

Pétrographie et minéralogie des intrusions alcalines du domaine SASCA (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire, Craton Ouest Africain), comparaison avec d'autres plutons alcalins

Brice Roland Kouassi ; Alain Nicaise Kouamelan ; Sagbrou Cherubin Djro ; Inza Coulibaly ; Augustin Yao Koffi ; Koffi Raoul Teha ; Gnagnon Raymond Stéphane Koffi ; Koffi Joseph Brou
Laboratoire de Géologie du Socle et de Métallogénie (LGSM) UFR Sciences de la Terre et des Ressources
Minières (STRM) Université Felix Houphouët-Boigny Abidjan-Cocody, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire
Corresponding Author : Brice Roland Kouassi

Abstract: Alkaline plutons in southwestern Côte d'Ivoire, mainly in the SASCA domain (Okrouyo locality), are mainly composed of silica-saturated syenite massifs, which are pyroxene-amphibole syenites and amphibole syenites, as well as biotite granites. The chemical analysis of the mineral phases showed that the colored minerals are very rich in iron. These granitoid intrusions into biotite-amphibole gneisses display typically alkaline characters. The main mineral parageneses are composed of calco-sodium and magnesium-calcium clinopyroxenes, ferro-calcium amphiboles, biotites, orthoses, albites and rarely oligoclases. The chemical characteristics of these minerals could be attributed to an evolution by fractional crystallization.

Keywords : Pluton, Alkaline, Petrography, SASCA Domain, Côte d'Ivoire

Date of Submission: 10-12-2018

Date of acceptance: 25-12-2018

I. Introduction

Selon (Tagini, 1972) il est possible de subdiviser les formations géologiques du Sud-Ouest en socle granito-gneissique, formations éburnéennes et formations post-éburnéennes inégalement réparties sur l'étendue de la zone. Les formations Eburnéennes renferment des métasédiments qui ont faits l'objet de récentes études pétrographiques et géochimiques (Kouadio et al, 2016 ; Koffi et al, 2018). En effet, dans ce secteur, différentes roches plutoniques syn ou tardi-orogéniques ont été cartographiées. Ces intrusions plutoniques Birimiennes sont représentées par des granitoïdes, des gabbros et des syénites. Dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire principalement dans le domaine SASCA les intrusions alcalines (la syénite du mont troquoi particulièrement) ont été étudiés pour la première fois par (Papon, 1973). Après de brèves descriptions pétrographiques et caractérisations géochimiques de ces faciès, des études géochronologiques ont été également menées par cet auteur. En effet le même âge (1587 M.a) fut obtenu sur roche totale et sur microcline par la méthode Rb/Sr. Bien vrai que le magmatisme alcalin est assez rare dans le Paléoprotérozoïque et l'Archéen comparé au Phanérozoïque, (Blichert-Toft et al., 1996 ; woolley, 2001 ; Burke et al, 2003 ; Veevers, 2007), en plus de cette syénite, d'autres plutons alcalins se distribuent également dans le domaine Sassandra Cavally (SASCA). Généralement au niveau du craton Ouest Africain ces roches se présentent le plus souvent sous forme de petits plutons de quelques km² (Rocci et al., 1991 ; Doumbia et al., 1998 ; Kahoui et Mahdjoub, 2004). La présente étude se propose d'exposer les caractéristiques pétrographiques et minéralogiques détaillées de ce complexe alcalin.

II. Contexte Geologique

La structuration du craton ouest africain s'est faite en deux principales étapes qui sont :

- La formation du noyau Archéen (3,6-2,5 Ga) de Man le plus ancien
- La formation de la croûte plus jeune Paléoprotérozoïque (2,5-1,8 Ga)

La Côte d'Ivoire fait partie intégrante de la dorsale de Man du craton ouest africain (Fig.1) avec un socle cristallin précambrien qui représente 97,5% de sa superficie. Ce socle se subdivise en deux grands domaines par la faille méridionale de Sassandra. Nous avons d'une part le domaine Archéen à l'Ouest et d'autres parts le domaine Paléoprotérozoïque (domaine Baoulé-mossi) à l'est. La zone SASCA (Fig.2) où se situe nos faciès syénitiques appartient au domaine Baoulé Mossi (Paléoprotérozoïque). Ces syénites sont généralement voisines de certains granitoïdes calco-alcalins sous forme de batholites dits de la deuxième génération selon (Doumbia et al, 1998). Les différentes formations rocheuses du domaine Baoulé-Mossi sont regroupées sous le vocable de roches Birimiennes. La Côte d'Ivoire en détient environ 35% de ces formations rocheuses qui se matérialisent par une alternance de sillons et de bassins volcano-sédimentaires de direction NS à NE dont les principaux encaissants sont les granites et les gneiss. Ces lithologies présentent des intrusions

variables de granitoides (Chermette, 1935 ; Yacé, 1982 ; Hirdes et al, 1996 ; Doumbia et al., 1998 Gasquet et al., 2003 ; Dioh et al., 2006 ; Egal et al., 2002 ; Pouclet et al., 2006 ; Vidal et al., 2009).Le caractère juvénile de cette croûte Paléoproterozoïque a pu être mis en évidence par des études de géochimie isotopique (Abouchami et al., 1990 ; Boher et al., 1992, Taylor et al., 1988, 1992 ; Pawlig et al., 2006).

Le domaine SASCA a une particularité spécifique. Les travaux de (Papon, 1973) et de (Kouamelan,1996) indiquent l'existence d'une zone de transition à l'intérieur du domaine Paléoproterozoïque entre la faille de Sassandra et la longitude 6°W. Cette zone serait caractérisée par la contamination des formations juvéniles Birimiennes par la croûte Archéenne (âge modèle Nd intermédiaire et zircons hérités). La présence de zircons hérités a été déterminé. Les âges isotopiques Pb/Pb faits par évaporation directe sont respectivement de 3132 ± 9 Ma et de 3141 ± 2 Ma. Ces âges prouvent l'existence de segments de roches Archéennes au sein du domaine Paléoproterozoïque (Kouamelan et al.,1997).Les zones de moindre résistance du domaine SASCA ont permis la mise en place d'intrusions basiques et alcalines qualifiées souvent de formations post éburnéennes. Parmi ces différentes intrusions nous avons les affleurements de syénites ainsi qu'un granite à biotite sur lesquels porte notre étude. Ces formations rocheuses sont encaissées dans des gneiss à biotite (Fig.3).

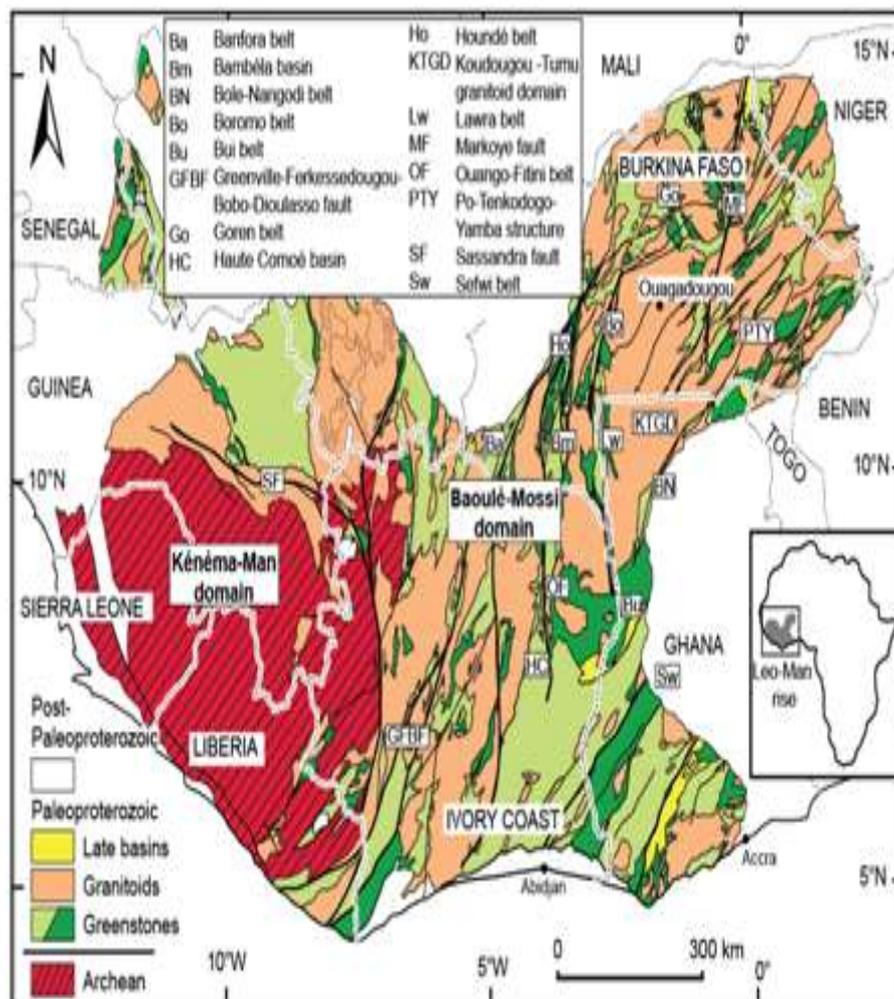


Figure 1 : Carte géologique simplifiée de la dorsale de Man-Léo (modifiée d'après le BRGM carte SIGAfrique, Milési et al., 2004).

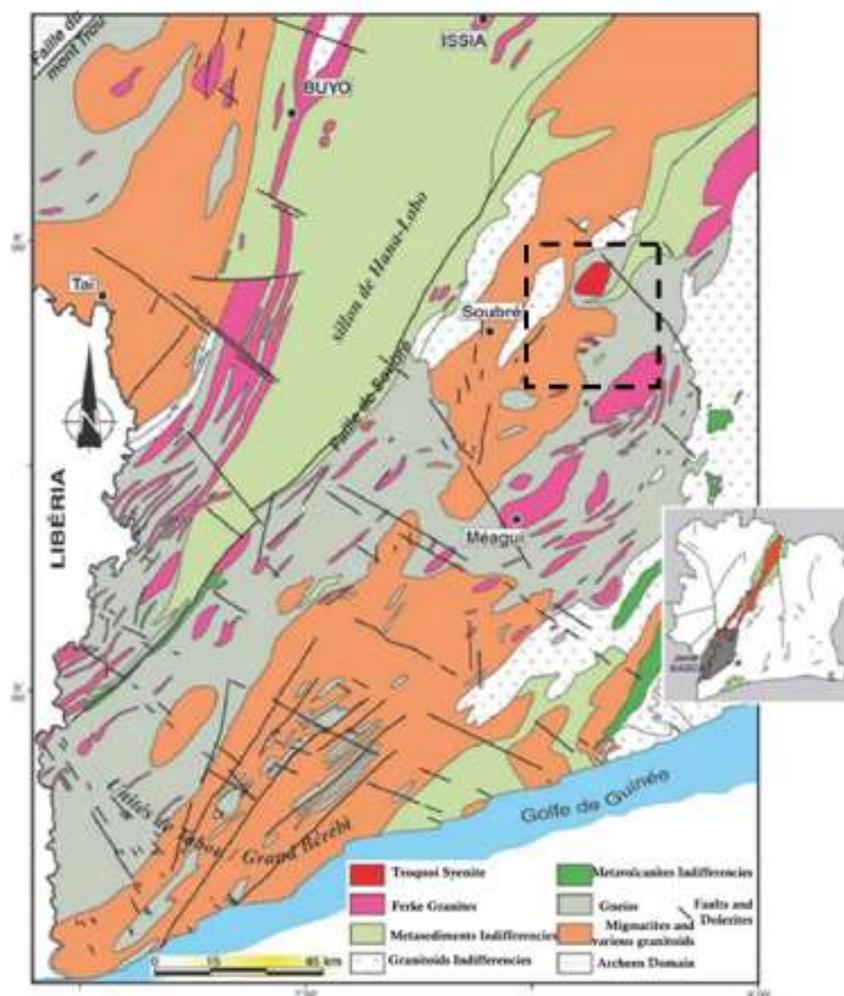


Figure 2 : Carte géologique du domaine SASCA, modifiée d’après (Papon, 1973) avec localisation de la zone d’étude par le rectangle noir en trait discontinu.

III. Données De Terrain

Les syénites forment des massifs d’inégale importance : elles sont encaissées par des gneiss a biotite-amphibole (Fig.3). Trois de ces massifs sont groupés et correspondent aux trois reliefs nommés mont Troquoi. Ils correspondent à des reliefs notables, parfaitement découpés, de forme arrondie ou grossièrement elliptique. Les autres formations rocheuses plus ou moins circulaires couvrent des surfaces de l’ordre du Kilomètre carré. Tous ces affleurements sont sous forme de blocs anguleux ou de boules. Les massifs du mont Troquoi sont constitués de grands cristaux de feldspath. Les autres ont une texture équante à grain moyen. Quelques petits grains de quartz se distinguent dans tous les facies. Le granite à biotite quant à lui, bien qu’étant aussi en intrusion dans le gneiss est en contact avec une migmatite (Fig.3).

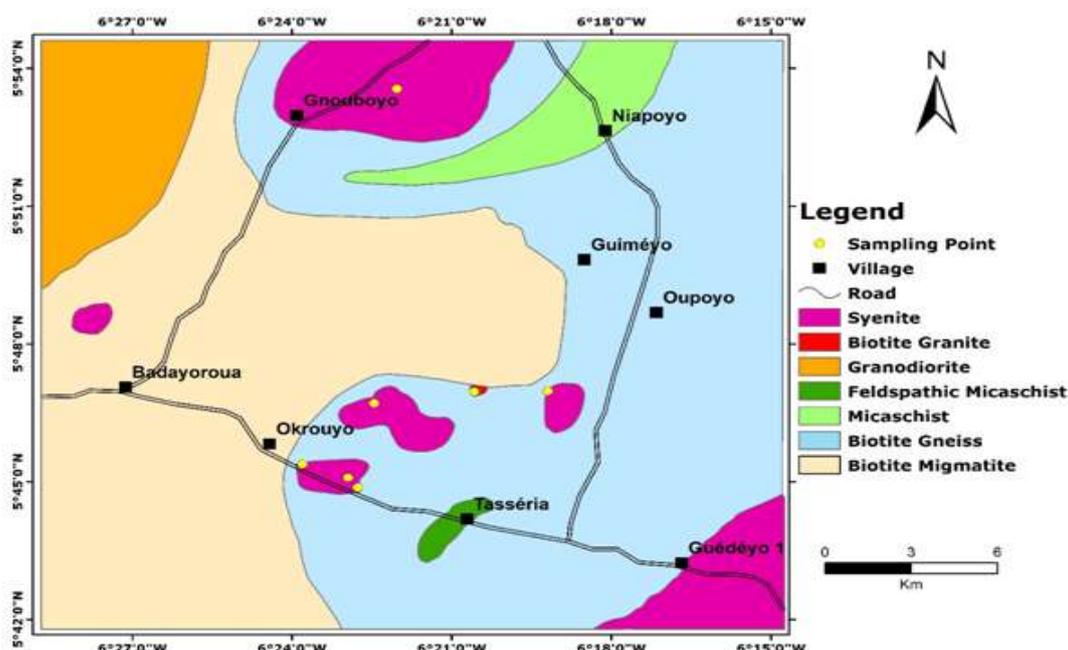


Figure 3 : Carte géologique simplifiée d'Okrouyo modifiée d'après (Papon, 1973) montrant les échantillons soumis à cette étude.

IV. Methodologie

L'acquisition des données de terrain a consisté à une étude pétrographique macroscopique des différents affleurements. Cela a permis de connaître la texture, la couleur, la paragenèse minérale des lithologies de la zone d'étude. Au laboratoire, dans le but de préciser et compléter la pétrographie macroscopique, nous avons confectionné à cet effet huit (08) lames minces au total. Nous nous sommes servis d'un microscope optique de type ZEISS pour l'étude de ces lames au Laboratoire GéoRessources de l'Université de Lorraine. Sur ces mêmes lames nous avons réalisé l'analyse chimique des différentes phases minérales primaires à la microsonde électronique CAMECA SX 1000 de GéoRessources soumise à une tension de 15 KeV avec un faisceau de courant de 12 nA.

V. Présentation Des Différents Types Petrographiques

L'étude menée récemment sur les roches alcalines de la zone SASCA a permis de déterminer deux principaux groupes de faciès syénitiques dont les syénites à amphibole (OK 02) et les syénites à pyroxène-amphibole (OK 03, OK 04, OK 05, OK 06 et OK 08) ainsi qu'un granite à biotite (OK 07).

5.1- Syénite à amphibole

A l'affleurement cette roche de couleur leucocrate a une texture grenue (Fig.4A). C'est une syénite composée majoritairement de minéraux incolores que sont le plagioclase, le microcline et le quartz (Fig.4B). Ce sont généralement de gros cristaux qui constituent environ 70% du volume rocheux. L'amphibole le seul ferromagnésien de ce faciès se retrouve souvent en inclusion dans les feldspaths alcalins. Les minéraux d'altération sont l'épidote et la séricite ; Le sphène et les oxydes sont les principaux minéraux accessoires de cette syénite.

5.2- Syénite à pyroxène – amphibole

C'est le faciès le plus abondant dans la zone. Certains (OK 03 et OK 08) ont une texture grenue porphyroïde (Fig.4C, E) et les autres (OK 04, OK 05 et OK 06) présentent une texture grenue normale (Fig.4G). Ce sont des blocs rocheux avec des aspects suggérant un caractère porphyroïde. Les feldspaths alcalins qui constituent l'essentiel de la roche peuvent atteindre parfois 2 à 4 cm de long (Fig.4C) ; Ils paraissent subautomorphes et, quelque fois, ont des bordures quelconques, au contact avec des minéraux leucocrates. La texture est caractérisée par des empilements de feldspaths alcalins gris-rosâtres (feldspaths potassiques) à contacts jointifs, laissant peu de place pour des ferromagnésiens et des plagioclases.

En lame mince, les phénocristaux sont des feldspaths potassiques (Fig.4D). Ils composent la roche à près de 45%. Entre ces grands cristaux apparaissent le plagioclase (40%), le microcline, le quartz (rare), les

amphiboles, les pyroxènes, le sphène et les oxydes (4 à 6%) (Fig.4F, H). Les plagioclases ne montrent aucune orientation préférentielle et ont des macles polysynthétiques. Les amphiboles sont vert bleutées et peuvent se retrouver en inclusions dans certains pyroxènes. Les cristaux de biotites présents montrent un début chloritisation.

Cette syénite contient aussi des oxydes ferro-titanés issus de l'altération de certains sphènes auxquels s'ajoutent d'autres minéraux accessoires tels que le zircon, l'apatite, l'allanite et des sphènes présentant des inclusions d'apatite.

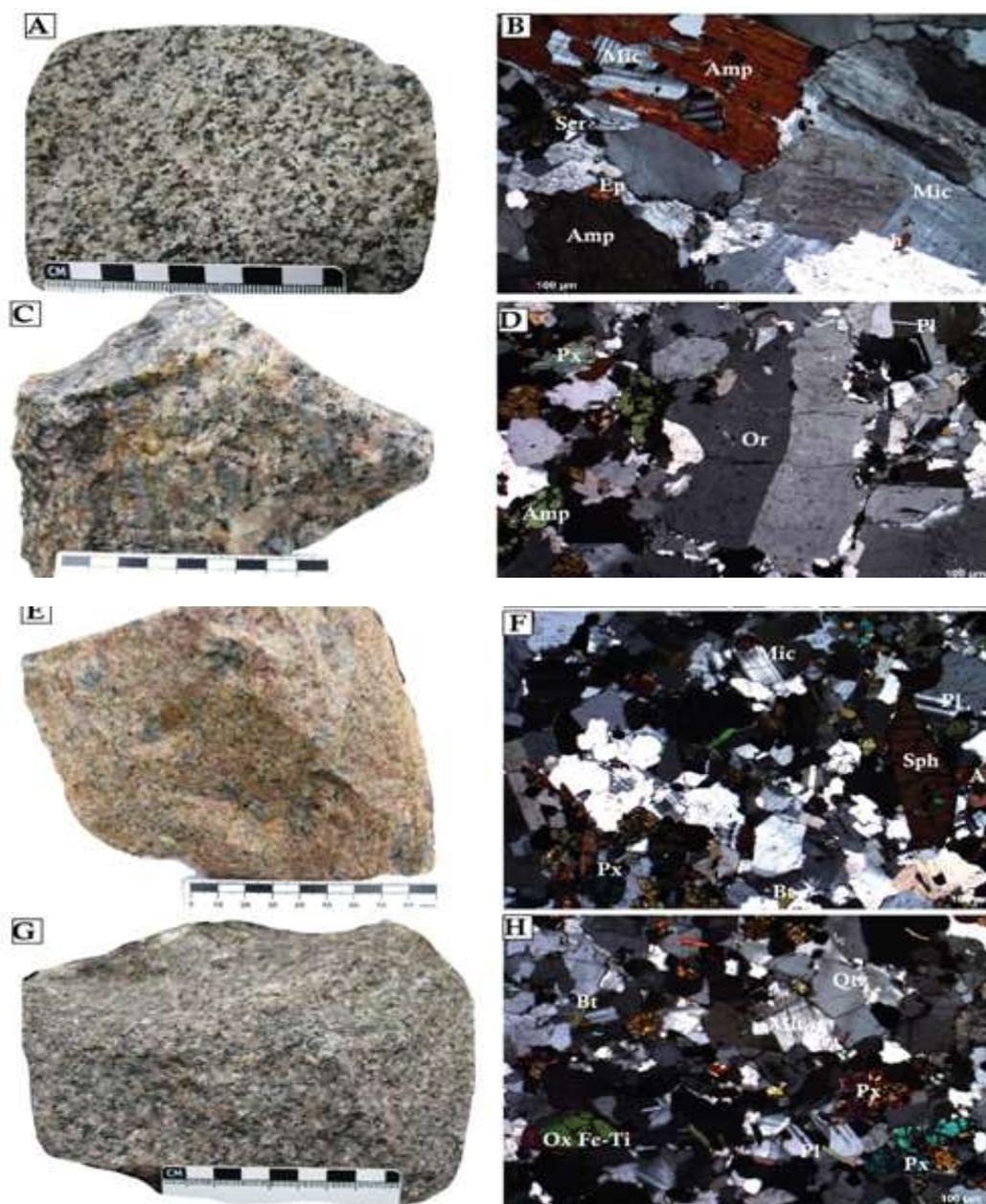


Figure4 :Macrophotographies (A-C-E-G) etmicrophotographies (B-D-F-H) des syénites d'Okrouyo
Abréviations : Amp=Amphibole, Pl=Plagioclase, Mic=Microcline, Ser=Sericite, Qtz=Quartz, Ox-Fe-Ti= Oxyde Ferro-Titané, Ox=Oxyde, Px=Pyroxène, Bt=Biotite, Sph=Sphène, Ep=Epidote, Or=Orthose.

5.3-Granite à biotite

Cet affleurement de granite (Fig.5A) est composé de quartz, plagioclase, microcline, biotite et de séricite comme minéral secondaire (Fig.5B). Les feldspaths sont les minéraux les plus abondants de la matrice rocheuse. Le plagioclase est subautomorphe incluant des cristaux de quartz. Il est très souvent associé à la biotite et très rarement au microcline. Le microcline se présente sous forme de cristaux de petite taille et se retrouve parfois dans les interstices des autres minéraux de la matrice. Le quartz présente des

plages xénomorphes à extinction onduleuse, généralement polycristallines. La biotite est généralement verte (début de chloritisation), subautomorphe (allongée) avec des inclusions de zircon et est liée au plagioclase. L'essentiel des phases minérales accessoires est constitué d'oxydes.

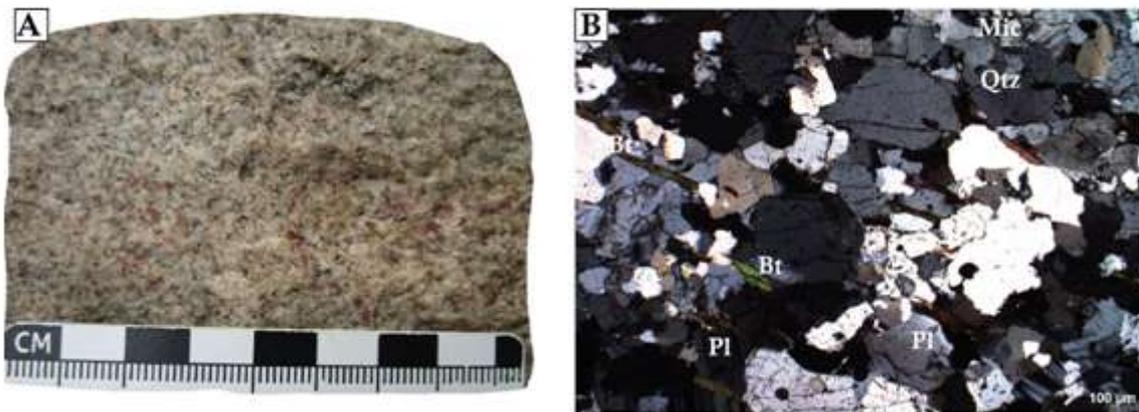


Figure 5 : Macrophotographie (A) et microphotographie (B) du granite à biotite d'Okrouyo. Abréviations : Pl=Plagioclase, Mic=Microcline, Qtz=Quartz, Bt=Biotite.

VI. Mineralogie

Il s'agit essentiellement des séquences paragénétiques primaires de chaque faciès. Au total nous avons analysé 4 minéraux qui sont les pyroxènes, les amphiboles, les biotites et les feldspaths. Les tableaux 1, 2, 3 et 4 contiennent les résultats des analyses.

6.1- Pyroxènes

Les analyses des pyroxènes des syénites d'Okrouyo montrent qu'il s'agit de clinopyroxène avec une composition relativement magnésienne calcique, le diopside et calco-sodique d'augite aegirinique. Cela se vérifie parfaitement par le diagramme binaire $Q=Ca+Mg+Fe^{2+}$ en fonction de $J=2Na$ ainsi que par les triangles d'indications sur la nomenclature des pyroxènes (Morimoto, 1988) (Figure 6). Le diopside se caractérise par des teneurs assez fortes en CaO (19,05-21,43%), modérées en MgO (9,72-11,54%) et des faibles teneurs en Na₂O (1,94-2,68%) ; tandis que l'augite aegirinique a des teneurs relativement faibles en CaO (11,73-18,91) et MgO (6,12-9,22%) et des teneurs élevées en Na₂O (1,27-5,23%).

Ces deux types de clinopyroxènes présentent de faibles teneurs en TiO₂ (0-0,27%) et Al₂O₃ (0,42-3,8%), avec un rapport de $Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Mg)$ faible de 0,19-0,65.

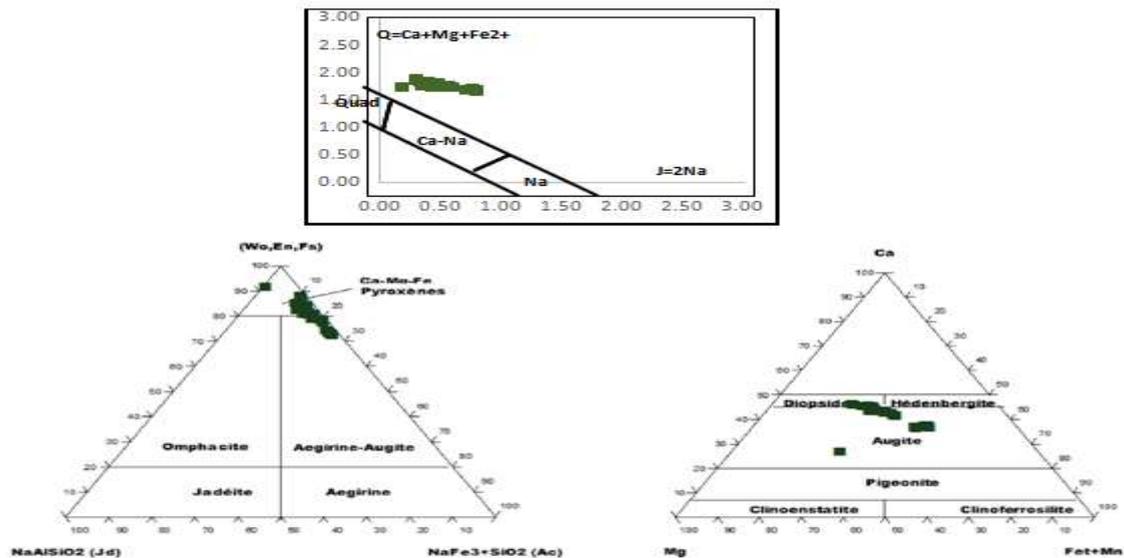


Fig. 5. Composition des clinopyroxènes des massifs d'Okrouyo dans les diagrammes triangulaires des pyroxènes calco-magnésiens et des pyroxènes calco-sodiques (Morimoto, 1988)

Figure 6 :Composition des clinopyroxènes des massifs d'Okrouyo dans les diagrammes triangulaires des pyroxènes calco-magnésiens et des pyroxènes calco-sodiques (Morimoto, 1988)

Tableau 1 :Composition chimique des pyroxènes

Analyse	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	51,01	51,57	52,12	51,65	51,26	51,05	52,32	52,07
TiO ₂	0,11	0,1	0,07	0,09	0,09	0,11	0,09	0,1
Al ₂ O ₃	0,87	0,88	0,83	0,81	0,85	0,88	0,77	0,73
Cr ₂ O ₃	0,03	0,02	0,01	0	0,02	0	0	0,02
FeO	21,56	20,61	20,56	20,79	20,86	20,27	19,53	19,83
MnO	0,53	0,66	0,58	0,48	0,41	0,59	0,57	0,56
MgO	6,28	6,04	6,41	6,17	6,12	6,15	7,12	7,19
CaO	15,04	14,91	15,34	15,14	14,88	15,05	15,18	14,82
Na ₂ O	5,03	5,24	4,87	5,23	4,66	4,92	5,08	5,11
K ₂ O	0,01	0,02	0	0,01	0	0,01	0,01	0
Total	100,47	100,05	100,79	100,37	99,15	99,03	100,67	100,43
En	0,30	0,29	0,29	0,30	0,28	0,29	0,33	0,34
Fs	0,18	0,19	0,21	0,18	0,24	0,20	0,16	0,17
Wo	0,52	0,52	0,50	0,52	0,48	0,51	0,51	0,50

6.2- Amphiboles

Selon la classification de (Leake, 1978) (figure 7A) les amphiboles d'Okrouyo sont des édenites et s'étalent du champ des magnésio-hornblendes au champ des actinotes. Dans le diagramme Si-Na+K+Ca, (Leake, 1971) (figure 7B) définit une courbe qui sépare les domaines des amphiboles primaires (magmatiques) et des amphiboles secondaires (post-magmatiques, hydrothermales). Les amphiboles magmatiques ont une limite supérieure fixée à 7,5 atomes de Si par formule structurale, celle-ci étant calculée sur la base de 23 oxygènes. Dans les différents granitoïdes alcalins étudiés, les amphiboles ont un caractère magmatique pour les syénites à amphiboles et affichent un caractère secondaire pour la plupart des faciès à pyroxène-amphibole.

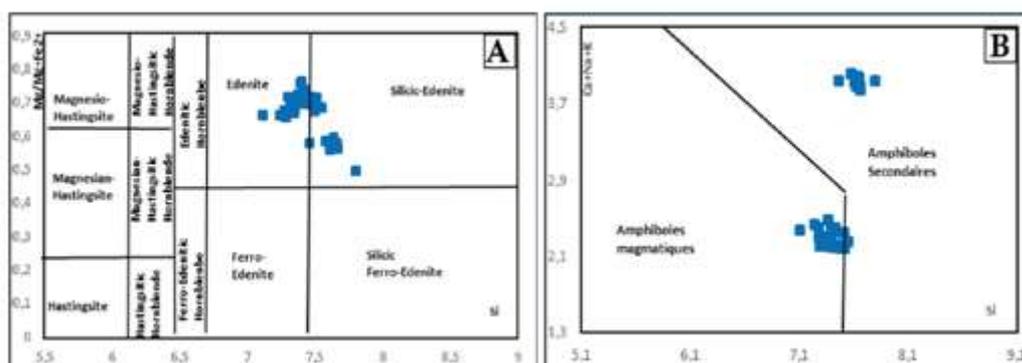


Figure 7 :(A)=Disposition des amphiboles étudiées dans les diagrammes de classification de Leake (1978) ; (B)=Position des amphiboles étudiées dans le diagramme de (Leake, 1971).

Tableau 2 :Composition chimique des amphiboles

Analyse	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	49,24	50,1	51,27	50,38	50,06	48,02	49,41
TiO ₂	0,24	0,22	0,15	0,23	0,18	0,41	0,28
Al ₂ O ₃	4,9	4,27	4,25	4,56	4,52	5,47	4,9
FeO	14,11	14,2	14,43	14,51	14,44	15,53	15,14
MnO	0,35	0,39	0,4	0,34	0,24	0,5	0,28
MgO	14,16	14,39	14,58	14,38	13,95	13,16	13,37
CaO	12,97	12,33	12,46	11,97	12,29	12,1	12,1
Na ₂ O	1,02	0,85	0,78	0,94	0,97	1,18	1,01
K ₂ O	0,5	0,4	0,4	0,44	0,46	0,62	0,55
Total	97,49	97,15	98,72	97,75	97,11	96,99	97,04

6.3- Biotites

Les cristaux de biotites ont été analysés dans tous les massifs granitiques et dans tous les massifs syénitiques. Dans ces différents massifs alcalins la biotite est rarement altérée. Ces analyses reportées dans le diagramme XFe (Fe/Fe+Mg) en fonction de Si (Figure 8A), mettent en évidence une augmentation de Fe lorsque Si diminue d'où leur évolution vers le pôle sidérophyllite. La teneur de FeO dans toutes biotites varient de 14,26-16,38% pour les syénites ; 16,74-19,95% pour le granite. Il est également important de s'assurer du

caractère primaire ou secondaire des biotites analysées. Pour ce faire, tous les résultats ont été reporté dans le diagramme triangulaire (FeO+MnO)-MgO-10TiO₂ (Nachit, 1994) (Figure 8B).

Quelques soit la lithologie, toutes les biotites ont un caractère secondaire. Cela se traduit par une diminution de la teneur en Ti. Ces biotites étant plus ou moins dépourvues de traces d'altération (fraîches), leur caractère secondaire pourrait être dû à un rééquilibrage tardif des biotites primaires (Nachit, 1994 [29]; Euzen, 1993 [30]) ou par le développement de la biotite au dépend de l'amphibole.

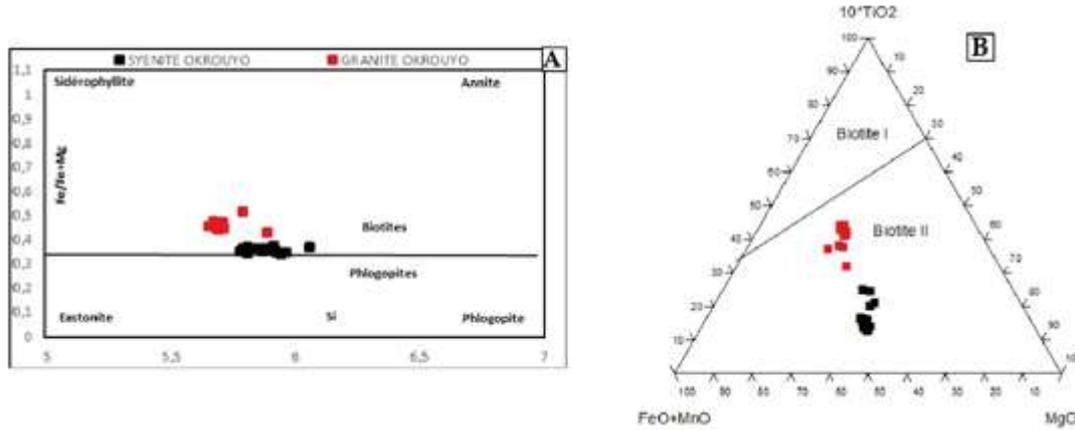


Figure 8 :(A)=composition chimique des biotites (Deer et al, 1966); (B)=Caractère primaire (Biotite I) ou secondaire (Biotite II) des biotites étudiées dans le diagramme de Nachit (1994).

Tableau 3 :Composition chimique des biotites (syénite = 1-2-3-4-5 ; granites 6-7-8-9-10)

Analyse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	40,03	39,98	39,83	39,25	39,82	38,01	39,8	37,89	38,07	37,81
TiO ₂	0,51	0,46	0,61	0,54	0,55	1,77	1,37	2,17	1,81	2,08
Al ₂ O ₃	11,7	11,52	11,55	11,56	11,52	15,47	14,47	14,45	13,92	14,55
FeO	15,96	15,61	16,31	15,73	16,03	17,47	16,32	17,24	19,95	17,33
MnO	0,73	0,61	0,54	0,64	0,78	0,64	0,47	0,72	0,44	0,69
MgO	15,97	16,03	15,92	16,93	15,89	11,02	12,17	11,96	10,47	11,88
CaO	0	0,03	0	0	0	0	0,18	0,03	0,14	0,09
Na ₂ O	0,04	0,07	0,05	0,05	0,06	0,03	0,04	0,04	0,09	0,11
K ₂ O	10,12	9,6	10,35	10,29	10,12	10,39	8,24	10,11	8,68	9,93
Total	95,06	93,91	95,16	94,99	94,77	94,8	93,06	94,61	93,57	94,47

6.4- Feldspaths

Dans les massifs syénitiques les plagioclases sont pour la plupart des albites (**Ab**₉₀₋₁₀₀) tandis que certains se retrouvent à la limite albite-oligoclase (**Ab**₉₀) (Figure 9). Pour le granite ce sont aussi des albites (**Ab**₉₇) et des oligoclases (**Ab**₈₈). Les analyses des feldspaths alcalins montrent qu'il s'agit essentiellement d'orthoses pauvres au sodium.

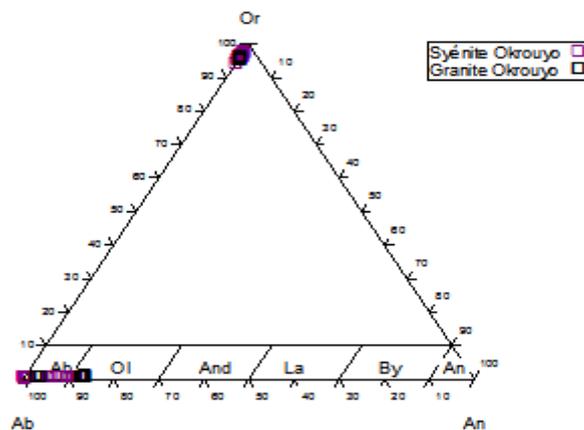


Figure 9 :Composition des feldspaths des roches d'Okrouyo dans le diagramme Or-Ab-An

Tableau 4 :Composition chimiques des feldspaths (syénites =1-2-3-4-5 ; granites = 6-7-8-9-10)

Analyse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	64,71	64,56	64,38	69,94	68,35	65,11	65,61	65,54	63,8	60,63
TiO ₂	0,01	0	0,02	0	0,01	0,02	0	0,01	0	0
Al ₂ O ₃	19,67	17,6	18,46	18,56	19,49	21,13	21,23	21,35	17,75	18,16
FeO	0,06	0,04	0,01	0,14	0,4	0,1	0,09	0	0,05	0,01
MnO	0	0,02	0	0,07	0	0,04	0	0	0	0,09
MgO	0	0,02	0,01	0	0	0,01	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0,15	0,04	2,69	2,63	2,71	0	0
Na ₂ O	0,49	0,47	0,55	11,12	11,43	9,92	9,91	9,82	0,5	0,52
K ₂ O	16,56	16,49	16,51	0,14	0,12	0,08	0,11	0,11	16,51	16,51
Total	101,5	99,2	99,94	100,12	99,84	99,1	99,58	99,54	98,61	95,92
Or	95,70	95,85	95,18	0,82	0,68	0,46	0,63	0,64	95,60	95,43
Ab	4,30	4,15	4,82	98,45	99,12	86,57	86,66	86,22	4,40	4,57
An	0,00	0,00	0,00	0,73	0,19	12,97	12,71	13,15	0,00	0,00

VII. Discussion

Comparés à quelques complexes alcalins d'Afrique nous remarquons que les syénites et les granites à biotite du complexe magmatique alcalin d'Okrouyo présentent plus de similitudes avec les plutons alcalins du complexe du Wayen au Burkina Faso que ceux de Ntem au Cameroun, de Phalaborwa en Afrique du Sud et d'Ihouhaouene en Algérie (Tableau 5).

Tableau 5 : Tableau de comparaison avec d'autres complexes alcalins

Complexe	Type de Roche	Assemblage Minéralogique
Okrouyo The Leo-Man Shield, the West African Craton (Ivory Coast)	Syenite à pyroxène-amphibole ; Syenite à amphibole ; Granite à biotite	Pyroxene, Amphibole, Biotite, Feldspaths potassiques, Plagioclase sodique, Quartz. Minéraux secondaires : séricite, épidote, chlorite Minéraux accessoires : Sphene, Allanite, Apatite, Oxyde, Zircon
Wayen The Leo-Man Shield, the West African Craton (Burkina Faso) (Traore et al., 2011)	Syenite Granite à amphibole-biotite	Pyroxene, Amphibole, Plagioclase sodique, Feldspaths potassique, Biotite, Quartz. Minéraux accessoires : Sphene, Allanite, Apatite, Minéraux opaques
Ntem The Nyong group, Northern edge Of the Congo Craton (Cameroun) (Tchameni et al., 2001 Lerouge et al., 2006)	Syenites à clinopyroxène Syenites à deux pyroxènes	Feldspaths potassiques perthitiques (60-80%), Salite ou Ferrosalite, Hypersthène, Plagioclase (An _{4-15%}) ± Quartz ± Biotite. Minéraux accessoires : Apatite, Titanite, Zircon, Ilmenite, Magnetite, Grenat, Actinolite et pyroxène Diopside, Edenbergite, feldspaths potassiques perthitiques, Amphibole, Biotite, quartz, Plagioclase sodique (An) ₈₋₂₀ Minéraux accessoires : Titanite, Apatite, Ilmenite, Magnetite
Phalaborwa The Kalahari Craton (South Africa) (Yuhara et al., 2005 Wu et al., 2011)	Syenites (grains fins à moyens) saturée en silice à aegirine et riebeckite	Feldspaths alcalins, Quartz, Aegirine, Magnesio-Riebeckite, Albite. Minéraux accessoires : Titanite, minéraux opaques, Apatite, Zircon, Monazite
Ihouhaouene In'Ouzzal terrane, Hoggar, Tuareg Shield (Algeria) (Bernard-Griffiths et al., 1988 Ouzegane et al., 1988)	Syenites saturée en silice	Microcline ou Mesoperthite (Or) avec 79-88 De fines lamelles d'albite Ab (48-80%), 99 Clinopyroxène pauvre en Na (16-48%), Quartz (<3%), Wollastonite, Calcite. Minéraux accessoires : Apatite, Sphene, Magnetite et Calcite. Minéraux secondaires : hastingsitic-edenitic, Hornblende, Allanite

Les granitoïdes sont généralement subdivisés en types I, S, M et A (Chappell et White, 1974 ; Loiselle et Wones, 1979). Le terme de granite de type A tire son origine des granites provenant des magmas alcalins basaltiques anhydres sous une faible fugacité de l'oxygène (Loiselle et Wones, 1979). Les séquences paragénetiques des syénites et des granites d'Okrouyo sont indicatives des granites de type A (Debon et Le Fort, 1988 ; Cuney, 2014 ; Conceição, 2000).

Les compositions minéralogiques des plutons alcalins du domaine SASCA montrent que les feldspaths sont représentés par l'orthose et l'albite pour la syénite à amphibole-pyroxène et la syénite à amphibole, le microcline et l'oligoclase et rarement l'albite pour le granite à biotite. La nature chimique de ces feldspaths est semblable à ceux de la syénite du complexe de Wayen (Traoré et al., 2011).

Les minéraux colorés (pyroxènes, amphiboles et biotites) sont très riches en fer, ce qui est en accord avec la nature alcaline de ces faciès. En effet, les biotites montrent des teneurs moins élevées en magnésium (10,47-11,02) typiques des granites, ce qui les distinguent ainsi des faciès syénitiques où le magnésium et le fer ont des valeurs plus ou moins égales. Il s'agit donc de biotite-phlogopites identiques à celles de la plus grande province syénitique Paléoproterozoïque du Brésil (Conceição, 2000) ; les clinopyroxènes montrent par ailleurs des teneurs élevées en silice avoisinant les 2 cations dans la formule structurale ; l'aluminium est toujours en faible quantité ainsi que le titane. Dans de telles conditions, l'absence de Al conduit le Ti à se combiner au Na pour former la molécule de Ti aegyrine (Larsen, 1976). La composition des clinopyroxènes montre une évolution des augites vers les diopsides et non vers le pôle des hédénbergites. Cette évolution est interprétée comme le résultat d'une cristallisation qui ne s'est pas faite sous des faibles fugacités d'oxygène (Stephenson, 1972 ; Larsen, 1976 ; Gadalia, 1980). Les premières amphiboles à cristalliser dans les syénites à pyroxène-amphibole sont des édenites-silicic tandis que dans les faciès syénitiques à amphiboles elles sont des édenites. Les travaux réalisés par (Traoré et al., 2011) sur l'analyse chimique des amphiboles de la syénite du complexe de Wayen au Burkina Faso montrent qu'elles sont identiques à celles des syénites à pyroxène-amphibole du domaine SASCA.

Les études structurales menées par Traoré et al(2011) en utilisant l'anisotropie à susceptibilité magnétique montrent que les plutons alcalins du craton Ouest Africain ne sont pas tous précoces comme celui de Dolbel au Niger (Pons et al., 1995) mais plutôt tardi-orogénique et non anorogénique au sens strict comme le signifie la littérature. Cependant les caractéristiques pétrographiques et minéralogiques des plutons d'Okrouyo plus ou moins identiques à la syénite et au granite du complexe de wayen au Burkina Faso amènent à suggérer que ceux-ci se serraient également mises en place dans un contexte post-collisionnel (tardi-orogénique).

VIII. Conclusion

Au terme de cette étude, nous pouvons dire que les résultats des observations macroscopiques et microscopiques permettent de conclure que ces roches ont subi de légères transformations dans les conditions proches du faciès schiste vert ; en témoignent la présence d'épidote, de séricite et de chlorite. Les séquences paragénetiques issues des descriptions pétrographiques ainsi que leurs analyses chimiques dépeignent le caractère alcalins (généralement métalumineux) des syénites et du granite à biotite comme les divers granitoïdes alcalins du craton Ouest Africain. En outre les caractéristiques chimiques observées pourraient également être attribuées à une évolution par cristallisation fractionnée contrôlée vraisemblablement par le fractionnement des clinopyroxènes et des amphiboles ferro-calciques (enrichissement de la silice dans la série évolutive), des biotites, des plagioclases.

Remerciements

Je tiens à exprimer toute ma gratitude au **PASRES** (Programme d'Appui Stratégique à Recherche Scientifique) ainsi qu'au projet **T2GEM** (Technologies Géophysiques et Géochimiques pour l'Exploration Minière) pour le financement de ce travail qui fait partie de mon projet de Thèse.

References

- [1]. **Abouchami W.** 1990. Un événement volcanique majeur vers 2,1 Ga en Afrique de l'Ouest : Un stade précoce d'accrétion crustale. Doctorat d'Université, Nancy I.
- [2]. **Abouchami W., Boher M., Michard A., Albare de F.** 1990. A Major 2,1Ga Event of Mafic Magmatism in West Africa: An Early Stage of Crustal Accretion. *J. Geophys. Res.*, 95: 17605-17629.
- [3]. **Bernard-Griffiths, J., Peucat, J.-J., Fourcade, S., Kienast, S., Ouzegane, K.,** 1988. Origin and evolution of 2Ga old carbonatites complex (Ihouhaouene, Ahaggar, Algeria): Nd and Sr isotopic evidence. *Contrib. Mineral. Pet.* 100, 339-348.
- [4]. **Blichert-Toft, L., Arndt, N.T., Ludden, J.N.,** 1996. Precambrian alkaline magmatism. *Lithos* 37, 97-111.
- [5]. **Boher M., Abouchami W., Michard A., Alberede F., Arndt N.** 1992. Crustal growth in West Africa at 2.1 Ga. *Journal Geophysical Research.* 97, 345-369.
- [6]. **Burke, K., Ashwal, L.D., Webb, S.J.,** 2003. New way to map old sutures using deformed alkaline rocks and carbonatites. *Geology* 31, 391-394.
- [7]. **Chermette A.** 1935. Les filons de quartz aurifère de Hiré (Côte d'Ivoire). Rapport n°200, Gouv. gén. De l'A.O.F., Insp. gén. Des P.T., Serv. Des Mines, Dakar, septembre 1935.

- [8]. **Deer, W. A., Howie, R. A., and Zussman, J.** 1966. An Introduction to the Rock Forming Minerals: Longman, London, 528 pp.
- [9]. **Dioh E., Béziat D., Debat P., Grégoire M., Ngom P.M.** 2006. Diversity of the Palaeoproterozoic granitoids of the Kédougou inlier (eastern Sénégal): petrographical and geochemical constraints. *J. Afr. Earth Sci.* 44, 351–371
- [10]. **Doumbia S., Pouclet A., Kouamelan A., Peucat J. J., Vidal M.** 1998. Petrogenesis of juvenile-type Birimian (Paleoproterozoic) granitoids in Central Côte d'Ivoire, West Africa: geochemistry and geochronology. *Precambrian Research* 87, 33-63.
- [11]. **Egal, E., Thiéblemont, D., Lahondère, D., Guerrot, C., Costea, C. A., Iiescu, D., Delor, C., Goujou, J.-C., Lafon, J. M., Tegye, M., Diaby, S. et Kolié, P.**, 2002. Late Eburnean granitization and tectonics along the western and northwestern margin of the Archean Kénéma-Man domain (Guinea, West African Craton). *Precamb. Res.* 117 (1–2), 57–84.
- [12]. **Euzen T.**, 1993. Pétrogénèse des granites de collision post-épaississement : le cas des granites crustaux et mantelliques du complexe de Pontivy-Rostrenen (Massif Armoricain, France). Thèse doc., Univ. Rennes, Mémoires Géosciences Rennes, n° 51, 295 p.
- [13]. **Gadalia, A.** 1980.- Les rhyolites du stade initial de l'ouverture du rift exemple des rhyolites miocènes de l'Afar. Thèse 3ème cycle. Univ. Orsay.
- [14]. **Gasquet D., Barbey P., Adou M., Paquette J.L.** 2003. Structure, Sr-Nd isotope geochemistry and zircon U–Pb geochronology of the granitoids of the Dabakala area (Côte d'Ivoire): evidence for a 2.3 Ga crustal growth event in the Palaeoproterozoic of West Africa? *Precambrian Res.* 127, 329–354.
- [15]. **Hirdes W., Davis D. W., Ludtke G., Konan G.** 1996. Two generations of Birimian (Paleoproterozoic) volcanics belts in northeastern Côte d'Ivoire (West-Africa): consequences for the 'Birimian Controversy'. 247-311.
- [16]. **Kahoui, M., Mahdjoub, Y.** 2004. An Eburnian alkaline–peralkaline magmatism in the Reguibat rise: the Djebel Drissa ring complex (Eglat Shield, Algeria). *J. Afr. Ear. Sci.*, 39, 115–122.
- [17]. **Augustin Yao Koffi, Alain Nicaise Kouamelan, Sagbrou Chérubin Djro, Kouadio Fossou Jean Luc Hervé, Teha Koffi Raoul, Kouassi Brice Roland, and Koffi Gnagnon Raymond Stéphane.** 2018 Pétrographie et origine des métasédiments du domaine SASCA (SW de la Côte d'Ivoire) / Petrography and origin of the metasediments of SASCA domain (SW of Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, ISSN 2028-9324 Vol. 23 N° 4 Jul. 2018, pp. 451-464
- [18]. **Kouadio, F. J. L. H., Chérubin D. S., Nicaise, K. A., Ephrem, A. M. et Augustin, K. Y.** 2016. Signatures pétrographiques et géochimiques des paragneiss des secteurs de Tabou et de Grand-Béréby (Sud-ouest de la Côte d'Ivoire) / Petrographical and geochemical signatures of paragneisses of Tabou and Grand-Béréby sectors (south-west of Ivory Coast). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 18(3), 646.
- [20]. **Kouamelan A. N., Delor C., Peucat J. J.** 1997. Geochronological evidence for reworking of Archean terrains during the Early Proterozoic (2.1 Ga) in the western Côte d'Ivoire (Man Rise–West African Craton). *Precambrian Research*, 86, 177-199
- [21]. **Kouamelan A. N.** 1996. Géochronologie et Géochimie des formations archéennes et protérozoïques de la dorsale de Man en Côte d'Ivoire : Implication pour la transition Archéen–Protérozoïque. *Mémoire Géosciences Rennes n° 73*, 293 p.
- [22]. **Larsen, L.M.**, 1976.- Clinopyroxenes and coexisting mafic minerals from the alkaline Illmaussaq intrusion, South Greenland. *J. Petrology*, 17: 258-290.
- [23]. **Leake, B.E.**, 1978. Nomenclature of amphiboles *American Mineralogist*, 63, 1023-1052.
- [24]. **Leake B.E.**, 1971. On aluminous and edenitic hornblendes. *Mineral. Mag.*, 38: 389-407.
- [25]. **Lerouge, C., Cocherie, A., Toteu, S.F., Penaye, J., Milesi, J.-P., Tchameni, Nsifa, E.N., Fanning, C.M., Deloule, E., et al.**, 2006. Shrimp U-Pb zircon age evidence for Paleoproterozoic seimentation and 2.05 Ga syntectonic plutonism in the Nyong Group, South-Western Cameroun: consequences for the Eburnean Transamazonian belt of NE Brazil and Central Africa. *J. Afr. Earth Sci.* 44, 413-427.
- [27]. **Milési, J.-P., Feybesse, J.-L., Pinna, P.**, 2004. Geological map of Africa 1:10,000,000, SIG Afrique project. In: 20th Conference of African Geology, BRGM, Orléans, France, 2–7 June.
- [28]. **Morimoto, N., Fabries, J., Ferguson, A.K., Ginzburg, I.V., Ross, M., Seifert, F.A., Zussman, J., Aoki, K. & Gottardi, D.** 1988. Nomenclature of pyroxenes. *Am. Min.*, 62 :53-62.
- [29]. **Nachit, H.** 1994. Contribution à la typologie des granitoïdes : pétrogénèse et pétrologie structurale du batholite Panafricain du cercle de Tafroute (Boutonnière de Kerdous, AntiAtlas Occidental, Maroc). Thèse doc. ès Sciences, Univ. Ibnou Zohr, Faculté des Sc. Agadir, 465 p.
- [30]. **Ouzegane, K., Fourcade, S., Kienast, J.-R., Javoy, M.**, 1988. New carbonatite complexes in the Archean In'Ouzzal nucleus (Ahaggar, Algeria): mineralogical and geochemical data. *Contrib. Mineral. Pet.* 98, 277-292.
- [31]. **Papon, A.**, 1973. Géologie et minéralisation du SW de la Côte d'Ivoire (Synthèse des travaux de l'opération SASCA 1962-1968). *Mém. B.R.G.M.*, Orléans, France, n° 80, 286 p.
- [32]. **Pawlig S., Gueye M., Klischies R., Schwarz S., Wemmer K., Siegesmund S.** 2006. Geochemical and Sr–Nd isotopic data on the Birimian of the Kedougou–Kenieba Inlier (Eastern Senegal): implications on the Palaeoproterozoic evolution of the West African Craton. *S. Afr. J. Geol.* 109, 411–427.
- [33]. **Pouclet, A., Doumbia, S. et Vidal, M.**, 2006. Geodynamic setting of the Birimian volcanism in central Ivory Coast (western Africa) and its place in the Palaeoproterozoic evolution of the man shield. *Bulletin de la Societe Geologique de France*, 177(2) :105–121.
- [34]. **R. V. Conceição, L. V. S. Nardi & H. Conceição** .2000. The Santanópolis Syenite: Genesis and Evolution of Paleoproterozoic Shoshonitic Syenites in North eastern Brazil, *International Geology Review*, 42:10, 941-957.
- [35]. **Rocci, G., Bronner, G., Deschamps, M.** 1991. Crystalline basement of the West African Craton. In: Dallmeyer, R.D., Lecomte, P.P. (Eds.), *The West African Orogen and Circum Atlantic correlatives*. Spinger-Verlag, pp. 31–60.
- [37]. **Stephenson, D.**, 1972.- A simple shear model for the ductile deformation of high-level intrusions in South Greenland. *J. Geo/. Soc. London*, 132 : 307-318.
- [38]. **Tagini B.** 1972. Carte géologique de la Côte d'Ivoire à l'échelle 1/200 000. SODEMI-ORSTOM-Université d'Abidjan.
- [39]. **Taylor P.N., Moorbath S., Leube A., Hirdes W.**, 1992. Early Proterozoic crustal evolution in the Birimian of Ghana: constraints from geochronology and isotope geochemistry. *Precambrian Res.*, 56: 97-111
- [40]. **Taylor P.N., Moorbath S., Leube A., Hirdes W.** 1988. Geochronology and crustal evolution of Early Proterozoic granite greenstone terrains in Ghana/ West Africa (abs.), in International conference on the geology of Ghana with special emphasis on gold: Accra, *Geol. Surv. Ghana 75 Anniv. Pub.*, 43-45.
- [41]. **Tchameni, R., Mezger, K., Nsifa, N.E., Pouclet, A.**, 2001. Crustal origin of early Proterozoic syenites in the Congo craton (Ntem complex), south Cameroun. *Lithos* 57, 23-42.
- [42]. **Traoré A.S., Naba S., Kagambega N., Lompo M., Baratoux L. et Ganne J.** 2011. Mise en place tardi-orogénique de la syénite de Wayen (Burkina Faso, Afrique de l'Ouest) *Journal des Sciences et Technologies* 2011 Vol. 9 n° 2 pp.33-48.
- [43]. **Veevers, J.J.**, 2007. Pan-Gondwanaland post-collisional extension marked by 650500 Ma alkaline rocks and carbonatites ans related detrital zircons: a review. *Earth Sci. Rev.* 83, 1-47.

- [44]. **Woolley, A.R.**, 2001. Alkaline Rocks and Carbonatites of the World. Part 3: Africa. Geological Society of London, p. 372.
- [45]. **Vidal, M., Gumiaux, C., Cagnard, F., Pouclet, A., Ouattara, G., et Pichon, M.**, 2009. Evolution of a Paleoproterozoic "weak type" orogeny in the West African Craton (Ivory Coast). *Tectonophysics*, 477, 145-159.
- [46]. **Wu, F.-Y., Yang, Y.-H., Li, Q.-L., Mitchell, R.H., Dawson, J.B., Brandl, G., Yuhara, M.**, 2011. In situ determinations of U-Pb ages and Sr-Nd-Hf isotopic constraints on the petrogenesis of the Phalaborwa carbonatite Complex, South Africa. *Lithos* 127, 309-322.
- [47]. **Yacé I.** 1982. Etude du volcanisme Eburnéen dans les parties centrale et méridionale de la chaîne Précambrienne de Fettekro. Direction de la Géologie. Abidjan. 156 p.
- [48]. **Yuhara, M., Hirahara, Y., Nishi, N., Kagami, H.**, 2005. Rb-Sr, Sm-Nd ages of the Phalaborwa carbonatite complex, South Africa. *Polar Geosci.* 18, 101-113. **Zhidkov, A.Y.**, 1962. The Synnyr complex intrusion of Northern Baikalian alkaline province. *Sov. Geol.* 9, 29-40.

Brice Roland Kouassi " Pétrographie et minéralogiedes intrusions alcalines du domaine SASCA (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire, Craton Ouest Africain), comparaison avec d'autres plutons alcalins" *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)*, vol. 07, no. 12, 2018, pp 26-37