

Caractères pétrographiques et géochimiques des granitoïdes et des métasédiments du sillon de Ferkessedougou (Nord de la Côte d'Ivoire)

[Petrographic and geochemical characters of granitoids and metasediments of Ferkessedougou belt (Northern Côte d'Ivoire)]

Ouattara Zana Yaya¹, Gbélé Ouattara¹, and Kouassi Roland Brice²

¹Department of Civil Engineering, Geosciences and ¹Geographical Sciences, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny, UMRI 68, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

²UFR des sciences biologiques, Département des géosciences, Université Peleferon Gon Coulibaly de Korhogo, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The present study presents the petrographic and geochemical characteristics (major elements) of granitoids and metasediments of the Ferke belt in northern Cote d'Ivoire. The petrographic study reveals a variety of granitoids such as: tonalite, granodiorites and granites and adamellite. Metasediments consists of wacke, shale and Fe Sand. Chemical analysis indicates that these granitoids come from volcanic arc. The geodynamic context is subduction.

KEYWORDS: Granitoids, metasediments, petrography, geochemistry, Côte d'Ivoire.

RESUME: La présente étude présente les caractéristiques pétrographiques et géochimiques (éléments majeurs) des granitoïdes et métasédiments de la ceinture de Ferké au nord de la Côte d'Ivoire. L'étude pétrographique révèle une variété de granitoïdes tels que: tonalite, granodiorites, granites et adamellite. Les métasédiments sont constitués de grès, d'argilite et de grès feldspathique. L'analyse chimique indique que ces granitoïdes proviennent d'arc volcanique. Le contexte géodynamique est la subduction.

MOTS-CLEFS: Granitoïdes, métasédiments, pétrographie, géochimie, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Des dépôts d'or de différents types ont été reconnus dans les ceintures de roches vertes du Paléoprotérozoïque du craton ouest-africain. Ce sont principalement des gisements d'or orogéniques où de l'or est lié à l'intrusion et aux paléoplacers. La Côte d'Ivoire abrite de nombreux gisements d'or, dont ceux d'Ity [1, 2], d'Agbaou dans le district d'Oumé [3], d'Angovia [4] et Hiré. On peut également citer le gisement de Tongon de la ceinture de roches vertes Senoufo [5] et celui de Sissengué à Tengrela. Il faut noter que cette production provient majoritairement des formations birimiennes [4]. De plus, la minéralisation aurifère située dans le domaine Paléoprotérozoïque connaît la plus forte croissance dans le monde [6]. Dix-sept sillons birimiens sont répartis sur deux alignements de référence, Tehini-Dimbokro à l'Est et Ferkessedougou-Soubre au centre ont été identifiés en Côte d'Ivoire [7, 8]. Notre secteur d'étude est situé à trente (30) Km à l'Est de la ville de Ferkessedougou au Nord de la Côte d'Ivoire et appartient au sillon de Ferkessedougou qui fait l'objet de recherche minière et d'exploitation artisanale de l'or. Ce sillon a été identifié comme une région aurifère dans le classement géostructural des régions aurifères de Côte d'Ivoire [9].

Notre étude porte sur les caractères pétrographiques, géochimiques des granitoïdes et des métasédiments. Cette étude nous a permis de mener une étude pétrographique microscopique et ensuite une classification des différentes formations géologiques à travers les diagrammes géochimiques.

2 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La Côte d'Ivoire est située dans la partie méridionale du craton ouest africain (Figure 1), précisément sur la dorsale de Man [10]. Elle comporte deux grands ensembles géologiques répartis inégalement qui sont d'une part, un étroit bassin sédimentaire côtier en bordure du golfe de Guinée au Sud du pays et d'autre part, un socle cristallin d'âge précambrien qui couvre 97,5 % du territoire national. Le socle précambrien de la Côte d'Ivoire se subdivise en deux grands domaines en fonction de l'âge des formations rencontrées qui sont, selon [10]: (i) le domaine archéen formé de roches cristallines et cristallophylliennes et (ii) le domaine Paléoprotérozoïque formé de roches cristallines et méta-volcano-sédimentaires. Ces deux domaines d'aires inégales sont séparés par la faille duassandra à mouvement senestre orienté Nord-Sud [10]. Le domaine Paléoprotérozoïque auquel appartient notre secteur d'étude a été structuré par le mégacycle éburnéen. Les formations de ce domaine en Côte d'Ivoire se présentent sous forme de sillons volcano-sédimentaires généralement orientés NNE-SSO [11, 12, 7, 13, 14]. A l'échelle régionale, selon [15], la zone d'étude est composée d'ouest en est: du granite, des volcanosédiments et une séquence d'argilites, pélites et schiste (Figure 2). Les travaux de [16] révèlent que ce granite situé à l'ouest du secteur d'étude est un vaste batholite pluri-plutonique très étendu (sur plus de 500 km de long) qui constitue un assemblage de petits plutons granitiques à deux micas à fonds relativement semblables dans leur forme aux laccolites. La géologie de la zone d'étude est principalement composée de granitoïdes et de métasédiments (Figure 2).

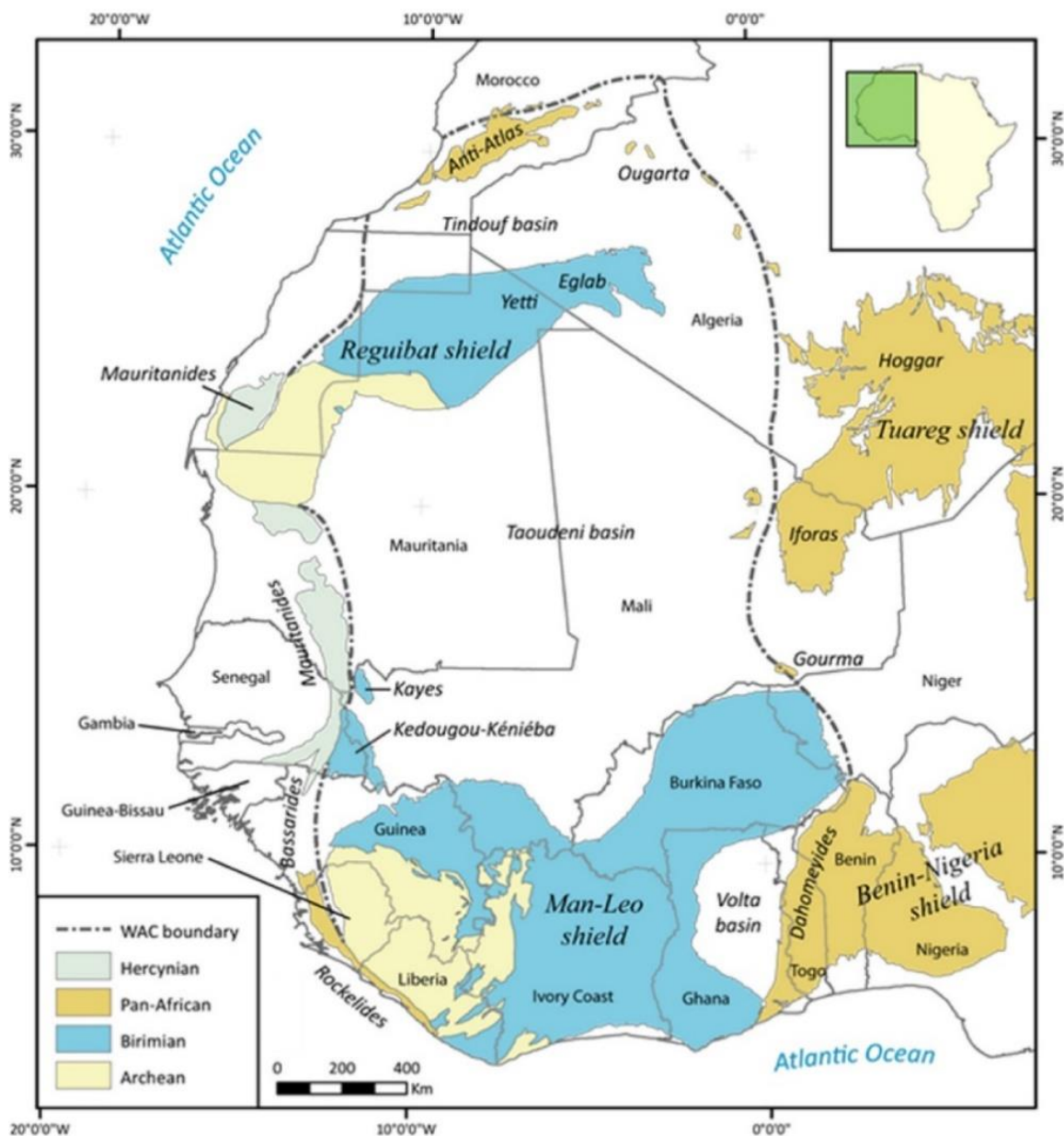


Fig. 1. Carte tectonique simplifié du craton Ouest Africain [17]

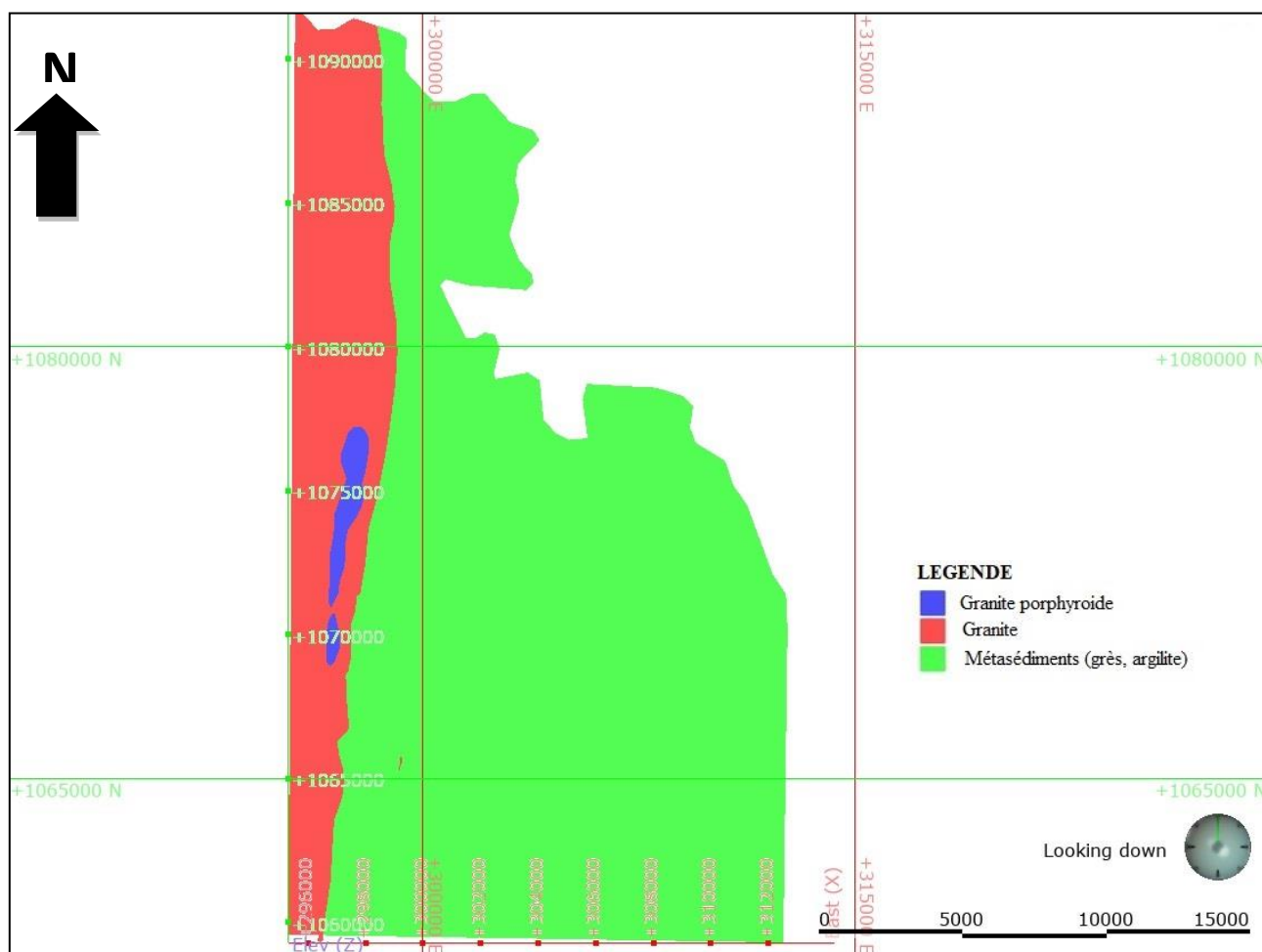


Fig. 2. Carte géologique de la zone d'étude

3 METHODES ANALYTIQUES

Plusieurs échantillons de métasédiments et de granitoïdes ont été sélectionnés au cours des différentes missions de terrain. Les lames minces de ces roches ont été confectionnées au laboratoire de Géologie du Socle et de Métallogénie (UFR-STRM) de l'Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan. Elles ont été étudiées au microscope optique pour identifier les principaux minéraux et la nature de la roche.

Quarante-cinq (45) échantillons ont été sélectionnés puis envoyés au laboratoire ALS de Vancouver pour des analyses géochimiques. Par la méthode XRF les éléments majeurs ont été dosés; les terres rares et les éléments en trace quant à eux ont été analysés au l'ICP-MS.

4 RÉSULTATS

4.1 DONNÉES PÉTROGRAPHIQUES

4.1.1 MÉTASÉDIMENTS

4.1.1.1 ARGILITES

Les argilites constituent la lithologie la plus dominante du secteur d'étude. Au total, deux (02) échantillons d'argilites ont servi à faire des lames minces. L'observation des lames minces de ces échantillons au microscope, nous a permis de distinguer une minéralogie constituée de quartz subarrondis, de chlorite et de minéraux opaques. L'orientation des minéraux chloriteux définit une schistosité qui est en réalité la schistosité S1 définit sur le terrain avec une direction N000° et un pendage de 46°E (Figure 3 a et b). La proportion de minéraux opaques est 2 à 3 %. La proportion de quartz quant à elle est très infime (moins de 5 %) dans les argilites (Figure 4 a, b et c).

4.1.1.2 GRÈS

Les photographies de la lame mince (TS008) montrent que cet échantillon de grès est composé de minéraux de quartz subarrondis, de chlorite et de minéraux opaques (Figure 5-a, b et c). On y ajoute du quartz recristallisé et des feldspaths pour l'échantillon TS009 (Figure 6-a, b et c).

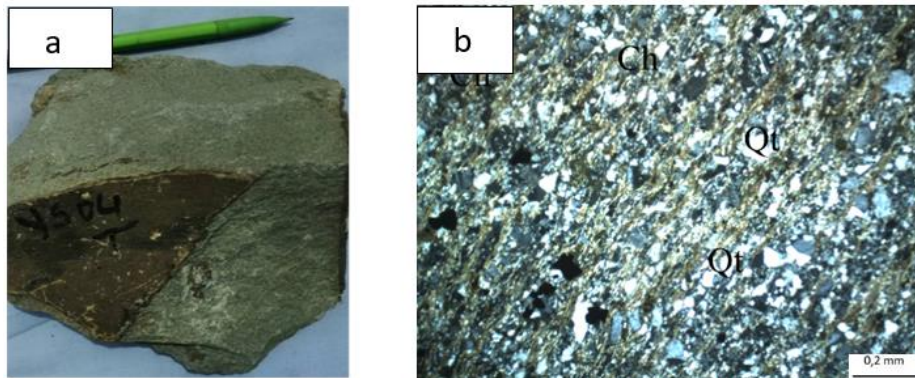


Fig. 3. Aspect macroscopique et microscopique de l'argilite (TYS004).
a: Argilite macroscopique. b: Argilite présentant du quartz et une altération en chlorite

Qt = Quartz; Ch = Chlorite

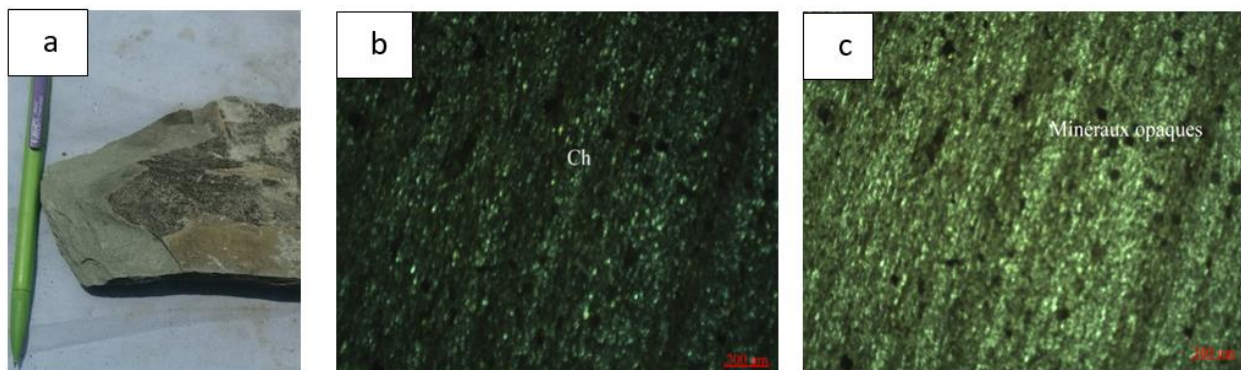


Fig. 4. Aspect macroscopique et microscopique de l'argilite (TYS015)
a: Argilite macroscopique. b: Argilite présentant une altération en chlorite, avec la présence de minéraux opaques en lumière polarisée analysée. c: Argilite présentant une altération en chlorite, avec la présence de minéraux opaques en lumière polarisée non analysée.

Ch = Chlorite

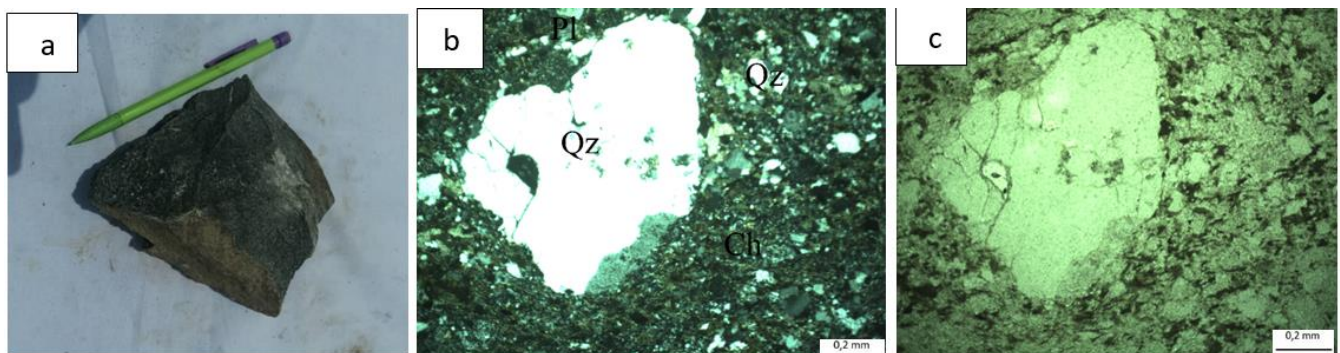


Fig. 5. Aspect macroscopique et microscopique du grès (TYS008)
a: Grès à quartz « bleu » macroscopique. b: Grès à « quartz » (TYS008) en lumière polarisée analysée. c: Grès à « quartz » (TYS008) en lumière polarisée non analysée

Qt = Quartz; Pl = Plagioclase; Bi = Biotite

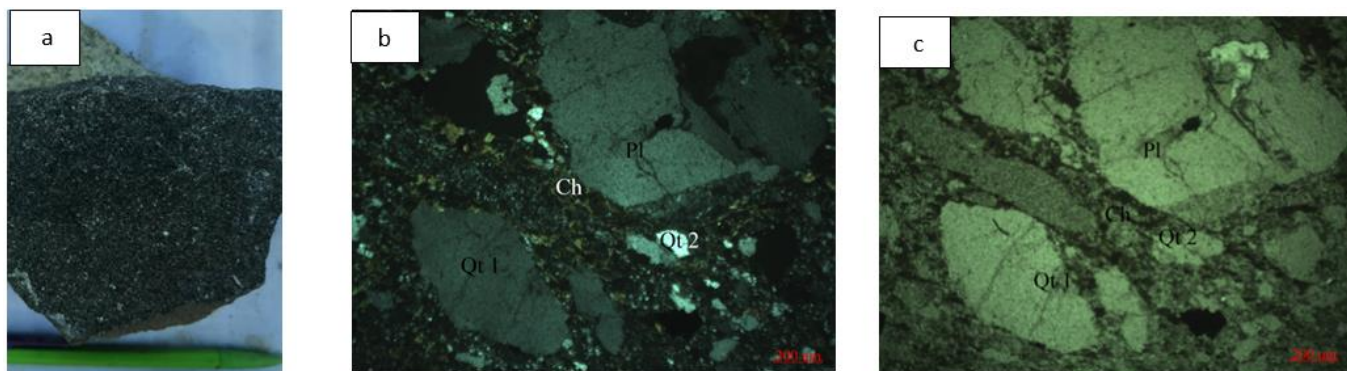


Fig. 6. Aspect macroscopique et microscopique du grès feldspathique (TYS009)
a: Grès quartz feldspathique macroscopique. **b:** Grès feldspathique (TYS009) en lumière polarisée analysée.
c: Grès feldspathique (TYS009) en lumière polarisée non analysée

Qt 1= Quartz primaire; Qt 2 = Quartz néoformé; Pl = Plagioclase; Ch = Chlorite

4.1.2 NATURE ET ORIGINE DES MÉTASÉDIMENTS

Les éléments majeurs sont susceptibles d'être mobilisés lors de certains processus d'altération. Ces éléments majeurs seront donc utilisés pour mettre en évidence certains caractères des métasédiments de la zone d'étude.

Les compositions en SiO_2 sont comprises entre 62,05 et 74,53% avec des teneurs en Al_2O_3 oscillant entre 11,7 et 17,43%. Les concentrations en Fe_2O_3 et MgO sont respectivement comprises entre 5,21-8,37% et 1,1-2,62%. Les compositions en CaO et en TiO_2 varient respectivement entre 1,1-2,94 %; 0,54 et 0,79%. La teneur en alcalin ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) se situe entre 3,28 et 5,44%. Ces métasédiments ont été affectés par un métamorphisme de faible degré entraînant ainsi une redistribution de certains éléments tels que les alcalins (Na_2O et K_2O) et des éléments immobiles comme le SiO_2 et le TiO_2 . Les éléments chimiques immobiles (SiO_2 et TiO_2) peuvent donner des informations sur la nature du protholite de nos échantillons ainsi que leur provenance. C'est ainsi que le diagramme TiO_2 versus SiO_2 de [18] montre que l'ensemble des métasédiments étudié a une origine sédimentaire (Figure 7. a). Selon le diagramme de classification $\text{Log}(\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O})$ versus $\text{Log}(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ de [19], les métasédiments appartiennent majoritairement au groupe des grès et accessoirement au groupe des sandstones riches en fer (Figure 7. b).

Le degré d'altération de la roche source peut être évalué à partir de l'indice chimique d'altération (CIA) de [20] basé sur les proportions molaires suivantes: $\text{CIA} = [\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO}^* + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})] * 100$ (CaO^* correspond à la concentration en CaO incorporé dans la fraction silicatée de la roche). Ainsi donc, les roches ayant des valeurs de CIA > 92, sont fortement altérées à cause de la transformation des feldspaths en minéraux argileux [21]. Les roches dont les valeurs de CIA sont comprises entre 60 et 80 présentent une altération météoritique et CIA < 60 montre qu'il n'y a pas ou peu d'altération [22, 23]. L'ensemble des métasédiments étudiés présentent des valeurs de CIA comprises entre 60 et 80 indiquant une altération altération météoritique de la roche source. Le digramme ternaire A-CN-K et CIA de [22] renseigne sur l'intensité de l'altération ainsi que sur la composition de la roche source des sédiments. Nos échantillons plotés dans ce diagramme révèlent une altération intermédiaire et se formeraient à partir des basaltes, andésites et granodiorites (Figure 7.c).

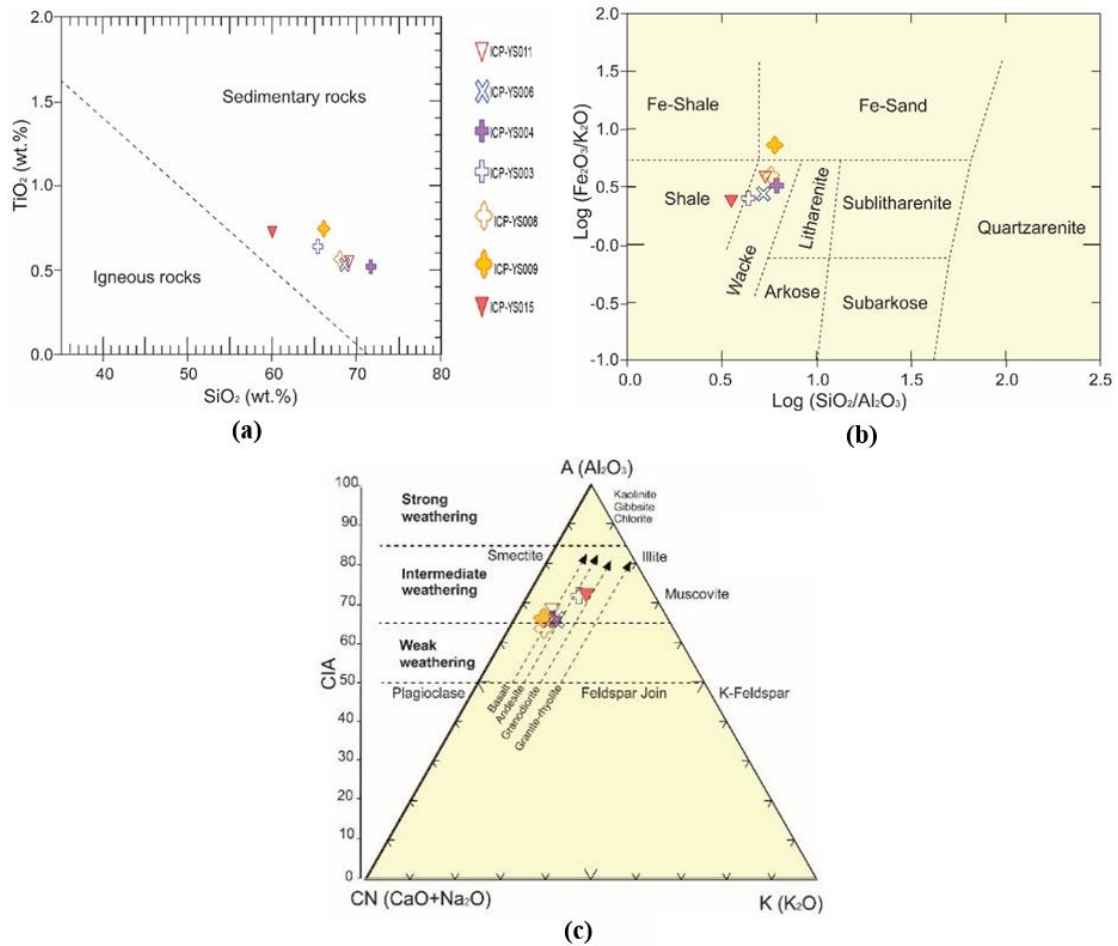


Fig. 7. (a) diagramme TiO_2 versus SiO_2 de Tarney (1977) [18], (b) diagramme $Log (Na_2O/K_2O)$ versus $Log (SiO_2/Al_2O_3)$ de Herron (1988) [19], (c) diagramme A-CN-K et CIA selon Fedo et al., (1995) [22] appliqué aux métasédiments

4.1.3 ENVIRONNEMENT GÉOTECTONIQUE DES MÉTASÉDIMENTS

De nombreuses classifications mettent en évidence l'existence d'une corrélation entre la composition des sédiments détritiques et leur environnement géodynamique de dépôt. Ainsi donc, le diagramme discriminant de [24] révèle que les métasédiments de la zone d'étude appartiennent à un seul domaine à savoir le domaine de marge continentale active (Figure 8).

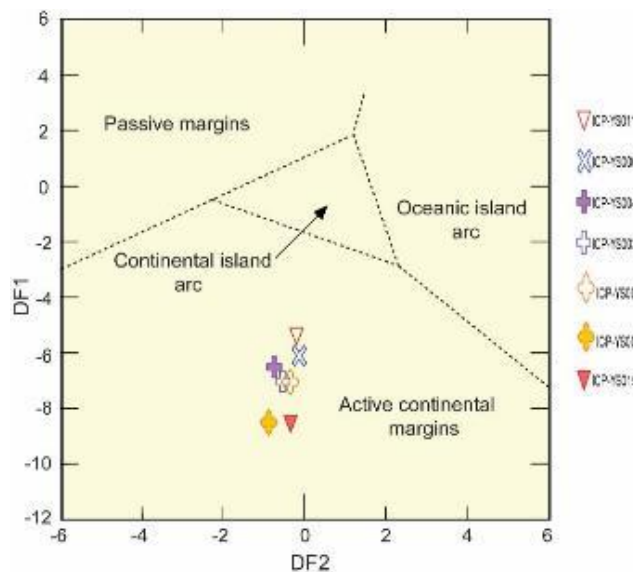


Fig. 8. Diagramme $DF1$ versus $DF2$ de Bhatia (1983) [24] pour la discrimination de l'environnement géotectonique des métasédiments

4.2 GRANITOÏDES

4.2.1 DONNÉES PÉTROGRAPHIQUES

4.2.1.1 GRANITES

L'observation de la lame mince TY005 au microscope révèle une minéralogie composée de quartz, feldspaths et de biotite. Les minéraux quarts-feldspathiques sont transparents en lumière polarisée non analysée. La texture est grenue ce qui confère à la roche le nom d'un granite (Figure 9-a, b et c). La lame mince TYS013 est constituée de quartz, feldspath, biotite et de muscovite. Cet ensemble de minéraux confirme son nom de granite à deux micas. La majorité des minéraux sont orientés, cela qui traduit le contexte d'un métamorphisme à faible degré (Figure 10-a, b).

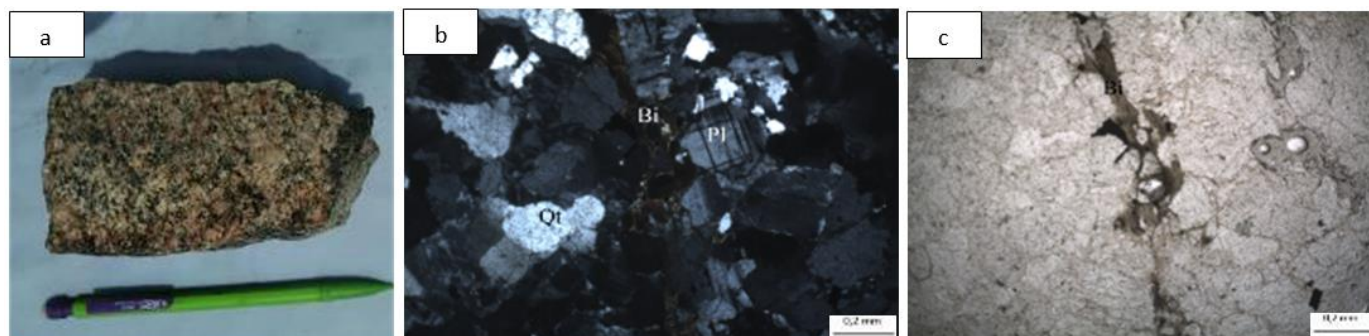


Fig. 9. Aspect macroscopique et microscopique du granite (TYS005)

a: Granite macroscopique. b: Texture grenue du granite (TYS005) en lumière polarisée analysée.

c: Granite (TYS005) en lumière polarisée non analysée, on remarque uniquement la biotite et les autres minéraux étant transparents

Qt = Quartz; Pl = Plagioclase; Bi = Biotite

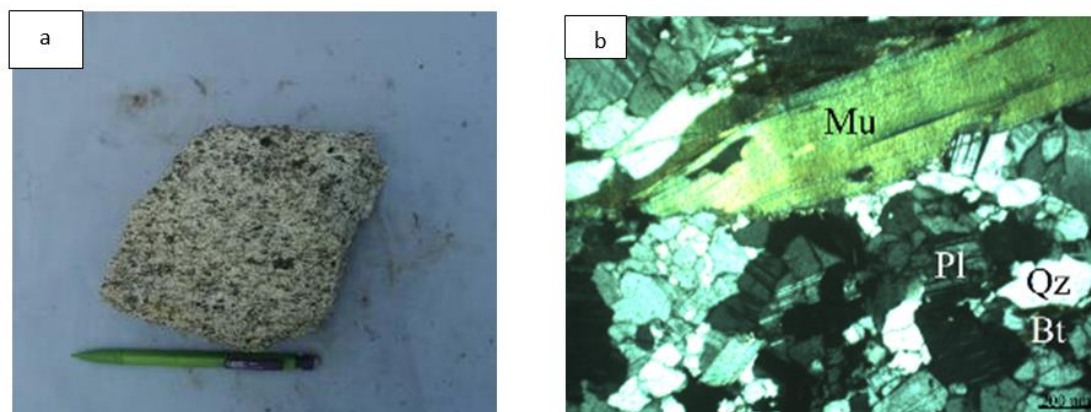


Fig. 10. Aspect macroscopique et microscopique du granite (TYS013)

a: Granite macroscopique. b: Texture grenue du granite (TYS013) en lumière polarisée analysée.

Qt=Quartz; Pl = Plagioclase; Bi = Biotite; Muscovite = Mu

Ces minéraux sont orientés ce qui traduit un léger métamorphisme.

4.2.1.2 TONALITES

L'intrusion de la tonalite (échantillon TDY001) est constituée de plagioclase, séricite, quartz, rare biotite et de minéraux opaques. Les plagioclases sont abondants et se transforment en séricite. Ils sont aussi de grande taille et englobent le quartz. Le quartz présente une texture xénomorphe et une extinction roulante et les minéraux opaques sont composés de pyrites. La texture macroscopique est microgrenue (Figure 11).

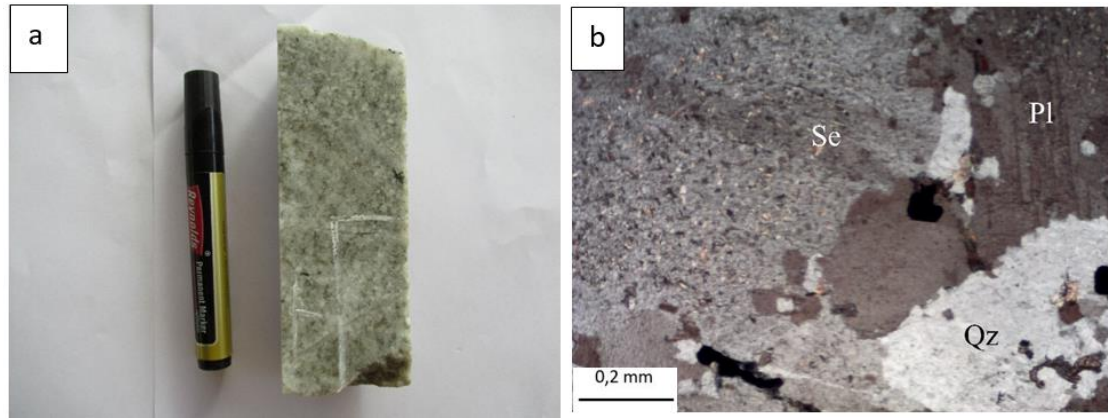


Fig. 11. Aspect macroscopique et microscopique de la tonalite (TDY001)

a: Tonalite avec feldspath et de quartz. b: Texture grenue avec des cristaux de feldspath et de quartz, sericite, lumière polarisée analysée

Fd = Feldspath; Qt = Quartz; Se: Séricite; Op: Minéraux opaques

4.2.1.3 DIORITE

Les dykes de diorite (TDY002) composé essentiellement de feldspath, de biotite se transformant en chlorite et de minéraux opaques (pyrite) (Figure 12).

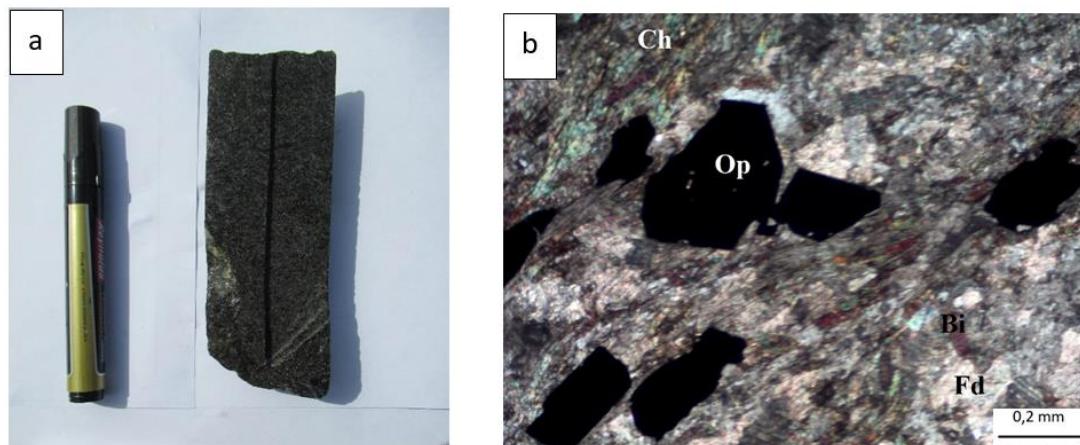


Fig. 12. a: Diorite avec feldspath et de chlorite.

b: Texture grenue avec des cristaux de feldspath et de biotite chloritisé, phénocristaux de minéraux opaques, lumière polarisée analysée

Fd = Feldspath; Ch = Chlorite; Bi = Biotite; Op = Minéraux opaques

4.2.2 NATURE ET ORIGINE DES GRANITOÏDES

La normalisation des données de géochimie appliquée au diagramme Plutonic Rock Classification de [25] révèle la présence de tonalite, de granodiorite, de granite et d'adamellite (Figure 13). Ce diagramme a été choisi, car il étudie efficacement les roches qui ont un caractère hautement felsique, ce qui est le cas de nos échantillons. Cependant, certains échantillons ne figurent pas dans ce diagramme c'est pour cela que nous avons eu recours au diagramme plutonic chemical variation R1-R2 pour traiter le cas de quatre échantillons. (Figure 14). Le diagramme révèle que ces échantillons sont un granite alcalin (CV06-73845), un syénite-quartzique (ICP-YS001), un monzo gabbro (ICP-DY003) et un syénodiorite (ICP-DY005).

Le diagramme de [25] appliqué aux granitoïdes définit clairement deux groupes de tonalites. Une analyse poussée de ces deux groupes de tonalites sur le diagramme de Davies et Whitehead montre clairement que le premier groupe est fortement altéré en albite tandis que le deuxième groupe ne présente pas d'altération en albite (Figure 15). Les granites ont des teneurs en SiO₂ variant de 72,77 à 73 % et en alcalins (Na₂O + K₂O) variant de 8,53 à 8,88 %. Les teneurs des granites en Al₂O₃ varient de 15,16 à 15,27 %. Leurs teneurs très faibles en TiO₂ et MgO varient respectivement de 0,11 à 0,13 % et de 0,21 à 0,27 %. Les granodiorites ont des teneurs en SiO₂ variant

de 60,9 à 73,82 % et en alcalins ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) variant de 5,27 à 9,72 %. Les teneurs des granodiorites en Al_2O_3 varient de 14,5 à 15,75 %. Les teneurs en CaO et Fe_2O_3 sont respectivement comprises entre 0,83 et 1,83 %; 1,41 et 5,95%. Quant aux concentrations en TiO_2 et MgO , elles oscillent respectivement entre 0,12 et 0,71%; 0,21 et 3,96%. Les concentrations en TiO_2 sont assez faibles et similaires à celles des roches plutoniques des arcs magmatiques [26]. Les dix-neuf échantillons de tonalites sont caractérisés par des teneurs en SiO_2 de 59,60 à 78,4%. Les teneurs en MgO varient de 0,13 à 4,50%; les teneurs en Fe_2O_3 sont comprises entre 0,8 et 6,23%; les teneurs en Al_2O_3 varient de 13,6 à 16,15% et celles de CaO varient de 0,21 à 3,02%. Les teneurs en $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ varient de 6,00 à 8,53%; les teneurs de MnO varient de 0,01 à 0,08% et celles de TiO_2 varient de 0,06 à 0,66%.

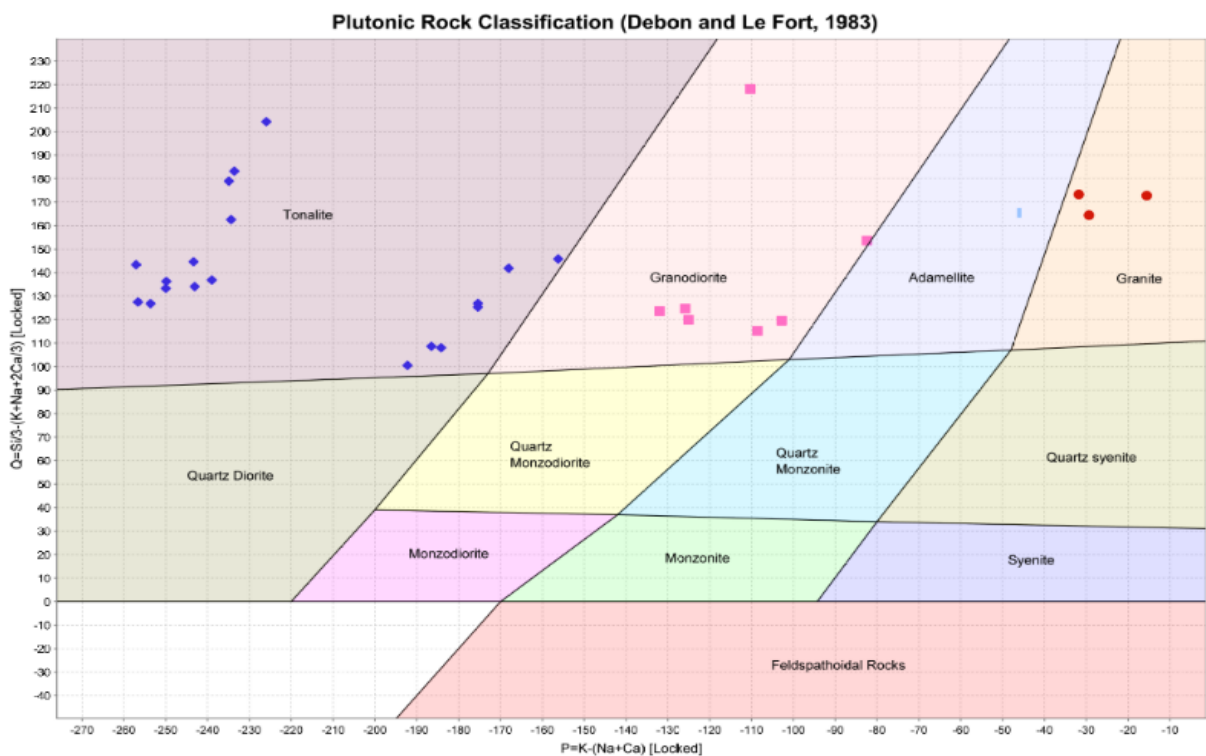


Fig. 13. Diagramme de [25] appliqué aux échantillons de granitoïdes

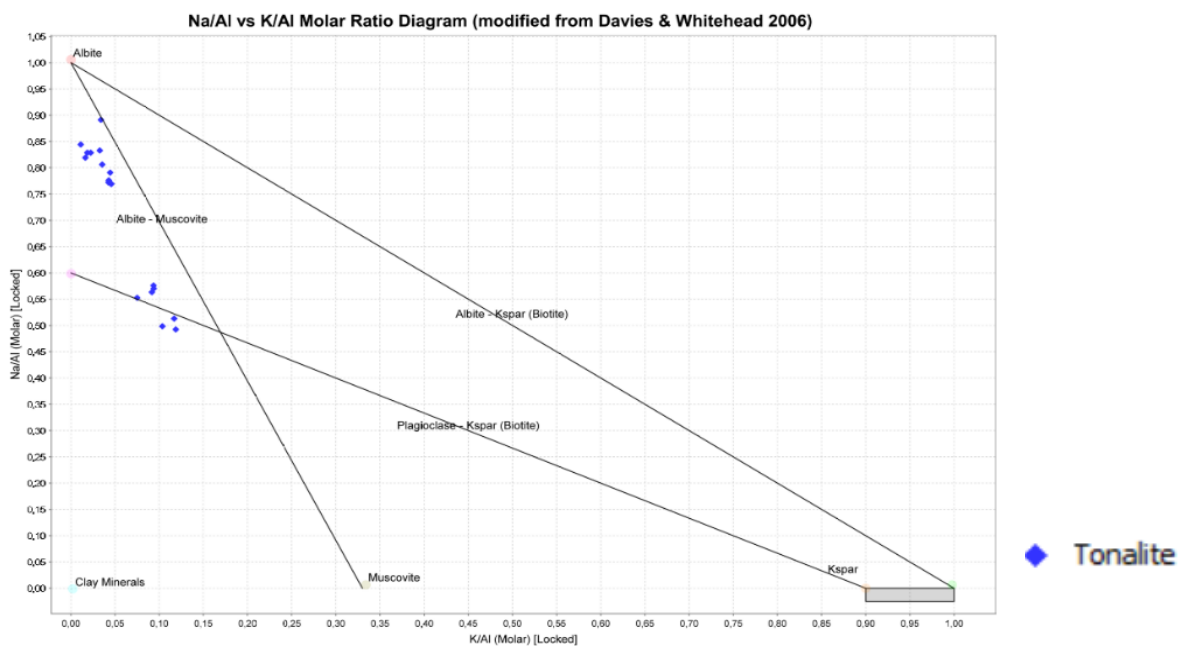


Fig. 14. Diagramme de [27] appliqué aux tonalites

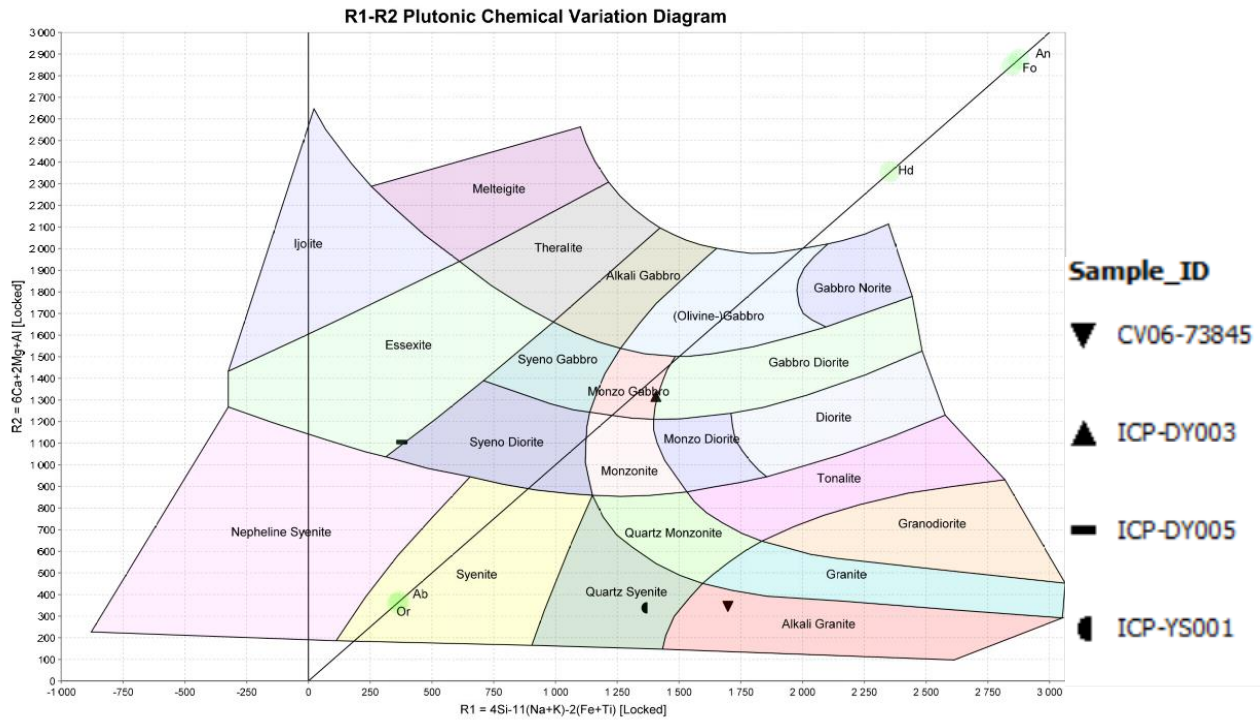


Fig. 15. Diagramme de R1 et R2 appliqué aux échantillons de granitoïdes

4.2.3 ENVIRONNEMENT GÉOTECTONIQUE DES GRANITOÏDES

Le traitement des éléments chimiques selon les diagrammes de discrimination Ta vs Yb et Y+Nb vs Rb montrent bien que tous les échantillons de tonalite et certains échantillons de granite et de granodiorite sont des granites d'arcs volcaniques (Figure 16 et 17). La majorité des roches montrent une signature géochimique d'arc volcanique et de granites de collision; ce qui suppose leur formation sous l'influence d'une subduction.

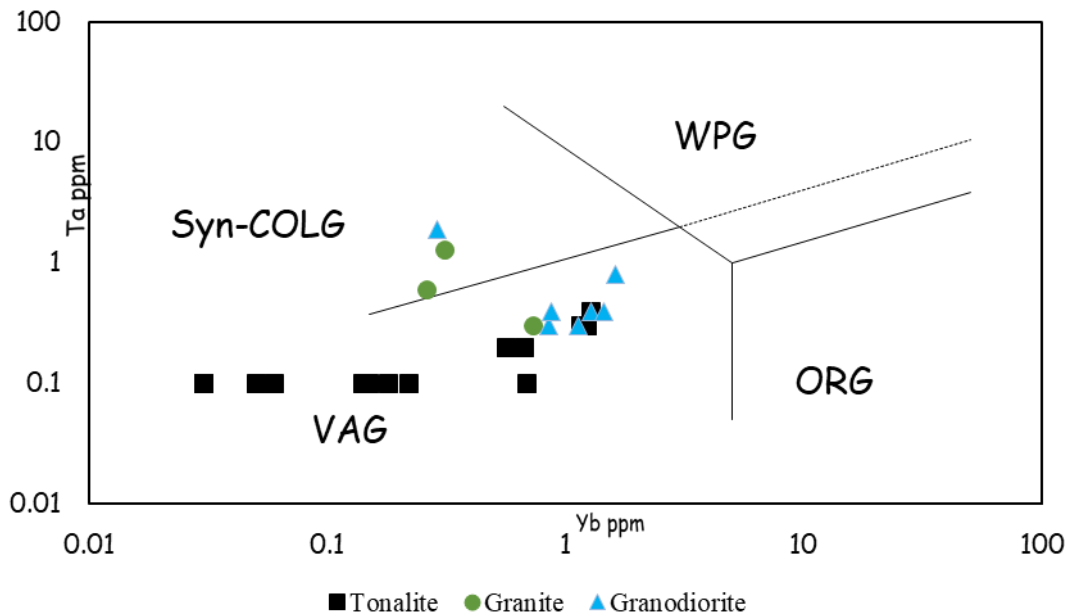


Fig. 16. Diagrammes Ta vs Yb appliqué aux échantillons de granitoïdes [28]

VAG = Granites des arcs volcaniques Syn-COLG = Granites des zones de collision

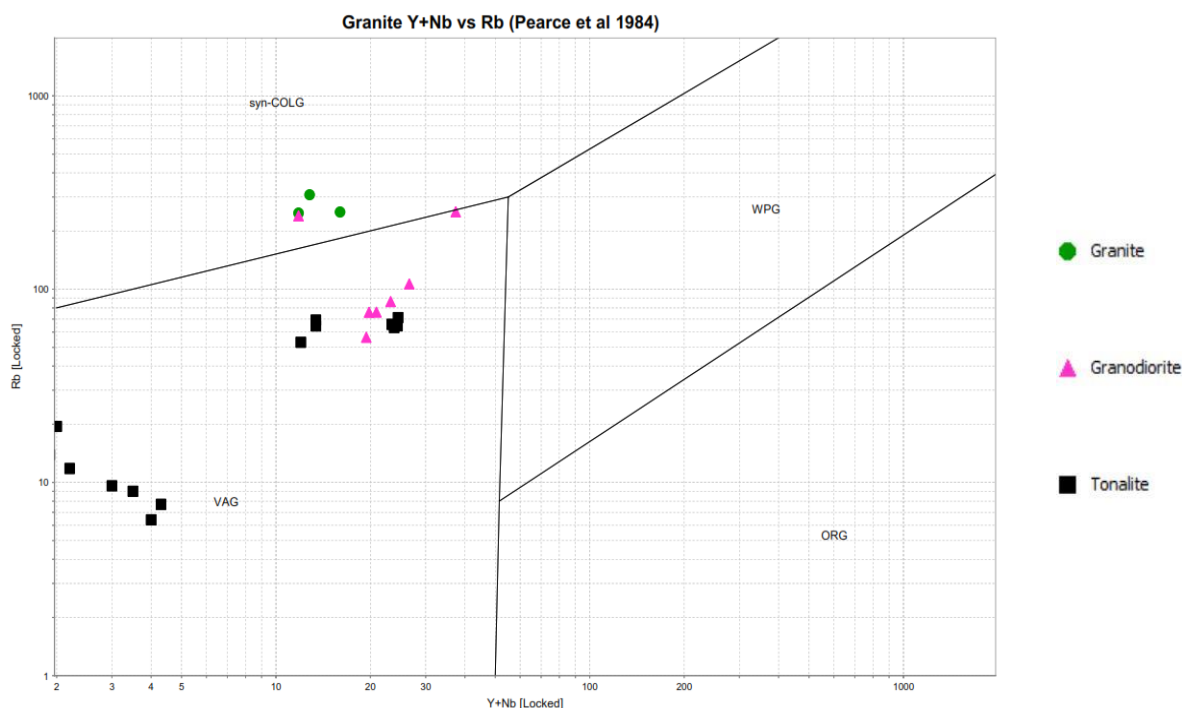


Fig. 17. Diagrammes Y+Nb vs Rb appliqué aux échantillons de granitoïdes [28]

4.2.4 DISCUSSION

Les métasédiments étudiés sont essentiellement composés d'argilites et de grès comme la majorité des bassins birimiens [29] et [30]. Ceux-ci sont composés de quartz, de chlorite ainsi que quelques minéraux opaques. Nous remarquons que les roches de la partie nord du bassin de la Comoé diffèrent de celles de sa partie sud [31] ainsi que certains bassins comme celui de Siguiiri [32], de Cape Coast [33] et de Bandama [34] composés de micaschistes, mylonites, paragneiss, schiste, et métawacke. En effet, les roches étudiées ont majoritairement des compositions de grès et accessoirement des compositions de shale et de sandstone riche en fer. Ces résultats sont partiellement similaires aux études menées par [35] et [36] dans le sud-ouest de la Côte d'Ivoire principalement dans le domaine SASCA.

Plusieurs études menées sur les métasédiments précambriens indiquent des indices d'altération PIA et CIA assez élevés [37, 38, 22, 39, 40]. Ces résultats sont plus ou moins corroborés par la présente étude. Néanmoins les métasédiments de la partie nord du bassin de la Comoé présentent des indices d'altération intermédiaire indiquant une altération moyenne de la roche source.

Le diagramme A-CN-K des roches étudiées indique que les protolithes évoluent entre les basaltes, les andésites et les granodiorites. Des résultats similaires ont été observés dans les métasédiments du sud-ouest de la Côte d'Ivoire dans le domaine SASCA [36]. Dans le bassin de Kumasi au Ghana, [30] indique que les protolithes des métasédiments de Kumasi sont des tonalites. L'environnement géotectonique de marge continentale active mis en évidence à travers l'étude géochimique des métasédiments étudiés est corroboré par plusieurs études [3, 41, 42, 43, 35, 36, 31].

Les roches plutoniques qui ont été discriminées à travers le diagramme de [25] et le diagramme de R1 et R2 sont: les tonalites, granodiorites, granites, adamellite, une syénite-quartzique, un monzo gabbro un syenodiorite.

Le diagramme de Davies et Whitehead indique une forte altération en albite uniquement dans les tonalites. C'est le même phénomène d'altération observé dans la granodiorite dans la mine d'or de Bonikro dans les travaux de [40].

La majorité des roches plutoniques à savoir les granites, granodiorites et les tonalites se sont mis en place dans un environnement de granites d'arc volcanique (VAG) et de collision (Syn-COLG); ce qui suppose leur formation sous l'influence d'une subduction suivie d'une collision.

5 CONCLUSION

Les métasédiments de la partie nord du bassin de la Comoé sont composés essentiellement de grès et d'argilites à l'instar de la plupart des bassins birimiens. Ces roches faiblement métamorphosées ont majoritairement des compositions de grès et accessoirement

des compositions de shale et de sandstone riche en fer. Les deux indices d'altération utilisés PIA et CIA sont fortement corrélés. Les échantillons à composition de grès ont essentiellement des valeurs faibles tandis que ceux à composition de shales sont variables. Il faut signaler que les valeurs des indices sont indépendantes du degré de métamorphisme. Les protolithes des métasédiments étudiés évoluent entre les basaltes, les andésites et les granodiorites. Ces métasédiments proviendraient d'un environnement de type marge continentale active. Les roches plutoniques sont composées des tonalites, granodiorites, granites, adamellites, monzo gabbro, syenodiorite, et des syénite-quartziques et se sont mis en place dans un environnement d'arc volcanique (VAG) et de collision (Syn-COLG), ce qui suppose leur formation sous l'influence d'une subduction.

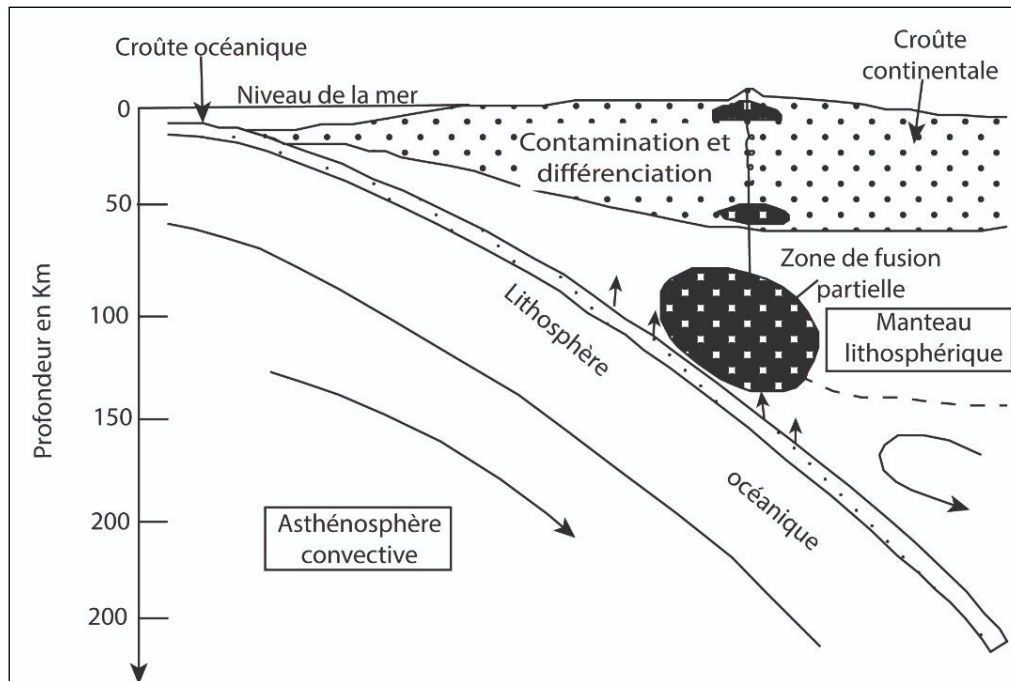


Fig. 18. Aspect schématique de la marge continentale active

En définitive, le modèle géodynamique est une subduction qui est à l'origine d'une cordillère de marge active suivie d'une collision (Figure 18).

REFERENCES

- [1] Béziat, D., Siebenaller, L., Salvi, S., Chevalier, P., 2016. A weathered skarn-type mineralization in Ivory Coast: The Ity gold deposit. *Ore Geology Reviews* 78, 724–730. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2015.07.011>
- [2] Assié K. E. (2008). Lode gold mineralization in the Paleoproterozoic (Birimian) volcano-sedimentary sequence of Afema gold district, southeastern Côte d'Ivoire. Doctorat University of Clausthal, Germany, 198p.
- [3] Houssou N. N. (2013). Etude pétrologique, structurale et métallogénique du gisement aurifère d'Agbahou, Divo, Côte d'Ivoire. Doctorat, Univ. Félix Houphouët-Boigny, 177 p.
- [4] Milesi, J.P., Feybesse, J.L., Ledru, P., Dommanget, H.A.S., Ouedraogo, M.F., Marcoux, E., Prost, A., Vinchon, C., Sylvain, J.P., Johan, V., Tegye, M., Calvez, J.Y & Lagny P. (1989). The gold mineralizations of West Africa, their relations with the lithostructural evolution of the Lower Proterozoic. *Chrono. Search _ Min.*, Fr.497, 98p.1. [https://doi.org/10.1016/0301-9268\(92\)90123-6](https://doi.org/10.1016/0301-9268(92)90123-6).
- [5] Greyling et al. 2013.
- [6] Masurel, Q. (2015). 4D evolution of the Sadiola-Yatela gold district, Kédougou-Kéniéba inlier, West Africa. Ph.D. Thesis, The University of Western Australia, 238 p.
- [7] Tagini, B. (1971). Esquisse structurale de la Côte d'Ivoire. Essai géotechnique régional, Thèse de Doctorat Univ. Fac. Des Sci. Lausanne (Suisse), et, SODEMI, Abidjan, 302 p.
- [8] Yace I. (2002). Initiation à la géologie. L'exemple de la Côte d'Ivoire et de l'Afrique de l'Ouest. Ed. CEDA, 183 p.
- [9] Sonnendrucker, P. (1969). Etude de synthèse sur l'or en Côte d'Ivoire, rapport de fin de mission, SODEMI, Abidjan, rapport n°222, 127 p.
- [10] Bessoles, B. (1977). Géologie de l'Afrique: le Craton Ouest Africain. Mém. BRGM, France, 88, 403 p.
- [11] Arnould A. (1961) - Etude géologique des migmatites et des granites précambriens du nord-est de la Côte d'Ivoire et de la Haute-Volta méridionale. Mémoire BRGM., n°3, 175 p., 44 fig., 12 pl.

- [12] Bonhomme M. (1962). Contribution à l'étude géochronologique de la plate-forme de l'Ouest africain. Thèse, Ann. Fac. Sci. Univ. Clermont-Ferrand 5, 62 p.
- [13] Pothin K. B. K. (1988) - Un exemple de volcanisme du Protérozoïque inférieur en Côte d'Ivoire: zone de subduction ou zone de cisaillement? *Journal of African Earth Sciences* 16, Issue 4, p. 437-443.
- [14] Daouda Y. B. (1998) - Lithostratigraphie et pétrologie des formations birimiennes de Toumodi Fettekro, Côte d'Ivoire: implication pour l'évolution crustale du Paléoprotérozoïque du craton Ouest-Africain. Doctorat, Univ. Orléans-Géosciences, Mémoire 737,191p.
- [15] WAXI, 2018. Geological map of the West African craton.
- [16] Ouattara, G. (1998). Structure du batholite de Ferkessedougou (secteur de Zuénoula, Côte d'Ivoire). Implication sur l'interprétation de la géodynamique du paléoprotérozoïque de l'Afrique de l'ouest à 2,1 Ga. Thèse de doctorat. Univ. Orléans, 290 p.
- [17] Mikael Grenholm, 2014 Grenholm, M. (2014). The Birimian event in the Baoulé Mossi domain (West African Craton): regional and global context. Dissertations in Geology at Lund University.
- [18] Tarney (1977).
- [19] Herron M. M. (1988) - Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data. *J. Sed. Petrol.* 58, p. 820-829.
- [20] Nesbitt H. W., Young G. M. (1984). Prediction of some weathering trends of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic and kinetic considerations. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 48, 1523–1534.
- [21] Potter et al., 2005.
- [22] Fedo C.M., Nesbitt H.W., Young G.M. (1995). Unravelling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleoweathering conditions and provenance, *Geology*, Vol. 23, 921-924.
- [23] Aristizábal et al., 2009.
- [24] Bhatia, (1983); Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. *The Journal of Geology*, 91 (6), 611-627.
- [25] Debon, F., Le Fort, P. (1983). A chemical–mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 73, 135–149.
- [26] Pearce et Cann, 1973; Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses *Earth Planet. Sci. Lett.*
- [27] Davies et Whitehead 2006.
- [28] Pearce, J. A., Lippard, S. J., & Roberts, S. (1984). Characteristics and tectonic significance of supra-subduction zone ophiolites. *Geological Society, London, Special Publications*, 16 (1), 77-94.
- [29] Roddaz M., Debat P., Nikiéma S. (2007). Geochemistry of Upper Birimian sediments (major and trace elements and Nd–Sr isotopes) and implications for weathering and tectonic setting of the Late Paleoproterozoic crust. *Precambrian Research*, 159, 197– 211.
- [30] Asiedu D. K., Asong S., Atta-Peters D., Sakyia P., Ben-Xun Suc., Dampared S., Chris Y., Anania C. (2017). Geochemical and Nd-isotopic compositions of juvenile-type Paleoproterozoic Birimian sedimentary rocks from southeastern West African Craton (Ghana): Constraints on provenance and tectonic setting. *Precambrian Research*, 300, 40-52.
- [31] Adingra M.P.K., Coulibaly Y., Ouattara Z., Coulibaly I. (2018). Caractéristiques pétrographiques et géochimiques des métasédiments de la partie sud-est du bassin birimien de la Comoé (nord d'Alépé-sud est de la Côte d'Ivoire) *Revue RAMRES*. Vol 06, n° 2, 28-35.
- [32] Feybesse J.L., Billa M., Diaby S., Diallo S., Egal E., Le Metour J., Lescuyer, J.L., Sylla B.J., Villeneuve M. (2004). Notice explicative de la Carte Géologique et Géologique à 1/500 000 de la Guinée BRGM, DNRGH. 60 p.
- [33] Asiedu D.K., Dampare S., Asamoah-Sakyi P., Banoeng-Yakubo B., Osae S., Nyarko B.J.B, Manu J. (2004). Geochemistry of Paleoproterozoic metasedimentary rocks from the Birim diamondiferous field, southern Ghana: implications for provenance and crustal evolution at the Archean-Proterozoic boundary. *Geochim. J.* 38, 215–228.
- [34] Doumbia S. (1997) - Géochimie, géochronologie et géologie structurale des formations birimiennes de la région de Katiola-Marabadiassa (centre nord de la Côte d'Ivoire). Evolution magmatique et contexte géodynamique du Paléoprotérozoïque. Doctorat, Univ. Orléans, Mémoire BRGM 276, 253 p.
- [35] Kouadio F. J. L. H., Djro S.C., Kouamelan A.N., Alially M.E., Koffi Y.A. (2016). Signatures pétrographiques et géochimiques des paragneiss des secteurs de Tabou et de Grand-Bereby (Sud-ouest de la Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 18 (3), 646-658.
- [36] Koffi Y.A., Kouamelan A.N., Kouadio F. J-L H., Teha K.R., Kouassi B.R., et Koffi, G.R.S. (2018). Pétrographie et origine des métasédiments du domaine SASCA (SW de la Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Applied Studies*. Vol.23, 451-464.
- [37] Nesbitt and Young, 1989; Nesbitt H. W., Young G. M. (1989). Formation and diagenesis of weathering profiles. *J. Geol.*, 97, 129–147.
- [38] Condie K.C. (1993). Chemical composition and evolution of the upper continental crust: contrasting results from surface samples and shales. *Chem. Geol.*, 104, 1–37.
- [39] Fedo C.M., Eriksson K., Krogstad E.J. (1996). Geochemistry of shale from the Archean (~3.0 Ga) Buhwa Greenstone belt, Zimbabwe: Implications for provenance and source area weathering, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 60, No. 10, 1751-1763.
- [40] Ouattara Z. (2015). Caractères lithostratigraphique, structural, géochimique et métallogénique du gisement d'or de Bonikro, sillon birimien de Fettekro, centre-sud de la Côte d'Ivoire. *Doct. Univ. Félix Houphouët-Boigny, Abidjan*, 256 p.