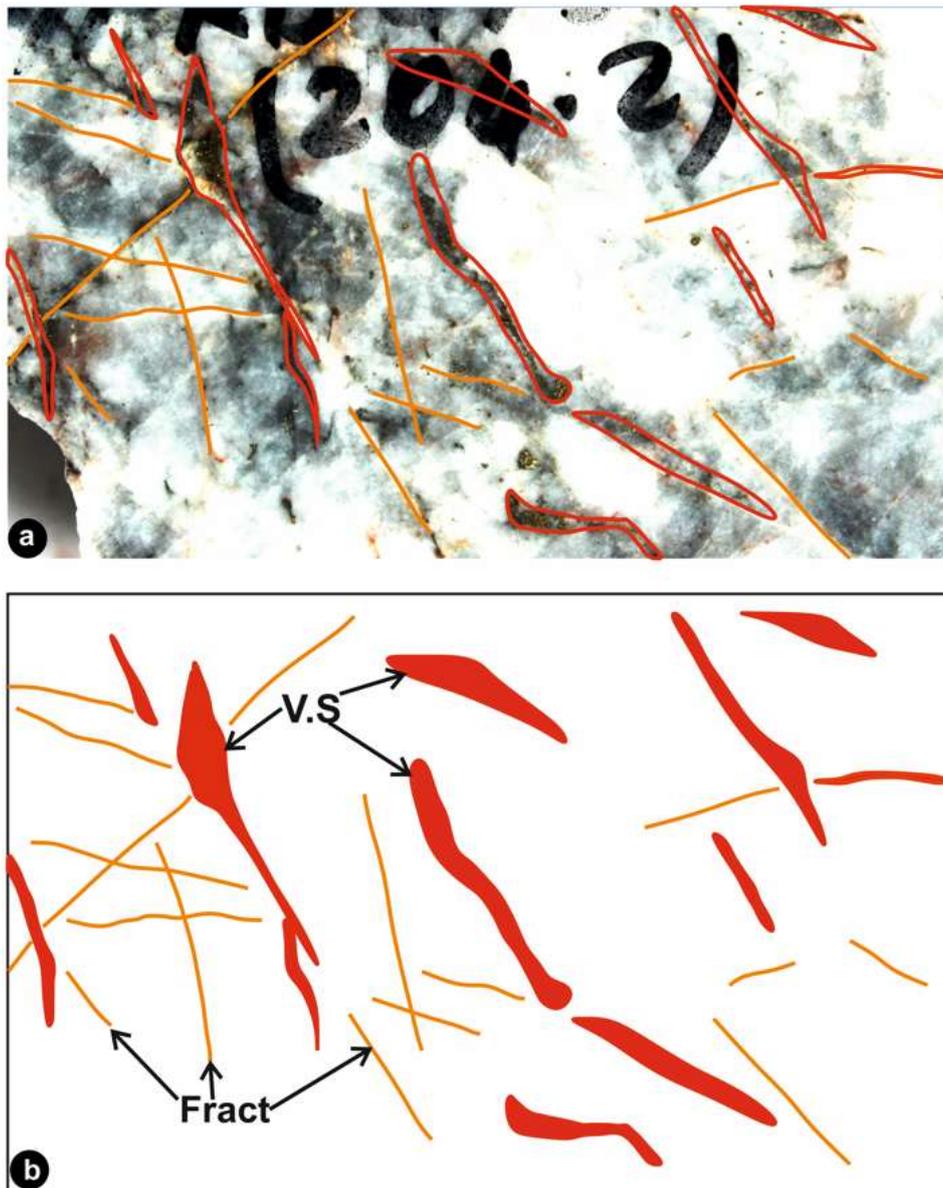


Figure 4 : Veine de quartz d'aspect grisâtre craquelée (a) : Microstructures d'extension dans le quartz remplies de sulfures (contours en rouge). Des simples fractures sans remplissage (traits oranges) sont également observés ; (b) : Vue schématique de la **Photo 1**. Statistiquement les microstructures d'extension sont subparallèles et c'est la preuve qu'elles sont contrôlées par le cisaillement. V.S : Veinules de sulfures ; Fract : Fractures non minéralisées

3-4. Évolution structurale

La zone de Gaoua-Batié comme toutes les ceintures de roches vertes a connue plusieurs épisodes de déformations. Ces déformations marquées par plusieurs structures (**Figure 5**) vont des phases de raccourcissement, d'extension et de déformations transcurrentes. La première phase de déformation (D1) décrite par [21] est caractérisée par un raccourcissement N-S marqué par des structures E-W observées à l'affleurement. Les structures caractéristiques de cette phase n'ont pas été observées dans notre zone d'étude. La deuxième phase (D2) correspond aux structures N-S à localement NE-SW à NW-SE observées sur l'ensemble des ceintures de Boromo et de Houndé [1, 4, 23]. Elle est consécutive à la mise en place des granitoïdes de type TTG. La troisième phase de déformation (D3) est subséquente à la mise en place des

plutons circonscrits telle que la granodiorite décrite dans la présente étude. Elle est à l'origine de déformation cassante à ductile-cassante avec formation de fractures de différents types dans son encaissant. Cette phase est également à l'origine de la remobilisation de minéralisations économiques au sein des ceintures de roches vertes et aux pourtours des granitoïdes. La quatrième phase de déformation (D4) est caractérisée par un raccourcissement NNW-SSE à l'origine de la réactivation des structures N-S à NNE-SSW sous un régime transpressif senestre. Cette déformation s'observe à l'échelle des granitoïdes circonscrits [20]. Elle est à l'origine des veines minéralisées de la granodiorite de Napélépéra et des fractures qui leur sont subparallèles. Les veines (**Figure 5e**) de quartz minéralisées à Napélépéra, se sont mises en place dans un contexte cassant à ductile-cassant. Le caractère ductile est ici mis en évidence par la déformation ductile du quartz qui recristallise en sous grains. La minéralisation est associée au couloir de cisaillement NNE-SSW montrant le caractère de contrôle structural de la minéralisation. Les structures les plus tardives (D5) correspondent à une schistosité de crénulation E-W [20] et sont assimilées à la déformation D4 décrite dans la région de Gaoua [21]. Cette phase est par ailleurs responsable des fractures (**Figure 5b**) de dernière génération observable dans le pluton de granodiorite de Napélépéra.

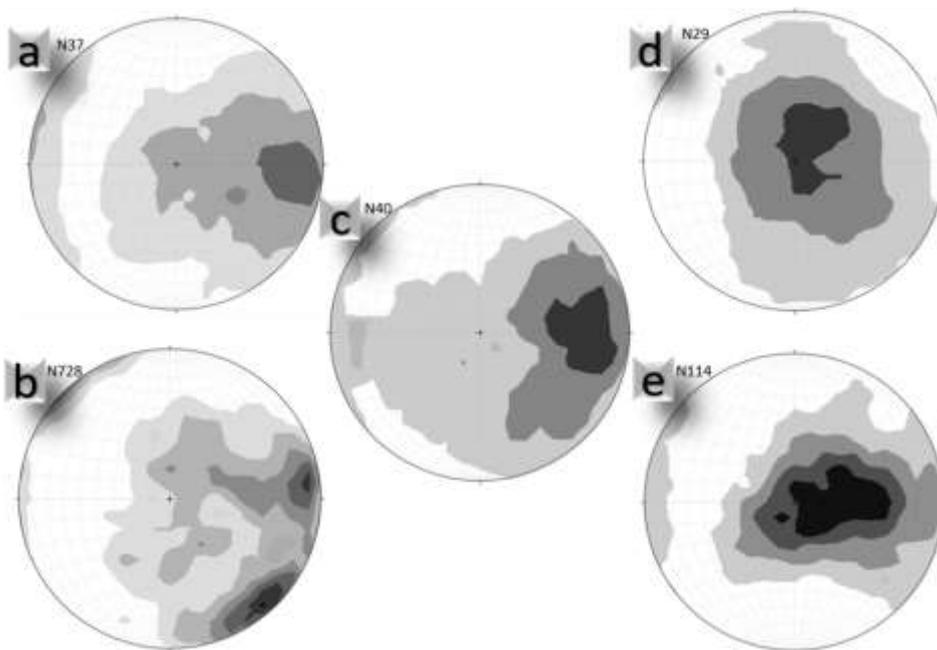


Figure 5 : *Diagramme d'orientation (Schmidt, hémisphère inférieure) des structures de Napélépéra (a) : deux couloirs de cisaillement NNW et NNE ; (b) : fractures de la déformation D5 ; (c) : intense déformation NNW avec rubanement minérale dans la granodiorite ; (d) : Failles de déformation D5 et de réactivation du couloir NNE-SSW ; (e) : veines de quartz N-S et NNE-SSW*

3-5. Principales phases de déformation

- Les veines de cisaillement : elles sont constituées de veines de quartz à aspect grisâtre. Elles sont parcourues de multiples fractures. La pyrite est piégée dans les fractures et aussi entassée en amas dans les zones de basses pressions marquées par les intersections des fractures et des ouvertures issues du frottement des aspérités des fractures ;
- Les veinules de quartz de recristallisation-carbonates - sulfures : ces microveinules s'observent dans la zone proximale de la minéralisation. Elles font partie intégrante du gisement de Napélépéra.

- Les veines de silicification envahissante (**Figure 6a**) : Cette silicification envahissante a pour effet de bréchifier la granodiorite (brèche hydrothermale). Dans ces conditions le quartz blanc laiteux à translucide constitue le liant des fragments de la granodiorite. Les minéraux constitutifs de la granodiorite tels que les plagioclases s'altèrent en épidote et la biotite en chlorite. La bréchification hydraulique est confirmée par le fait que les fragments de la granodiorite sont sans orientation préférentielle ;
- Les veines d'extension (**Figure 6b**) : Ce sont des veines de quartz qui présentent un contact net avec leur encaissant. Elles sont de couleur blanc laiteux et sans minéralisation. Ces types de veines diffèrent des autres types par leur caractère massif. Elles sont pour la plupart subparallèles et sécantes à l'orientation de la foliation et des veines de cisaillement. Elles présentent quelques rares fractures mineures ;
- Les veinules de quartz-carbonate en échelons ou microplissées (**Figure 6c**) : ces veinules sont constituées de plagioclases, d'orthose et de quartz. Elles sont parallèles à la foliation. Elles se sont mises en place dans un contexte rhéologique ductile à ductile-cassant. Ces veines sont d'épaisseur inférieure au centimètre. Elles ont subi l'altération hydrothermale avec la damouritisation des plagioclases ;
- Les couloirs de cisaillement (**Figure 6d**) : ils sont marqués par une déformation complète de la roche caractérisée par un rubanement des minéraux sombres qui s'enroulent autour des minéraux felsiques formant ainsi des sigmoïdes. Les sigmoïdes sont de tailles variables. Ils sont laminés à diffus partant du cœur au périphérie du couloir ;
- La foliation : c'est l'une des déformations ductiles majeures observées sur la granodiorite. Elle est orientée NNW-SSE à pendage moyen variant entre 30° et 50°W. Cette description bien qu'elle soit faite à l'échelle locale pourrait se corrélérer à la foliation régionale N-S à NE-SW observée dans tout le pays [21, 24]. Les minéraux blancs se sont réorganisés avec un léger étirement entre les bandes de minéraux ferromagnésiens. Outre les minéraux, la direction de la foliation est également marquée par les enclaves des encaissants dans la granodiorite. Cette déformation est antérieure à la déformation ductile à ductile-cassante et à l'altération hydrothermale subie par la granodiorite.

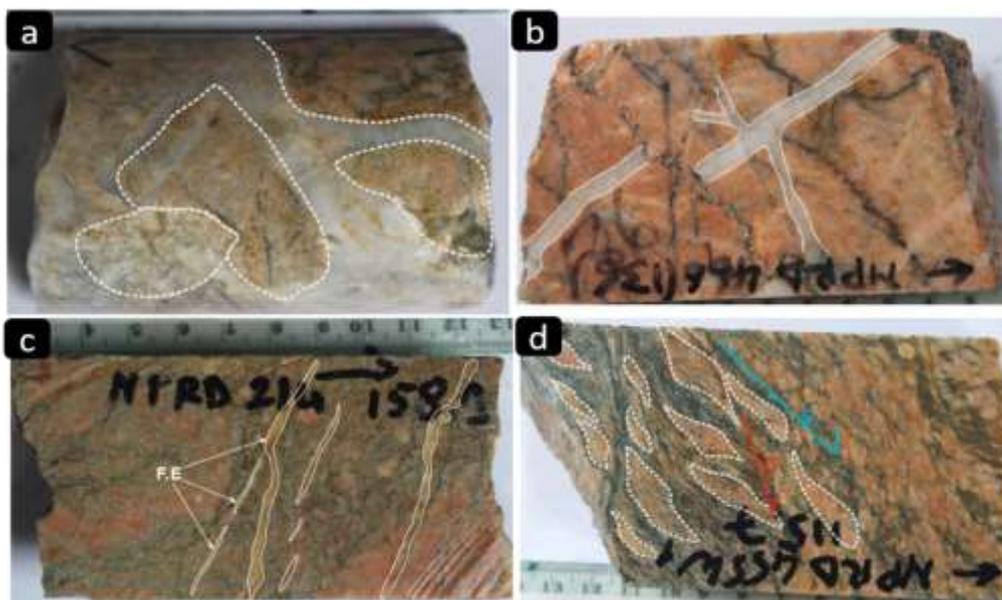


Figure 6 : Différentes marques de la circulation hydrothermale (a) : brèches d'hydrothermalisme-déformation ductile cassante ; (b) : veines de quartz et fractures remplies d'oxydes ; (c) : veinules de quartz en échelon ; (d) : sigmoïdes de couloirs de cisaillement

4. Discussion

4-1. Lithologie et nature du minerai

L'analyse de la géologie de la zone d'étude permet de décrire la granodiorite de Napélépéra comme un intrusif au sein des granitoïdes de type TTG et bordant la ceinture de Batié. Sa forme elliptique et à la dimension réduit l'insère dans le groupe des granitoïdes circonscrits paléoprotérozoïques décrits dans la majeure partie du domaine Baoulé Mossi [7, 25]. La paragenèse d'altération hydrothermale constituée quartz-séricite-chlorite dominante est typique des associations minérales dans la majorité des gisements [26]. Le minerai est constitué de veinules de quartz-carbonates-sulfures distribuées dans la granodiorite et de veine de quartz-sulfures d'épaisseur variable qui constitue le principal corps minéralisé. Cette veine de quartz-sulfures est craquelée et a un aspect fumé montrant probablement la haute température de mise en place. Cette nature du minerai en contexte granitique est aussi typique à la minéralisation décrite dans la ceinture de Houndé [15 - 17, 27].

4-2. Contrôle structural

Les minéralisations associées aux roches vertes restructurées par les granitoïdes se sont produites durant les phases de déformation D2 et D3 [20]. Les minéralisations associées à la déformation D2 sont orientées N-S et localement NE-SW ou NW-SE. La minéralisation en lien avec la D3 s'est mise en place dans un régime transpressif ductile à cassant avec une paragenèse d'altération minérale carbonate-chlorite. Ce dernier type de minéralisation est décrit dans certaines localités comme la Zone 55 de la mine de Roxgold à Bagassi [27] où la minéralisation est localisée dans la zone de contact entre le granite et le metabasalte. Le gisement de Napélépéra à la différence des autres connus jusqu'à présent à proximité de notre zone d'étude a la particularité d'être mis en place exclusivement au sein de la granodiorite. La mise en place de la granodiorite de Napélépéra se situe entre les déformations D2 et D3. La foliation est mesurée NNW-SSE et se rapproche de la foliation régionale décrite dans cette partie de la ceinture [21]. La foliation est imprimée par le cisaillement (*Figure 6*) montrant que la déformation cisailante est postérieure. Ce cisaillement qui la sur-imprime est dans la même orientation (*Figure 5*). La mise en place du gisement de Napélépéra est postérieure à ceux associés aux déformations D2 et de D3. Elle suit le modèle de mise en place de type filonien et est associée à la déformation D4. Les phases de déformations ductiles-cassantes marquées sont les veines en échelon et la bréchification résultant du régime transpressif et corrélables à plusieurs structures décrites dans les ceintures de Houndé et de Boromo [6]. Ce régime de déformation crée des conditions favorables à la circulation des fluides et à la mise en place des gisements [28, 29].

4-3. Modèle de minéralisation

À l'issue des démonstrations précédentes, un récapitulatif des évènements géologiques qui ont présidé à la mise en place de la minéralisation aurifère est synthétisé et proposé. Dans l'ordre chronologique nous avons :

- ✓ Mise en place de la granodiorite circonscrite de forme elliptique et d'orientation NW-SE ;
- ✓ Déformation ductile-cassante (D3) en régime transpressif localisée dans des couloirs de cisaillement NNW à NNE. Ce régime transpressif occasionne les zones de forte et de basse pression et la mise en place de veine de quartz ;
- ✓ Déformation D4 responsable de failles conjuguées NNW à NE et de la réactivation des failles NNE. La réactivation de ces failles et le cisaillement de veines de quartz facilite la circulation des fluides minéralisés et précipitation des sulfures sous formes de veinules dans les veines de quartz cisailée ou sous forme de veinules micrométriques de sulfures et de quartz recristallisé dans la zone proximale de la veine de quartz cisailée ;
- ✓ Déformation cassante tardive caractérisée par des fractures observables dans la granodiorite ainsi que des crénulations dans les roches vertes. Cette déformation est caractérisée par une réactivation le long du couloir de cisaillement NE-SW marquée par les failles et les cassures dans les pyrites tardives automorphes.

5. Conclusion

La minéralisation de Napélépéra a été découverte dans un contexte granitique contrairement à la majorité des gisements du Burkina Faso qui se sont mis en place dans les ceintures de roches vertes. La présente étude a permis de (i) déterminer nature la roche encaissante de la minéralisation de Napélépéra ; (ii) caractériser son minerai et (iii) de discuter sur les facteurs de contrôle de la minéralisation. Le minerai comprend les microveinules quartz-carbonates-sulfures et les veines de quartz cisailées. La circulation des fluides minéralisateurs s'est produit dans un contexte de cisaillement ductile cassant caractérisé par le cisaillement des veines de quartz de première génération et précipitation des sulfures, la brèchification de l'encaissant et la mise en place des microveinules minéralisées. La dernière phase est marquée par déformation cassante caractérisée par des veines de quartz qui présentent un contact net avec leur encaissant. Ce travail contribue à la compréhension de la mise en place des gisements aurifères en contexte de granitoïdes, et élargie le champ d'exploration minière à des formations granitiques qui, jusqu' à une période récente, sont considérées comme des metallotectes négatifs dans le contexte birimien.

Remerciements

Ce travail est une contribution du Laboratoire de Géosciences et Environnement de l'Université Joseph KI-ZERBO. Ces travaux de recherche ont été rendus possibles grâce au concours de la société minière Centamin.

Références

- [1] - L. BARATOUX, V. METELKA, S. NABA, M. W. JESSELL, M. GREGOIRE et J. GANNE, "Precambrian Research", 191 (2011) 18 - 45
- [2] - A. LEUBE, W. HIRDES, R. MAUER, G. O. KESSE, "Precambrian Research", 46 (1990) 139 - 165
- [3] - J. LE METOUR, P. CHEVREMENT, M. DONZEAU, E. EGAL, D. THIEBLEMONT, M. TEGYEY, C. GUERROT, M. BILLA, Y. ITARD, C. CASTAING, G. DELPONT, J. C. KI et C. ZUNINO, "Notice explicative de la Carte géologique du Burkina Faso à 1/200 000; Feuille Houndé", (2003) 84 p.
- [4] - M. LOMPO, "Geological Society", 323(2009) 231 - 254
- [5] - D. BÉZIAT, F. BOURGES, P. DEBAT, M. LOMPO, F. MARTIN, F. A. TOLLON, "Precambrian Research", 101 (2000) 25 - 47
- [6] - M. LOMPO, "Journal of African Earth Sciences", 58 (2010) 19 - 36
- [7] - NABA SETA, "Propriétés magnétiques et caractères structuraux des granites du Burkina Faso oriental (Craton Ouest Africain, 2,2 - 2,0 Ga) : implications géodynamiques". Thèse université de Toulouse, (2007) 175 p.
- [8] - R. J. GOLDFARB, A. S. ANDRÉ-MAYER, S. M. JOWITT, G. M. MUDD, "Economic Geology", 112 (2017) 123 - 143
- [9] - J. P. MILESI, J. L. FEYBESSE, P. LEDRU, A. DOMMANGET, M. F. OUEDRAOGO, E. MARCOUX, A. PROST, C. VINCHON, J. P. SYLVAIN, V. JOHAN, M. TEGYEY, J. Y. CALVEZ et P. LAGNY, "Chronique Recherche Minière, Chronique de Recherche Minière", 497 (1989) 3 - 98
- [10] - J. P. MILESI, P. LEDRU, J. L. FEYBESSE, A. DOMMANGET et E. MARCOUX, "Precambrian Research", 58 (1992) 305 - 344
- [11] - J. P. PIGOIS, D. I. GROVES, I. R. FLETCHER, N. J. MCNAUGHTON, L. W. SNEE, "Mineralium Deposita", 38 (2003) 695 - 714
- [12] - D. BEZIAT, M. DUBOIS, P. DEBAT, S. NIKIEMA, S. SALVI, F. TOLLON, "Journal of African Earth Sciences", 50 (2008) 215 - 233

- [13] - S. SAWADOGO, S. NABA, H. ILBOUDO, A. S. TRAORÉ, S. NAKOLENDOUSSÉ, M. LOMPO, “*Journal of African Earth Sciences*”, 148 (2018) 59 - 68
- [14] - P. WANG, J. MAO, H. YE, W. JIAN, X. CHEN, Y. TIAN, S. HE, J. YAN, S. WU, L. WAN, “*Ore Geology Reviews*”, 124 (2020) 103636
- [15] - TERANGA GOLD CORPORATION “News release”, (2018) 1 - 13
- [16] - TERANGA GOLD CORPORATION “News release”, (2018) 1 - 9
- [17] - M. ABD EL MONSEF, M. SLOBODNÍK, I. A. SALEM, “*Journal of African Earth Sciences*”, 146 (2018) 132 - 149
- [18] - N. N. MABIKA, D. GABOURY, A. WAFIK, A. BOUSHABA, A. MOUKADIRI, E. A. AMAL, A SAQUAQUE, G. MOHAMED, B. MAAMAR, L. MAACHA, “*Journal of African Earth Sciences*”, 168 (2020) 103843
- [19] - H&S CONSULTANTS PTY LTD “*NI 43-101 Technical Report Mineral Resource Estimates of the Doropo Project Cote d’Ivoire*”, (2019) 97 p.
- [20] - J. AUGUSTIN, D. GABOURY, M. CREVIER, “*Ore Geology Reviews*”, (2017) 1 - 32
- [21] - 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
- [22] - D. CHARDON, O. BAMBA, K. TRAORE, “*BSGF-Earth Sciences Bulletin*”, 191 (2) (2020) 1 - 18
- [23] - K. A. A. HEIN, V. MOREL, O. KAGONÉ, F. KIEMDE, K. MAYES, “*Journal of African Earth Sciences*”, 39 (2004) 1 - 23
- [24] - 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
- [25] - SAWADOGO SAGA, “Les plutons granitiques de la ceinture de djibo au nord du burkina faso (afrique de l’ouest) : mécanisme de mise en place et implications dans l’évolution géodynamique de la ceinture”. Thèse université Université Joseph KI-ZERBO, (2017) 304 p.
- [26] - P. OUIYA, L. SIEBENALLER, S. SALVI, D. BÉZIAT, S. NABA, L. BARATOUX, A. NARÉ, G. FRANCESCHI, “*Ore Geology Reviews*”, 78 (2016) 623 - 630
- [27] - K. A. A. HEIN, “*Ore Geology Reviews*”, 78 (2016) 660 - 666
- [28] - P. E. SALAMBERE, H. ILBOUDO, A. S. TRAORE, M LOMPO, “*Afrique Science*”, 19(3) (2021) 105 - 118
- [29] - Y. D. TRAORÉ, L. SIEBENALLER, S. SALVI, D. BÉZIAT, M. L. BOUARÉ, “*Ore Geology Reviews*”, 78 (2016) 586 - 598