

LE GITE AURIFERE DE DJARKADOUGOU DANS LA CEINTURE DE ROCHES VERTES DE HOUNDE (BURKINA FASO - AFRIQUE DE L'OUEST) : CONTEXTE LITHOLOGIQUE ET STRUCTURAL

THE DJARKADOUGOU GOLD DEPOSIT IN THE HOUNDE GREENSTONE BELT (BURKINA FASO - WEST AFRICA): LITHOLOGICAL AND STRUCTURAL CONTEXT

K. ADA¹, S. E. Gampini¹, S. Naba¹, P. Marquis², M. Lompo¹, U. Wenmenga¹, S. A. Traoré¹, H. Ilboudo¹

Résumé

Le gîte aurifère de Djarkadougou situé au Sud-Ouest du Burkina Faso dans la ceinture de roches vertes de Houndé, présente (i) des roches d'origine volcanique composées de basaltes, andésites et rhyolites ; (ii) des roches d'origine sédimentaire comprenant des grès conglomératiques et des phyllades tarkwaïennes ; (iii) des roches intrusives constituées de massifs individualisés (granite de Bondigui et granodiorite de Mougué) puis de corps filoniens de composition doléritique, gabbroïque et dioritique. Ces roches ont subi de manière hétérogène, des déformations ductiles à fragiles et une altération hydrothermale à carbonates+séricite+quartz+sulfures localisée dans des couloirs de déformation. Les anomalies aurifères se situent à l'intersection de deux corridors de déformation semi-ductile à fragile, de directions moyennes respectives NE-SW et NW-SE créant des zones dilatantes sur une direction N-S favorable à la circulation de fluides hydrothermaux parfois minéralisateurs en sulfure-Au. La source de ces fluides pourrait être rattachée à la venue intrusive du dyke de diorite quartzique porphyroïde dont la disposition est parallèle à celle du corps minéralisé.

Mots clés : Paléoprotérozoïque, Lithologie, Structures, Altération hydrothermale, Gîte Aurifère, Burkina Faso, Afrique de l'Ouest

Abstract

The Djarkadougou gold deposit situated in the southwest of Burkina Faso (West Africa) consists of (i) volcanic rocks represented by basalts, andesites and rhyolites (ii) sedimentary rocks comprising tarkwaïan conglomeratic sandstones and phyllades (iii) plutonic rocks composed of individualized granitic stocks (Bondigui granite and Mougué granodiorite) and late intrusive dykes with doleritic, gabbroic or dioritic composition. These rocks were heterogeneously affected by ductile to brittle deformation and hydrothermal alteration localized in shear bands. The ore body of the deposit is located in the cross of two corridors of deformation trending respectively NE-SW and NW-SE and creating gashes zones on N-S trend. These zones seem to facilitate hydrothermal fluids' flow with sulfide-Au mineralizations. The position of the porphyritic quartz diorite dyke parallel to ore body, suggests that there is relationships between intrusive dykes and fluid flows.

Keywords: Paleoproterozoic, Lithology, Structures, Hydrothermal alteration, Gold deposit, Burkina Faso, West Africa

¹ Département de Géologie, Université de Ouagadougou, 09 BP 848 Ouagadougou 09, Burkina Faso

Correspondant : *E-mail : adanathanal@yahoo.fr.

² OREZONE Ressources.

1. Introduction

L'environnement géologique du Burkina Faso présente les caractéristiques classiques des terrains paléoprotérozoïques / birimiens de l'Afrique de l'Ouest (**Fig. 1A**) structurés en ceintures de roches vertes modelées par plusieurs générations de granitoïdes (Castaing et al., 2003). Les événements magmatiques échelonnant la période de 2.25 à 2 Ga (Abouchami et al., 1991 ; Boher et al., 1992 ; Castaing et al., 2003 ; Lompo, 2009) sont marqués par un volcanisme tholéïtique et calco-alcalin qui se manifeste par l'émission d'épaisses piles

basaltiques associé aux sédiments marins, et par la mise en place d'importantes masses granitiques. A l'échelle de la ceinture de roches vertes de Houndé (CRV-H) (**Fig. 1A**), la lithologie décrite (Sagatsky, 1937 ; Bossière et al., 1994 ; Bonkougou, 1994 ; Le Metour et al., 2003) comprend un ensemble volcanique et volcano-sédimentaire surmonté par des sédiments grés-conglomératiques attribués au tarkwaïen. L'ensemble est recoupé par des intrusions tardives de dolérites de gabbros et de diorites.

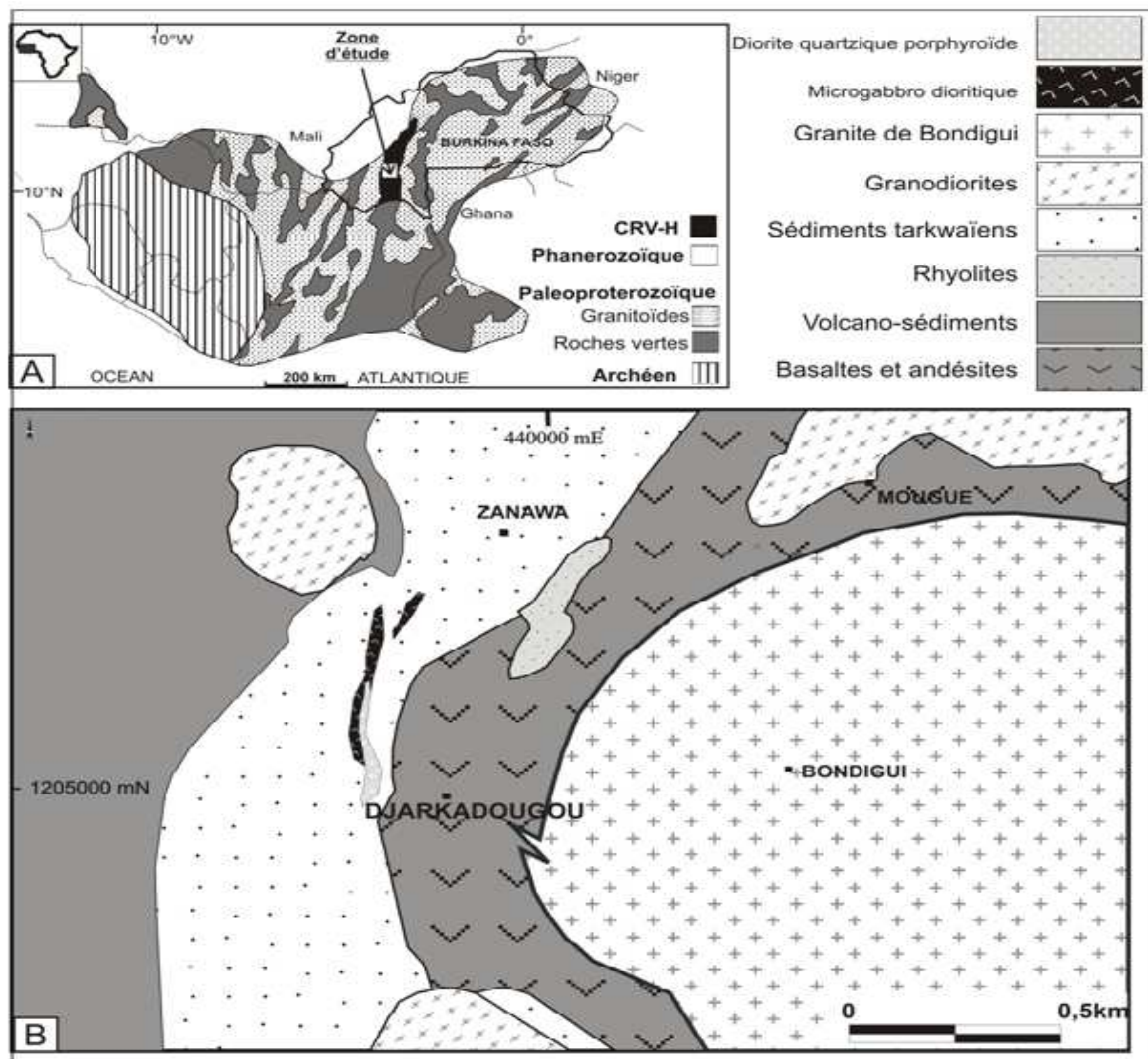


Figure 1 : (A) Situation de la zone d'étude sur la carte géologique de la dorsale de Léo modifiée d'après Milésie et al. (1992). CRV-H : ceinture de roche vertes de Houndé. (B) Schéma géologique du Gîte aurifère de Djarkadougou. Formations volcaniques et volcano-sédimentaires disposées parallèlement et recoupées par des plutons granitiques (granite de Bondigui et granodiorite de Mougué) et des corps intrusifs tardifs à caractère de diorite quartzique porphyroïde (dimension des corps non respectée).

Au Burkina Faso, la recherche de l'or privilégie d'abord les ceintures de roches vertes puis de manière classique, les couloirs de cisaillement depuis la typologie définie par Milési et al. (1989, 1992). D'après cette typologie, la quasi-totalité des gîtes du Burkina Faso sont de type V, c'est-à-dire à filons de quartz associés aux zones de cisaillement, comme cela avait déjà été décrit par Huot et al. (1987). Au Ghana, les sédiments tarkwaïens sont reconnus pour leur forte potentialité en or. Dans la ceinture de Houndé (Bonkougou, 1994), ces formations ne semblent pas présenter les mêmes potentialités bien qu'elles constituent des cibles de prospection minière.

La présente étude a pour objet la caractérisation pétrographique, géochimique et structurale des formations lithologiques du gîte aurifère de Djarkadougou. Elle vient d'une part en réponse aux difficultés de reconnaissance des roches, liées à la forte déformation, au métamorphisme et à l'altération hydrothermale et d'autre part en contribution à la problématique de mise en place des minéralisations aurifères dans cette zone.

2. Méthodologie

Les faciès lithologiques décrits dans le gîte sont le résultat d'une suite de travaux allant de l'interprétation d'images aéromagnétiques à la reconnaissance de terrain puis à l'analyse pétrographique au laboratoire. Des analyses à différentes échelles d'observation ont pu être effectuées grâce aux données d'imagerie aéroportée et de sondages carottés mises à notre disposition par la compagnie minière Orezone Resources Inc. qui nous a également apporté un appui logistique sur le terrain et au laboratoire. Les données aéromagnétiques ont été déterminantes pour la délimitation des contacts lithologiques surtout du fait des mauvaises conditions d'affleurement. Elles ont permis en particulier de mettre en évidence les

contours des plutons granitiques qui ont un contraste franc avec les roches vertes. Des profils d'observation Est-Ouest perpendiculaires à l'allure générale des formations puis l'étude des sondages carottés ont conduit à l'identification des principaux faciès lithologiques de la région. L'analyse pétrographique a été effectuée à partir d'une centaine de lames minces confectionnées sur des échantillons de roches à l'affleurement et sur des carottes de sondage.

L'interprétation des données d'analyse multi-éléments sur des échantillons prélevés à l'affleurement et sur des carottes de sondage, a permis de caractériser les faciès pétrographiques, les séries magmatiques auxquelles ils se rattachent et le contexte géotectonique de mise en place.

3. Lithologie

Le contexte géologique du gîte de Djarkadougou (**Fig. 1B**) établi sur la base de travaux de cartographie détaillée et de descriptions pétrographiques est constitué de trois grands ensembles lithologiques :

- (i) des roches d'origine volcanique ;
- (ii) des roches d'origine sédimentaire représenté par les méta-grès conglomératiques et les phyllades tarkwaïennes et
- (iii) des roches plutoniques constitué de massifs granitiques circonscrits et d'intrusifs tardifs de composition doléritique, gabbroïque et dioritique.

3. 1. Les roches d'origine volcanique

Les termes volcaniques basiques à intermédiaires. Ils s'étendent largement à l'Est et au Sud-Est de la zone d'étude autour des villages de Djarkadougou et de Bonfesso (**Fig. 1B**) sous forme de grands affleurements de basaltes et d'andésites plus ou moins latéritisés. A l'Ouest de la zone ils sont représentés dans une séquence volcano-sédimentaire avec un caractère pyroclastique dominant. Les affleurements y sont plutôt rares et l'on observe surtout des collines de quartz blanc laiteux

correspondant à des zones d'intense silicification. (1) Les termes basiques sont surtout représentés par (i) des méta-basaltes en coulées massives noires compactes ou en petits coussins aplatis avec quelquefois des vacuoles de diamètres millimétriques. Ils présentent parfois des faciès à amphibole porphyrique de couleur vert-sombre. Au microscope, on observe une texture vacuolaire constituée de nombreux microlites de plagioclase et d'actinote englobant de petites vacuoles remplis de quartz, de carbonates et de chlorite (**Pl. 1A**). Le quartz et les carbonates peuvent se retrouver en associations complexes sur certaines sections où le quartz montre une ségrégation granulaire ou fibroradiée entourée par une couronne de carbonates. L'olivine se retrouve sous forme de granules isolées de teintes vives. (ii) Les faciès porphyriques (**Pl. 1B**) décrit au Nord de la zone (**Fig. 1B**) présentent des phénocristaux de hornblende brune automorphe, de pyroxène trapus et du plagioclase, dans une mésostase vitreuse. Les minéraux d'amphibole, de pyroxène et de plagioclase sont affectés par une altération à chlorite - épidote - carbonates. (2) Les méta-andésites présentent à l'affleurement un aspect massif compact à texture aphanitique ou ponctuellement porphyrique avec des phénocristaux de feldspath automorphe pris dans une mésostase vitreuse. Au microscopique, la mésostase dévitrifiée contient de nombreux microlites de plagioclases associés à des carbonates, de la chlorite et de l'épidote secondaire pseudomorphosant d'anciens phénocristaux de plagioclase et d'amphibole sub-automorphes.

Les termes volcaniques acides. Ils se présentent localement au sein des affleurements d'andésites et de manière discontinue aux abords des sédiments tarkwaïens. Ces roches de nature rhyolitique et rhyodacitique sont le plus souvent d'aspect massif avec des passées à

porphyre de quartz limpide ou à phénocristaux de feldspath automorphe. Au microscope ils ont une texture porphyrique marquée par la présence de fragments de cristaux de quartz polygonal ou arrondi avec des golfes de corrosion (**Pl. 1C**), du feldspath potassique et des prismes allongés de plagioclases fracturés englobés dans une mésostase siliceuse. Des paillettes de muscovite apparaissent dans les interstices des phénocristaux et dans les microfractures des feldspaths. Dans les zones de déformation intense, ces faciès montrent un fort laminage qui s'accompagne d'une altération hydrothermale à carbonates soulignant bien la schistosité de flux. Ces plans de schistosité moulent les fragments grossiers de quartz et de feldspath formant des ombres de pression dans lesquelles la texture originelle de la roche, profondément modifiée par la déformation est encore reconnaissable (**Pl. 1D**). Ils ont parfois été décrits dans les sondages des travaux antérieurs comme méta-sédiments silicifiés.

3. 2. Les roches d'origine sédimentaire

Les termes clastiques sont représentés par les formations gréseuses et pélitiques de la bande tarkwaïenne située en position centrale de la zone d'étude (**Fig. 1B**) séparant le domaine volcanique de l'Est du domaine volcanique de l'Ouest. (1) Les formations gréseuses situées au nord regroupent (i) les grès conglomératiques à galets de quartz, de rhyolite, ou de méta-sédiments, réunis par un ciment feldspathique (**Pl. 1E**) et (ii) les grès quartzitiques à texture massive avec des grains imbriqués rencontrés principalement dans le Sud. Les grès conglomératiques de couleur rose, forment de grands affleurements aux environs du village de Zanawa (**Fig. 1B**). Ils sont riches en magnétite comme l'indique la patine rouge sombre développée en surface. Au microscope, on distingue des grains de quartz, de feldspath et des microgalets polygéniques soudés par un ciment à

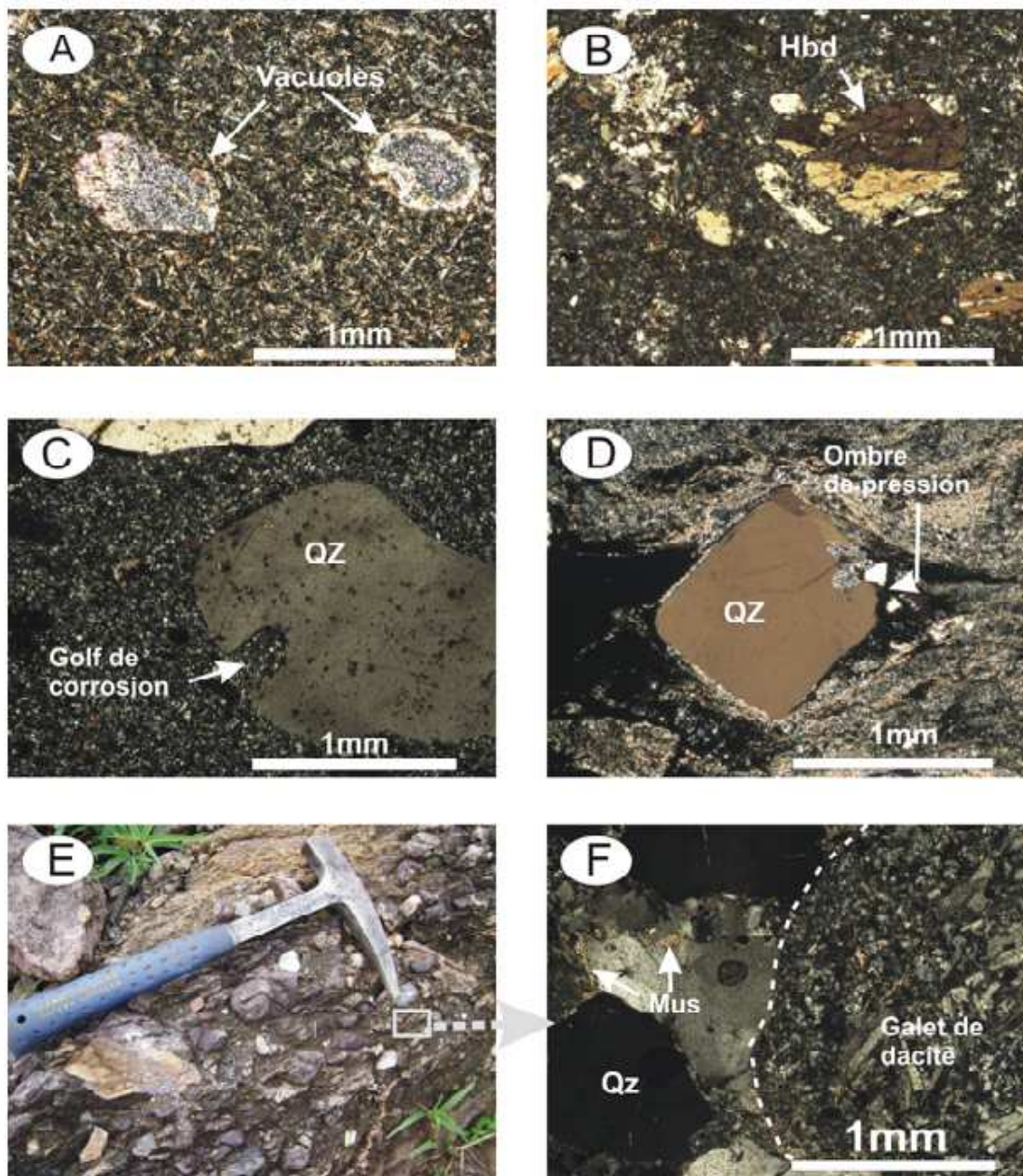


Planche 1 : (A) : Microphotographie d'un basalte vacuolaire montrant des microlites de plagioclases et des vacuoles remplies de quartz entouré d'une couronne de carbonates; (B) : Microphotographie d'un basalte porphyrique à phénocristaux de hornblende; (C) : Microphotographie d'une rhyolite contenant du quartz globuleux à golfes de corrosion ; (D) : Microphotographie d'une rhyolite déformée avec des ombres de pression de part et d'autre d'un cristal de quartz; (E) : Conglomérat polygénique vu à l'affleurement; (F) : Microphotographie d'un conglomérat contenant un galet de dacite et des grains grossiers de quartz.

feldspath-muscovite-séricite Les microgalets sont constitués de fragments de quartz, de roches volcaniques acides et de métapélites schistosés. Le caractère volcanique des galets (texture rhyolitique faite de phénocristaux de plagioclases baignant dans un verre amorphe) est quelquefois reconnaissable sur certaines

plages (Pl. 1F). Les golfes de corrosion observés sur les cristaux globuleux de quartz indiquent une origine rhyolitique. (2) Les formations pélitiques rarement observées à l'affleurement sont des séquences de méta-pélites et de grès pélitiques schistosés décrits dans les sondages. Elles ont une granulométrie très

fine et présentent un litage irrégulier qui se confond à la schistosité ardoisière. La composition minéralogique est à séricite + chlorite + carbonates + quartz fin et une phase argileuse amorphe. La chlorite et les carbonates présents dans les plans de schistosité et dans les veinules apparaissent comme des minéraux secondaires résultant du métamorphisme de bas degré et de l'altération hydrothermale.

3. 3. Les roches intrusives

Les intrusifs plutoniques. Les formations plutoniques majeures de la zone d'étude sont représenté le granite de Bondigui et la granodiorite de Mougoué (**Fig. 1B**). *(1) Le granite de Bondigui* de forme subcirculaire affleure mal, avec cependant des limites bien marquées sur les images aéromagnétiques. Il s'étend du Sud-Ouest de Bondigui au Nord-Est dans la zone de Nicéo (**Fig. 1B**) où il donne par altération une arène granitique et d'épaisses couches latéritiques par endroits. En lame mince il montre une association minérale composée de quartz en cristaux xénomorphes imbriqués, de feldspath potassique, de plagioclase et de biotite lamellaire (**Pl. 2A**). La texture hétérogranulaire plus ou moins anisotrope, est marquée par des lamelles de biotite en démixtion disposées en lits sombres discontinus. Le microcline est souvent microperthitique et les rares plagioclases sont affectés par une altération à séricite + muscovite + épidote.

(2) La granodiorite de Mougoué (Fig. 1B) est de faible extension et forme des affleurements dispersés. La roche présente une texture grenue équante à grain moyen avec du plagioclase et de l'amphiboles en forte proportion. Le quartz interstitiel occupe moins de 20% de la composition minéralogique. La roche contient des enclaves ultrabasiques, témoins probables de l'encaissant dont des lambeaux

d'affleurements sont observés à proximité du massif. L'étude microscopique confirme la prédominance du plagioclase et de l'amphibole (**Pl. 2B**) dans la composition minéralogique de ces roches. Le quartz et le feldspath potassique sont faiblement exprimés. Le plagioclase est de l'andésine en cristaux automorphes souvent zonés ou en double macle. L'amphibole est le minéral ferromagnésien le plus largement représenté avec des cristaux de hornblende vert-brune généralement maclée et des cristaux xénomorphes d'arfvedsonite verts à vert-sombres en lumière polarisée. La biotite en cristaux lamellaires renferme des inclusions de zircons. L'augite est plus rare avec une teinte violacé vive.

Les intrusifs filoniens. Les formations méta-volcaniques et les méta-sédiments tarkwaïens sont recoupées par des micro-gabbros, des dolérites, et des diorites affleurant généralement en corps allongés sur plusieurs centaines de mètres. *(1) Les intrusifs basiques* se composent essentiellement de termes gabbroïques à doléritiques. (i) Les faciès gabbroïques regroupent une large gamme de roches basiques de textures et de composition minéralogiques variées. Dans les zones d'affleurement d'andésites et de basaltes, les micro-gabbros ont une texture isogranulaire à grains moyens constitué de plagioclase et de hornblende brune en cristaux prismatiques parfois transformés en actinote fibreuse dans les faciès déformés. Les phénocristaux de plagioclase sont progressivement remplacés par l'épidote et le quartz de même que la chlorite remplace les cristaux d'amphibole. Les gabbros à olivine sont constitués en majorité de grosses plages de pyroxène et d'olivine de teinte bleu violacée associant des prismes allongés de feldspath (andésine) à macles simples. (ii) Les faciès doléritiques sont constitués d'amphibole

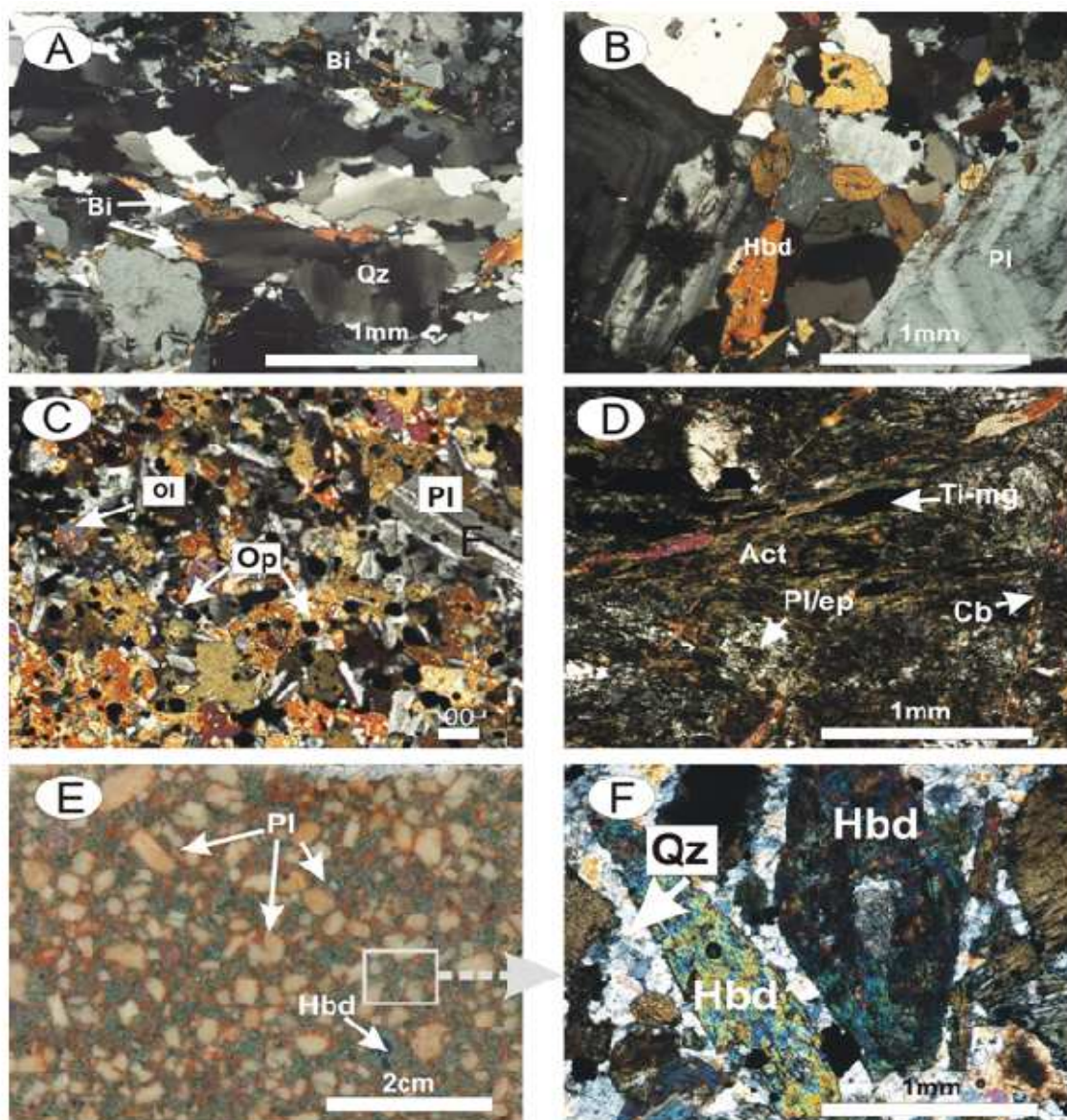


Planche2 : (A) : Microphotographie du granite de Bondigui montrant de la biotite lamellaire qui souligne les plans de foliation. (B) : Microphotographie de la granodiorite de Mougué contenant des cristaux automorphes d’amphibole et de plagioclases zonés. (C) : Microphotographie d’un gabbro doléritique présentant de cristaux de plagioclase squelettiques. (D) : Microphotographie d’un gabbro déformé dont les plans de foliation sont soulignés par la titanomagnétite. (E) : Vue macroscopique de la diorite quartzique porphyroïde recoupée dans les sondages. (F) : Microphotographie de la diorite quartz+ique porphyroïde indiquant une abondance de hornblende en cristaux prismatiques et du quartz granulaire interstitiel. S

fibreuse enchevêtrée avec des cristaux de plagioclase. Le plagioclase en lattes squelettiques forme avec les phénocristaux de pyroxène et d’olivine des limites concavo-convexes résultant de la corrosion des cristaux de plagioclase (Pl. 2C).

(2) *L’intrusif dioritique porphyroïde* se situe en contact avec les métasédiments tarkwaïens. Ce dyke est allongé Nord-Sud

conformément au corps minéralisé en or de Djarkadougou (Fig. 1B). Il a un faciès composite constitué de microgabbro-dioritique plus ou moins déformé, de microdiorite quartzique porphyroïde et de faciès entièrement transformés par l’altération hydrothermale. (i) Les passées de gabbro-dioritique ont un aspect massif compact et une couleur vert sombre tacheté de blanc nuageux. Au microscope (Pl. 2D),

la matrice vert-sombre est constituée d'amphibole brune en grosses plages aux teintes délavées passant progressivement à l'actinote fibreuse et la chlorite. Les tâches blanches sont des plages diffuses de plagioclase épidotisé. Accessoirement on rencontre du pyroxène en prismes trapus et du quartz recristallisé. La titanomagnétite est fréquemment observée dans ces faciès et souligne bien les plans de foliation dans les niveaux très déformés. (ii) Les passées de microdiorite-quartzique porphyroïde constitue la seconde moitié du corps intrusif associé à la minéralisation du gîte. L'échantillon macroscopique (**Pl. 2E**) montre des cristaux de plagioclase zoné et d'amphibole prismatique englobés dans un fond micro-granulaire. L'examen au microscope indique l'existence de deux phases de cristallisation : l'une à gros cristaux de plagioclase de hornblende brune losangique, et de biotite lamellaire contenant des inclusions de zircon et d'apatite ; l'autre à quartz granulaire remplissant les interstices entre les phénocristaux (**Pl. 2F**). Les cristaux de plagioclase et d'amphibole sont progressivement remplacés par des carbonates, de la chlorite et de l'épidote.

4. Géochimie

Dans le diagramme de variations SiO_2 en fonction de $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (Cox et al., 1979) les échantillons analysés (tableau des résultats d'analyse multiélément) confirment la diversité des faciès pétrographiques observés au microscope (**Fig. 2**). Les échantillons se repartissent

entre une série basique représentée par les gabbros doléritiques et le microgabbro dioritique de la zone minéralisée; une série intermédiaire comprenant la diorite quartzique porphyroïde; et enfin une série acide constituée par les granitoïdes. La dispersion des échantillons de diorite quartzique porphyroïde et des faciès gabbroïques, est liée au phénomène de silicification qui affecte ces faciès dans les zones de manifestation hydrothermale. D'autre part, les rhyolites qui ont des teneurs en silice très élevées (supérieur à 78%) n'apparaissent pas dans ce diagramme dont les champs se limitent au teneur en SiO_2 n'excédant pas 75% environ. En considérant les teneurs relatives entre $\text{Fe}^{\text{t}}+\text{Ti}$, Mg et Al (**Fig. 3**), les échantillons analysés définissent deux principales séries magmatiques dans le diagramme de discrimination de Jensen (1976) : (i) une série tholéiitique représentée par des gabbros et des dolérites qui ont une affinité de tholéïtes ferrifères (HFT) ou magnésiennes (HMT), puis des rhyolites tholéiitiques ; (ii) une série calco-alcaline représentée par les plutons de granite et de granodiorite ainsi que l'intrusif dioritique porphyroïde. Les variations des oxydes (MgO, Fe_2O_3 , CaO, Al_2O_3 , MnO) par rapport à SiO_2 et MgO (**Fig. 4 A et B**) indiquent deux suites magmatiques calco-alcalines évolutives plutonique et filonienne. Dans la granodiorite de Mougoué, La composition chimique riche en oxydes de fer et de magnésium ($\text{Fe}_2\text{O}_3=4,74\%$; $\text{MgO} = 2,72\%$) justifie le taux élevé des minéraux ferromagnésiens.

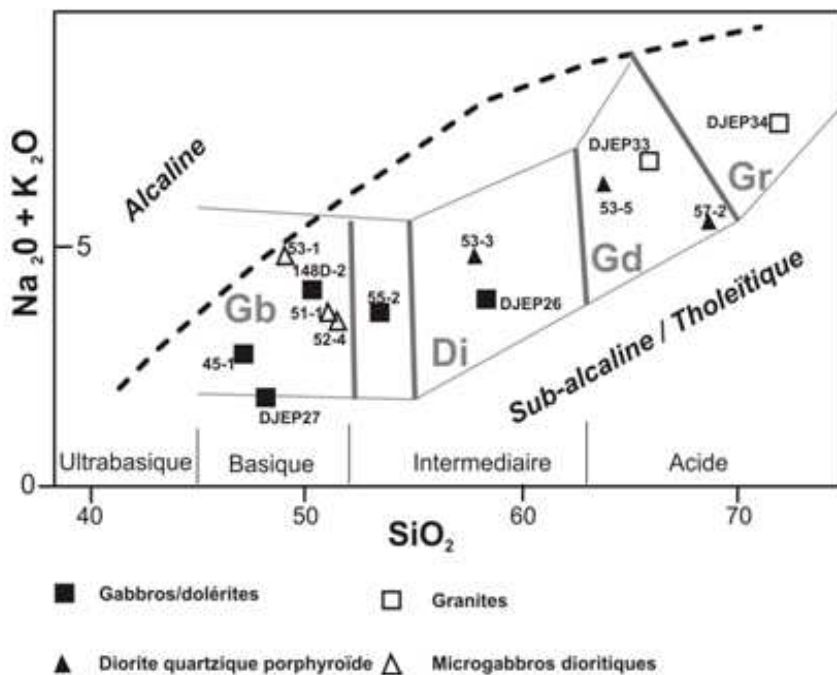


Figure 2 : Dénomination des faciès pétrographiques de Djarkadougo à partir des variations de SiO_2 par rapport à $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (Cox et al., 1979). **Gb** : Gabbro ; **Di** : Diorite ; **Gd** : Granodiorite ; **Gr** : Granite

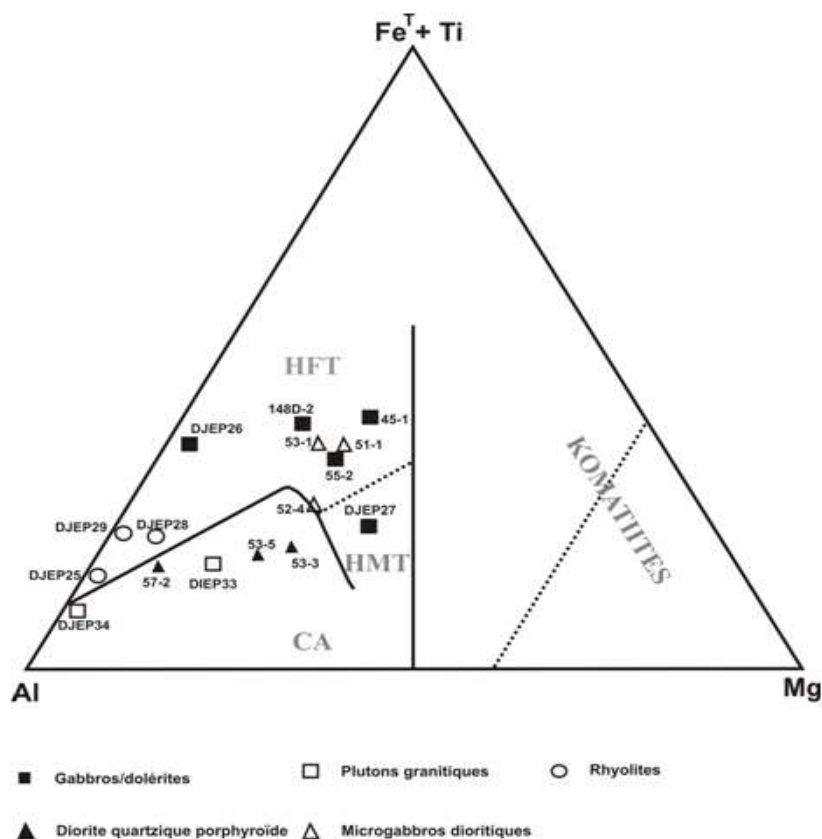


Figure 3 : Principales séries magmatiques définies par les teneurs relatives entre $\text{Fe}^{\text{T}} + \text{Ti}$, Mg et Al dans le diagramme de discrimination de Jensen (1976). **HFT** : série des tholéiites ferrifères ; **HMT** : série des tholéiites magnésiennes ; **CA** : série calco-alcaline.

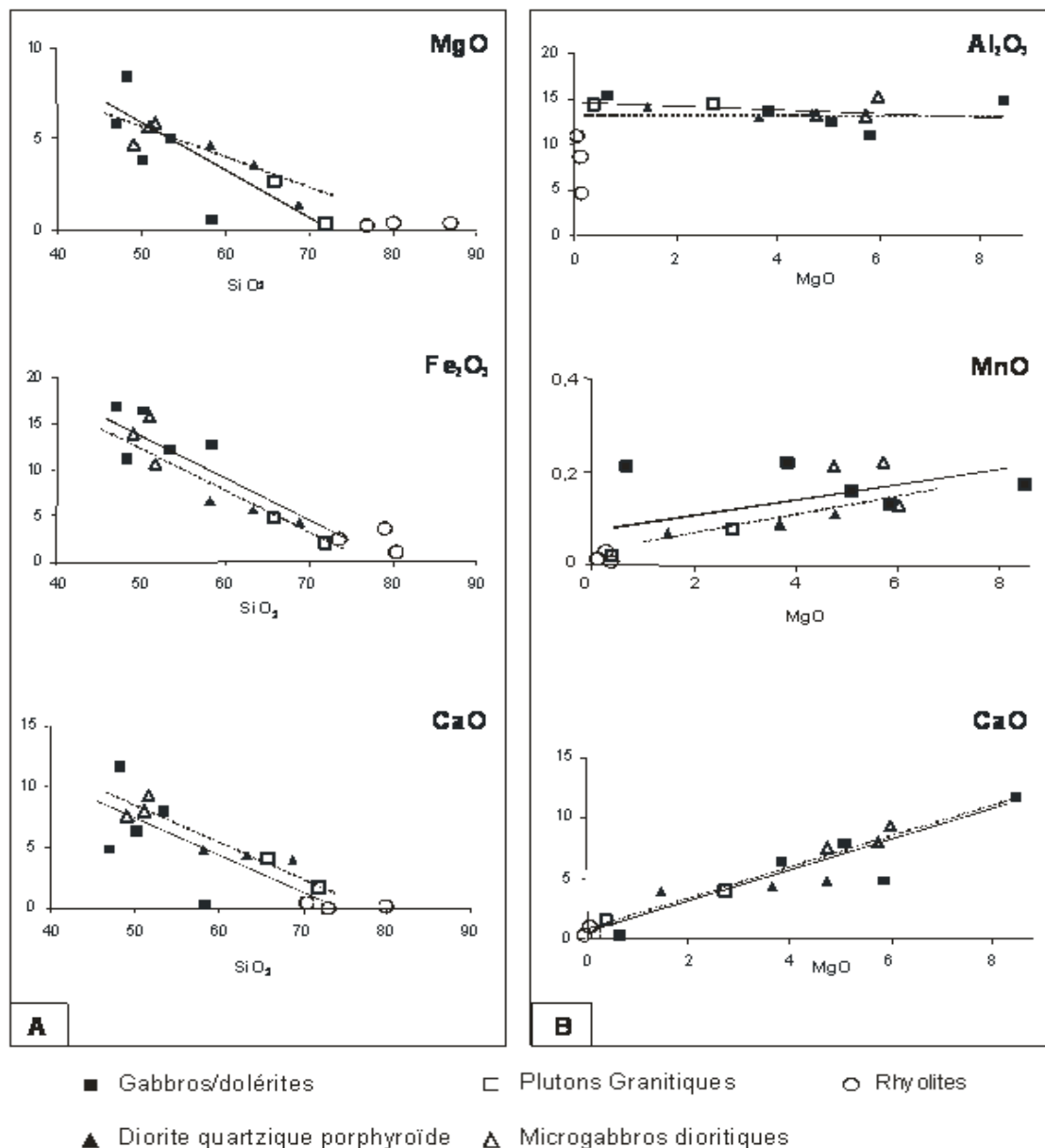


Figure 4 : Variation linéaire des oxydes par rapport à SiO₂ (A) et MgO (B) dans les roches intrusives de Djarkadougou traduisant l'existence de suite évolutive entre gabbros doléritiques précoces et plutons granitiques, et entre microgabbros dioritiques et diorite quartzique porphyroïde tardifs.

Les spectres de terres rares (REE) normalisés par rapport aux chondrites (Sun & McDonough, 1989) indiquent deux groupes principaux de roches magmatiques au sein des échantillons analysés (Fig. 5) : (i) le premier groupe à spectres plus ou moins plats entre 10 et 100 fois les chondrites constitué par la série tholeiitique (gabbros, dolérites et rhyolites) avec les termes acides (rhyolites) plus enrichis en REE indiquent qu'ils appartiennent à une même lignée magmatique. Les termes basiques (gabbros, dolérites) montrent des

spectres de terres rares plats et parallèles comparables à ceux des basaltes de plateau océaniques (Abouchami et al., 1990). Les termes acides ont des spectres plats avec une faible anomalie négative en europium traduisant un processus de fractionnement (Fig. 5A). (ii) le deuxième groupe est constituée par les roches intrusives calco-alcalines (plutons granitiques et granodioritiques ; filons basiques et dioritique porphyroïde) présentant des spectres appauvris en terres rares lourdes allant en dessous de 10 fois les chondrites

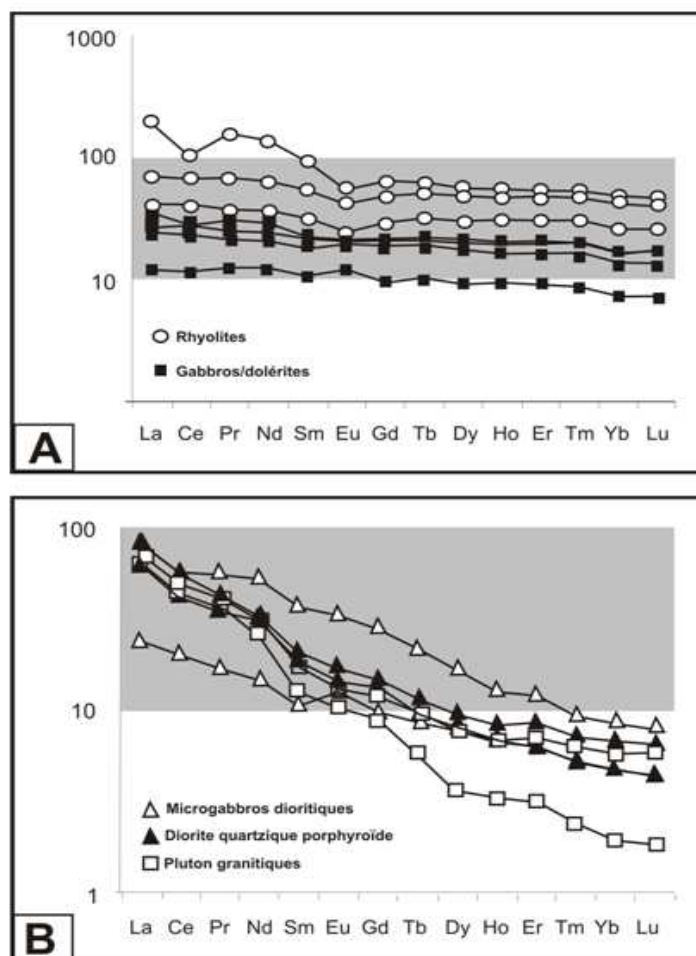


Figure 5 : Spectres des terres rares normalisées par rapport aux chondrites (Sun & Mc Donough 1989). **(A)** Les spectres plats et parallèles des gabbros les rapprochent des basaltes de plateau océanique tandis que les rhyolites aux spectres enrichis de l'ordre de 100 fois la chondrite avec une anomalie négative en europium résulteraient d'un processus de fractionnement. **(B)** Granite, granodiorite, diorite quartzique porphyroïde et microgabbro dioritique montrent un fort appauvrissement en terres rares lourdes. L'allure des spectres indique une source commune de ces roches. Les zones ombragées (grisées) permettent de comparer l'amplitude de l'évolution des terres rares des deux groupes de roches dans un même intervalle de valeurs (10-100).

(Fig. 5B) ; la diorite porphyroïde et les intrusifs basiques (microgabbros - dolérites) ont des profils de terres rares semblables et semblent appartenir au même cortège intrusif. Dans les diagrammes géotectoniques de Pearce et al. (1984) (Fig. 6), les intrusifs granitiques se positionnent dans le contexte d'arc volcanique tandis que les rhyolites montre une mise en place dans un contexte de magmatisme intraplaque dominant.

5. Structures du gîte

La zone de Djarkadougou est traversé par un couloir de cisaillement régional NE-SW (Fig. 7A) identifié par interprétation

aéromagnétique (Castaing et al., 2003). Dans le gîte aurifère de Djarkadougou (Fig. 7B), les trajectoires de la foliation régionale sont interprétées à partir des images aéromagnétiques, contrôlées sur le terrain à certains endroits (faute d'affleurements) et dans les sondages ciblés sur les anomalies aurifères. Les directions majeures reconnues correspondent à des événements successifs (Fig. 7B) : (i) l'événement le plus précoce correspond à une schistosité de flux régionale (Ada, K., 2008) surimposée par (ii) une foliation mylonitique (Fm) localisée dans les couloirs de déformation N-S et NE-SW et (iii) une fracturation tardive NW-SE.

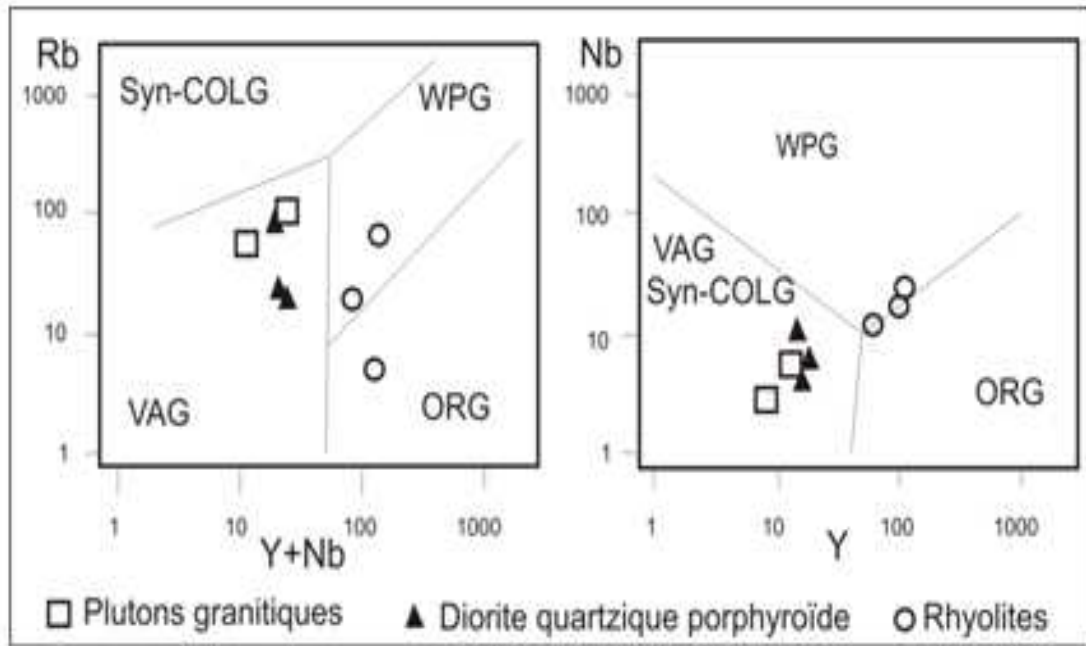


Figure 6 : Diagramme de variation Rb/Y+Nb et Nb/Y (Pearce et al., 1984) situant les granitoïdes et la diorite quartzique porphyroïde dans un contexte d'arc volcanique ; les rhyolites dans un contexte de volcanisme intra-plaque. **syn-COLG**= syn-ColisionalvGranites ; **WPG**= Within Plate Granites ; **VAG**= Volcanic Arc Granites ; **ORG**= Orogenic Granites.

La foliation mylonitique (Fm) mesurée dans les sondages (**Fig. 7B, 1**) montre des surfaces tectoniques schisteuses confondues en surimposition d'orientation moyenne N15°58E (**Fig. 7C, 1**) et souligne le couloir N-S cible des anomalies aurifères. En surface, les mesures obtenues en dehors des couloirs (**Fig. 7B, 2**) montrent deux plans moyens de schistosité : Une schistosité ardoisière (C1) N41°77NW recoupée par une schistosité de fracture (C2) N129°86NE (**Fig. 7C, 2**). A l'échelle régionale (**Fig. 7B**), le gîte est traversé par des couloirs de déformation en directions discontinues N-S (équivalent FM) et NE-SW (équivalent C1), recoupées par des accidents NW-SE (équivalent C2) (**Fig. 7C, 3**) bien marqués

sur les images aéromagnétiques et dont les rejets horizontaux décalent parfois en escaliers la bande sédimentaire tarkwaïenne. Les mesures directes et linéamentaires montrent une intersection des familles de directions N-S/NE-SW et NW-SE (**Fig. 7C, 4**), délimitant une zone de direction moyenne N-S à l'intérieur de laquelle se situe la majeure partie des anomalies aurifères (**Fig. 7B**). Cette zone d'intersection est marquée dans les sondages par la surimposition des surfaces de schistosités et par la présence de faciès bréchifiés accompagnés d'une forte altération hydrothermale associant de nombreuses veines de quartz et de carbonates.

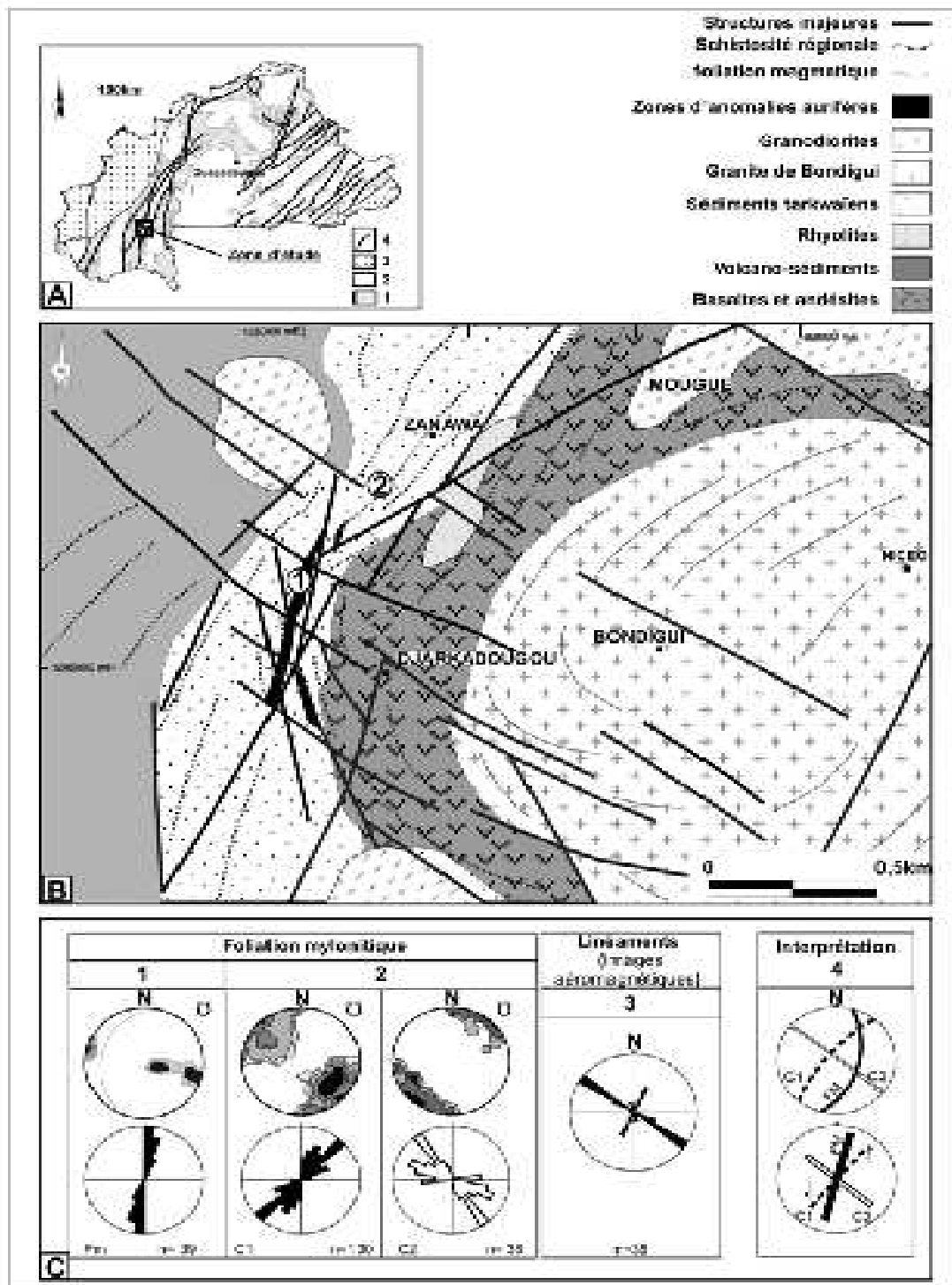


Figure 7 : (A) Schéma structural simplifiée du Burkina Faso (Castaing et al. 2003) montrant les principales formations géologiques et les zones de cisaillements majeurs. 1 : ceintures de roches vertes ; 2 : granitoïdes divers ; 3 : couverture sédimentaire ; 4 : cisaillements majeurs. Situation de la zone d'étude. (B) Carte structurale du gîte aurifère de Djarkadougou : interprétation linéamentaire à partir des images aéro-magnétiques et reconnaissance dans les sondages à la station de mesure (1) et sur affleurements à la station de mesure (2). Position des zones d'anomalies aurifères. (C) Stéréogrammes de densité et rosaces directionnelles des mesures structurales. 1 : mesures structurales sur carottes de sondage ; 2 : mesures structurales sur affleurements ; 3 : moyennes directionnelle des linéaments ; 4 : synthèse des orientations de structures et interprétation cinématique. Fm : foliation mylonitique ; C1 : plans de schistosité ardoisière N41°77NW ; C2 : plans de schistosité de fracture. Les stéréogrammes de densité sont construits dans le canevas de Schmidt (equal area-net), hémisphère inférieur.

6. Discussion et conclusion

Le manque d'affleurements, la déformation mylonitique, l'altération hydrothermale et météorique, rendent difficile la détermination précise des roches du gîte aurifère de Djarkadougou. Les approches minéralogiques et géochimiques ont permis d'identifier les principales séquences volcano-plutoniques et sédimentaires de cette portion de la ceinture de Houndé. (1) Les méta-basaltes massifs ou vacuolaires ou parfois en coussins n'ayant pas fait l'objet d'analyse chimiques dans cette étude, peuvent raisonnablement être rattachés à la série tholléitique basique (gabbros, dolérites) dont les caractéristiques géochimiques les rapprochent des basaltes océaniques, et suggèrent une source mantellique telle qu'ils sont reconnus sur l'ensemble de la dorsale de Léo (Abouchami et al., 1991 ; Lompo, 2009). (2) Les formations d'origine sédimentaire sont de nature détritique dominante allant des termes pélitiques, gréseux aux termes conglomératiques. La nature des éléments suggère une source de roches mères proche des volcanites acides et des métasédiments. La série tarkwaïenne proviendrait ainsi du démantèlement immédiat des dépôts volcaniques en contexte marin (Bonkougou, 1994 ; Bossière et al., 1996). Selon ces auteurs, la typologie des zircons détritiques dans ces roches montre un faible degré de transport des produits d'altération. (3) Les roches intrusives sont de plusieurs générations qui commencent avec la mise en place des plutons granitiques délimitant la ceinture de roches volcano-sédimentaires, puis du cortège des intrusifs filoniens. L'intrusif de diorite porphyroïde d'apparence felsique, a une composition minéralogique et chimique comparable aux intrusifs basiques (microgabbros ou dolérites). Cette formation filonienne d'extension plurikilométrique, présente une zonation minéralogique allant des termes basiques (gabbros) aux termes intermédiaires à felsiques (diorite quartzitique). Ces faciès sont ensuite affectés par une déformation et altération

hydrothermale dans les couloirs de cisaillement, modifiant profondément la texture et la composition minéralogique.

Les plutons granitiques semblent être à l'origine de la structuration actuelle de la portion de ceinture de roches vertes (**Fig. 7B**). Les granodiorites de type-Mougoué seraient les plus précoces ; elles sont impliquées dans la structuration générale de la ceinture de Houndé foliée et orientée régionalement NE-SW (Castaing et al., 2003). La mise en place du pluton granitique de Bondigui qui entraîne les perturbations des structures autour du pluton occasionnant la formation des foliations/schistosités NW-SE à NE-SW, ainsi que le « rejeu » probable des couloirs mylonitiques N-S à NNE-SSW. L'évolution structurale se poursuit tardivement avec l'apparition des failles surtout NW-SE affectant l'ensemble des structures préexistantes. En effet, l'interprétation des linéaments d'imagerie aéromagnétique et les mesures directes, révèle que la structure N-S correspond à l'intersection de deux couloirs de déformation (**Fig. 7B**). L'interprétation des rejets horizontaux (**Fig. 7C, 4**) indique que les plans de schistosité C1 (NE-SW) s'intègrent dans le fonctionnement progressif de la foliation mylonitique FM (N-S) avec une composante dextre et qu'ils sont recoupés tardivement par les plans C2 (NW-SE) en position orthogonale en régime cassant. C1 est reconnu à l'échelle de la ceinture de roches vertes de Houndé comme un cisaillement transpressif senestre (Bonkougou, 1994) alors que C2 qui lui est perpendiculaire est plutôt à cinématique dextre dominante. Les intersections entre les corridors NW-SE et les couloirs mylonitiques N-S à NE-SW produiraient des zones de dilatance, favorables à la circulation de fluides hydrothermaux parfois minéralisateurs à sulfure-Au. La position du dyke de diorite quartzique porphyroïde par rapport au corps minéralisé suggère une relation entre la venue intrusive et celle des fluides.

7 - Références bibliographiques

- [1] Castaing, C., Le Metour, J., Bila, M., Chevremont, P., Egal, E., Zida, B., Ouédraogo, I., Koté, S., Kabore, B. E., Ouédraogo, C., Thiéblemont, D., Guerrot, C., Cocherie, A., Tegyey, M., Milesie, J. P., Itard, Y. Carte géologique et minière du Burkina Faso à 1/1000000. Orléans : Ed. BRGM (Bureau Régional de la Géologie et des Mines), 2003, 149p.
- [2] Abouchami, W., Boher, M., Michard, A., Albarede, F., A major 2.1 Ga old event of mafic magmatism in West Africa: an early stage of crustal accretion. *Journal of Geophysical Research*, 1991, **95** (B11): 17607-17629.
- [3] Boher, M., Abouchami, W., Michard, A., Albarède, F. & Arndt, N.. Crustal growth in West Africa at 2.1 Ga. *Journal of Geophysical Research*, 1992, **97**: 345–369.
- [4] Lompo, M. Geodynamic evolution of the 2.25-2.0 Ga Palaeoproterozoic magmatic rocks in the Man-Leo shield of the West African Craton. A model of subsidence of an oceanic plateau. *Journal of Geological Society of London, Palaeoproterozoic Continents and Global Evolution, Special Publication*, 2009, **323**.
- [5] Sagatsky, J., Le système Tarkwaïen Haute Volta. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 1937, **205**: 14-25.
- [6] Bossière, G., Bonkougou, I., Peucat, J-J., Pupin, J-P., Origin and age of palaeoproterozoic conglomerates and sandstones of the Tarkwaian group in Burkina Faso, West Africa. *Precamb. Res.*, 1996, **80**: 153-172.
- [7] Bonkougou, I., Le Tarkwaïen du sillon de Houndé (Burkina Faso): Un ensemble volcano-détritique acide calco-alcalin à 2.15 Ga. Etude pétrographique, métamorphique et structurale. Thèse Doct., Univ. Nantes, Fr, 1994, 419 p.
- [8] Le Metour, J., Chevremont, P., Donzeau, M., Egal, E., Thiéblemont, D., Tegyey, M., Guerrot, C. Billa, M., Itard, Y., Castaing, C., Delpont, G., (BRGM), Ki, J.C., Zunino, C., (ANTEA), Notice explicative de la Carte géologique du Burkina Faso à 1/200 000 ; Feuille Houndé. 2003 82 p.
- [9] Milési; J.P., Ledru, P., Feybesse, J.L, Dommanget, A, Marcoux, E., Early Proterozoic ore deposits and tectonics of the Birimian orogenic belt, West Africa. *Precambrian Research*, 1992, **58**: 305-344.
- [10] Milési, J. P., Feybesse, J. L., Ledru, P., Dommanget, A., Ouédraogo, M. F., Marcoux, E., Prost, A. Vinchon, C., Sylvain, J. P., Johan, V., Tegyey, M., Calvez, J. Y. & Lagny, P., Les minéralisations aurifères de l'Afrique de l'Ouest. Leur évolution lithostructurale au protérozoïque supérieur. Notice et carte à 1/2000000. *Chron. Rech. Min., Fr.*, 1989, (N°497): 3-98.
- [11] Huot, D. Satran, V. and Zida, P. Gold in Birimian greenstone belts of Burkina-Faso, West Africa. *Economic Geology*, 1987, **82**, 2033-2044.
- [12] Cox, K.G., Bell, J.D. and Pankhurst R.J., 1979. The Interpretation of igneous rocks. George, Allen and Unwin, London.
- [13] J. Jensen, L. S., A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks. Ontario Division Mines, Miscelanes 1976, Paper 66, 21p.
- [14] Sun, S.S. & McDonough, W.F., Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for

mantle composition and processes. In: Saunder A.D. and Norry, M.J. (eds.), magmatisme in ocean basins. Geol. Soc. London. Spec. Pub., 1989, **42**: 313-345.

[15] Abouchami, W., Boher, M., Michard, A. & Albarède, F., A major 2.1 Ga event of mafic magmatism in West Africa: an early stage of crustal accretion. *Journal of Geophysical Research*, 95, 17 605–17 629.

[16] Pearce, J. A., Harris, N. B. W. & Tindle, A. G., 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *J. Petrol.*, 1990, **25**: 956-983.

[17] ADA. K., Etudes Pétrographique, Structurale et Métallographique du gîte aurifère de Bondigui / Djarkadougou, dans la ceinture de Houndé, Burkina Faso. Mémoire de DEA, Univ. Ouaga., 2008, 79p.

Echantillons	DJEP25	DJEP26	DJEP27	DJEP28	DJEP29	DJEP33	DJEP34	45-1	51-1	52-4	53-1	53-3	53-5	55-2	57-2	148D-2
SiO ₂	80,4	58,4	48,2	88,7	77,8	65,8	71,9	47,1	51	51,6	49,1	58,2	63,4	53,4	68,8	50,3
Al ₂ O ₃	11,15	15,35	14,8	4,93	9,16	14,7	14,4	10,85	13,1	15,25	13,3	13,35	12,9	12,45	14,2	13,6
Fe ₂ O ₃	2,77	12,8	11,15	2,01	3,68	4,74	1,99	16,9	15,9	10,65	14	6,61	5,62	12,35	4,34	16,4
CaO	0,01	0,27	11,7	0,19	0,52	4,11	1,67	4,83	8	9,33	7,59	4,81	4,33	7,91	3,96	6,36
MgO	0,08	0,65	8,47	0,17	0,07	2,72	0,36	5,86	5,73	5,98	4,75	4,73	3,64	5,08	1,44	3,84
Na ₂ O	0,14	1,86	1,46	0,97	4,67	3,99	4,83	2,1	3,05	2,68	3,64	4,21	3,52	2,97	4,69	3,65
K ₂ O	3,2	1,98	0,29	0,85	0,47	2,65	2,77	0,56	0,45	0,74	1,06	0,54	2,63	0,6	0,74	0,4
Cr ₂ O ₃	<0,01	0,01	0,05	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02	<0,01	<0,01
TiO ₂	0,24	1,26	0,92	0,13	0,32	0,43	0,21	2,07	1,45	1,02	2,4	0,58	0,46	2,59	0,46	2,12
MnO	0,02	0,21	0,17	0,08	0,03	0,08	0,02	0,13	0,22	0,13	0,21	0,11	0,09	0,16	0,07	0,22
P ₂ O ₅	0,02	0,17	0,11	<0,01	0,02	0,16	0,05	0,18	0,13	0,07	0,42	0,26	0,21	1,16	0,13	0,14
SrO	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,07	0,08	<0,01	0,02	0,04	0,03	0,07	0,08	0,06	0,05	0,02
BaO	0,05	0,02	0,01	0,03	<0,01	0,1	0,09	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	0,09	0,01	0,03	0,01
La	60,2	10	3,7	12,7	21,4	20,6	21	8,4	7,4	7,4	18,6	25	19,3	50,3	18,8	12,1
Ce	82,3	22,4	9,2	32,3	54,1	40,5	37,6	21,7	18,7	16,6	45,6	43,4	34,5	135,5	42,1	18,2
Pr	19,25	3,61	1,47	4,57	8,35	4,83	4,52	3,04	2,64	2,08	6,59	5,14	4,32	18,85	4,9	2,53
Nd	81,5	17	7,3	21,7	39,4	18,2	16,3	14,3	12,4	8,7	31,2	20,2	17,9	82,3	19,1	12,8
Sm	18,5	4,3	2,04	6,3	10,8	3,44	2,5	4,25	3,9	2,06	7,11	4	3,63	15,4	3,59	3,75
Eu	4,1	1,53	0,87	1,76	3,06	0,99	0,77	1,48	1,57	0,94	2,41	1,08	1,06	4,41	1,25	1,57
Gd	16,7	4,84	2,46	7,63	12,4	3,2	2,33	5,23	5,29	2,49	7,1	3,84	3,47	13,1	3,41	5,05
Tb	2,98	0,89	0,47	1,51	2,43	0,45	0,28	0,99	1,02	0,42	1,01	0,53	0,49	1,58	0,48	0,9
Dy	18,1	5,71	2,96	9,76	15,65	2,48	1,19	6,26	6,57	2,57	5,43	3,03	2,65	7,5	2,54	6,1
Ho	3,89	1,24	0,67	2,22	3,49	0,5	0,24	1,39	1,45	0,52	0,93	0,59	0,51	1,25	0,49	1,26
Er	11,3	3,45	1,91	6,46	10,2	1,49	0,68	4,14	4,34	1,5	2,55	1,77	1,49	3,25	1,38	3,83
Tm	1,75	0,52	0,28	1	1,58	0,21	0,08	0,62	0,63	0,21	0,3	0,23	0,21	0,4	0,17	0,53
Yb	11,85	3,31	1,81	6,5	10,25	1,46	0,49	3,95	3,94	1,3	2,16	1,66	1,48	2,39	1,23	3,55
Lu	1,79	0,51	0,27	1,01	1,55	0,23	0,07	0,63	0,64	0,21	0,3	0,25	0,21	0,33	0,17	0,52
Y	101	33,8	17,3	62,3	92,2	13,8	7,9	35,4	37,2	13,3	24,6	15,6	13,8	32	12,9	33
Rb	68,8	54,6	7,8	22,5	7,8	88,5	55,4	18,8	11,7	23	28,8	17,9	78,3	20,5	20,8	19,8
Nb	19,2	6,6	2,5	11,1	14,7	6,4	2,6	6,3	5,2	4,3	9,1	6,3	5,6	27	8,8	5,7
LOI	1,73	5,21	2,72	0,26	1,15	0,57	0,37	8,86	0,86	2,15	1,88	6,2	1,05	0,83	1,22	1,59
Total	99,8	98,2	100	98,3	97,9	100	98,7	99,5	99,9	99,7	98,4	99,8	98,1	99,6	100	98,7

Tableau des résultats d'analyses multiéléments