

Pétrographie et géochimie des leucogranites de la région de Sassandra (Domaine Baoulé-Mossi au sud-ouest de la Côte d'Ivoire)

Clovis Blanchard Gballou, PhD

Alain Nicaise Kouamelan, Enseignant-Chercheur

N'Guéssan Nestor Houssou, Enseignant-Chercheur

Joseph Koffi Brou, Enseignant-Chercheur

UFR Sciences de la Terre et des Ressources Minières

Laboratoires Géologie, Ressources Minières et Energétiques

Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n15p250](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n15p250)

Submitted: 27 March 2024

Accepted: 14 May 2024

Published: 31 May 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Gballou C.B., Kouamelan, A.N., Houssou N.N. & Brou J.K. (2024). *Pétrographie et géochimie des leucogranites de la région de Sassandra (Domaine Baoulé-Mossi au sud-ouest de la Côte d'Ivoire)*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (15), 250.

<https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n15p250>

Résumé

La zone d'étude se trouve dans la région de Sassandra au sud-ouest de la Côte d'Ivoire à l'extrême-est de la zone dite SASCA. Dans l'objectif d'apprécier les manifestations des événements ultimes éburnéens dans le sud-ouest de la Côte d'Ivoire, nous nous intéressons à la pétrographie et à la géochimie des leucogranites associés particulièrement aux bordures de la granodiorite de Sassandra. Au niveau pétrographique, on distingue deux types de leucogranites : il s'agit de syénogranites à deux micas, riches en feldspath potassiques à texture grenue moyenne ou pegmatitiques qui s'observent aussi bien à l'est qu'à l'ouest du massif et de leuco-monzogranites à biotite ± muscovite, à texture grenue fine à grossière identifiés uniquement à l'ouest. L'analyse des éléments majeurs révèle que toutes ces roches sont calco-alcalines. Les syénogranites montrent pratiquement les mêmes caractéristiques que les granites à deux micas antérieurement étudiés dans la zone SASCA. Ils sont alcali-calciques, ferriques et faiblement à fortement peralumineux, avec une affinité essentiellement granitique et ont une origine tonalitique et sédimentaire. Les leuco-monzogranites sont moins ferriques,

calciques à calco-alcalins et faiblement peralumineux. Ils présentent une affinité trondhjémitique et proviendraient de la fusion de roches mafiques faiblement potassiques. Le magmatisme leucogranitique dans la zone SASCA aurait eu lieu au cours d'une période orogénique syn à post collisionnelle où processus de recyclages crustaux et processus juvéniles auraient opéré concomitamment.

Mots-clés: Leuco-monzogranite, syénogranite, lithogéochimie, SASCA, domaine Baoulé-Mossi

Petrography and Geochemistry of Leucogranites in the Sassandra Region. (Baoulé-Mossi Domain in the South-West of Côte d'Ivoire)

Clovis Blanchard Gballou, PhD

Alain Nicaise Kouamelan, Enseignant-Chercheur

N'Guéssan Nestor Houssou, Enseignant-Chercheur

Joseph Koffi Brou, Enseignant-Chercheur

UFR Sciences de la Terre et des Ressources Minières

Laboratoires Géologie, Ressources Minières et Energétiques

Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan, Côte d'Ivoire

Abstract

The study area is situated in the Sassandra region of southwestern Côte d'Ivoire, namely in the far eastern part of the SASCA zone. In order to assess the effects of the ultimate Eburnean events in southwestern Côte d'Ivoire, we are focusing on the petrography and geochemistry of the leucogranites that are specifically connected with the edges of the granodioritic massif of Sassandra. From a petrographic perspective, there are two distinct types of leucogranite: two-mica syenogranites, which are abundant in potassic feldspar and have a medium-grained or pegmatitic texture, found in both the eastern and western parts of the massif; and biotite-±muscovite leucomonzogranites, which have a fine to coarse-grained texture and are exclusively found in the western region. Examination of major elements analysis reveals that all of these rocks are calc-alkaline. The syenogranites have nearly identical attributes to the two-mica granites that were previously examined in the SASCA zone. The rocks are alkali-calcic, ferroan, and exhibit varying degrees of peraluminous character. They mostly display a granitic composition, originating from tonalitic and sedimentary sources. Leucomonzogranites are less ferroan, calcic to calc-alkaline and weakly peraluminous. They have trondhjémitic affinity

and are believed to have originated from melting of weakly potassic mafic rocks. Leucogranitic magmatism in the SASCA zone would have occurred in a syn- to post-collisional period where crustal recycling processes and juvenile processes would have operated concomitantly.

Keywords: Leuco-monzogranite, syenogranite, lithochemie, SASCA, Baoulé-Mossi domain

Introduction

Le socle birimien est composé de ceintures de roches vertes au sein desquelles apparaissent de nombreuses intrusions de granitoïdes. Les granitoïdes birimiens sont très diversifiés et ont constitué depuis plus de cinq décennies le centre d'intérêt de nombreuses études géologiques dans le domaine Baoulé-Mossi (Figure 1) du craton ouest africain (Casanova, 1973 ; Yobou, 1993 ; Ouattara, 1998 ; Doumbia *et al.*, 1998 ; Naba *et al.*, 2004 ; Ilboudo *et al.*, 2013 ; Kouassi *et al.*, 2018 ; Dago *et al.*, 2019 ; Brou *et al.*, 2021). Des études plus récentes ont permis de distinguer deux générations de granitoïdes en fonction de leurs âges et de leur composition chimique (Hirdes *et al.*, 1996 ; Doumbia *et al.*, 1998). La première génération de granitoïdes est représentée par des formations ayant une affinité de Tonalite-Trondhjemite-Granodiorite (TTG) et la deuxième génération comprenant deux sous-groupes selon Doumbia *et al.* (1998) : i) le sous-groupe des granites calco-alcalins potassiques et des granites peralumineux ; ii) le sous-groupe des granitoïdes alcalins. Les études sur les granites peralumineux et alcalins ont montré pour la plupart qu'il s'agissait pour l'essentiel de leucogranites affleurant en de petits corps lentiformes ou de réseaux filoniens dont l'âge de formation oscillerait entre 2000 et 1850 Ma (méthode Rb/Sr) voire jusqu'à 2080 Ma en systématique U/Pb sur zircon (Kone *et al.*, 1988 ; Toure *et al.*, 2009). Ce sont donc dans l'ensemble, des formations rapportées comme tardi- à post-orogéniques (Morel et Alinat, 1993 ; Toure *et al.*, 2009 ; Traore *et al.*, 2023). Si certains plutons leucogranitiques de Côte d'Ivoire (Ayamé, Ninakri, Troquoi, Okrouyo...) sont bien connus pour avoir été étudiés, ceux de la région de Sassandra (Figure 2), dans le sud-ouest de la Côte d'Ivoire, restent encore inexplorés et pourtant les granitoïdes sont réputés pour leur qualité en tant que de bons indicateurs géodynamiques (Pupin, 1988).

Dans cet article, nous présentons les caractéristiques pétrographiques et géochimiques des leucogranites de la région de Sassandra au sud-ouest de la zone de Côte d'Ivoire à l'extrême-est de la zone SASCA (Papon, 1973) dans le domaine Baoulé-Mossi (Figure 1) du craton ouest-africain. Du fait du caractère post-orogénique qui leur a été trouvé, l'étude des leucogranites birimiens permettrait de contraindre non seulement leur contexte de mise en place mais aussi de mettre en évidence certaines particularités des événements

fini-éburnéens dans cette région de la Côte d'Ivoire qui manque cruellement d'informations géologiques inédites.

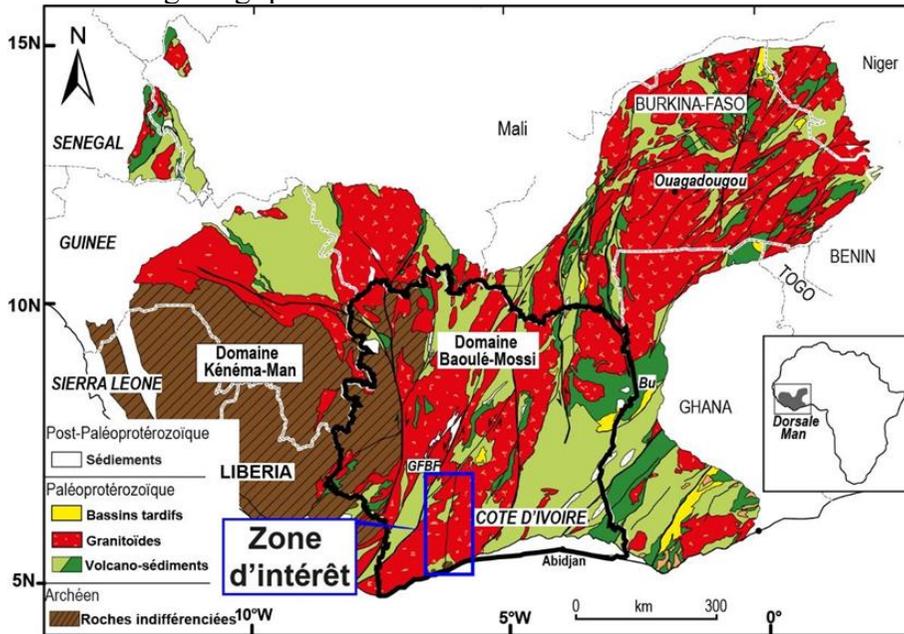


Figure 1 : Carte géologique de la dorsale de Man avec la zone d'intérêt (Milési et al., 2004 ; Thiéblemont et al., 2016a, 2016b)

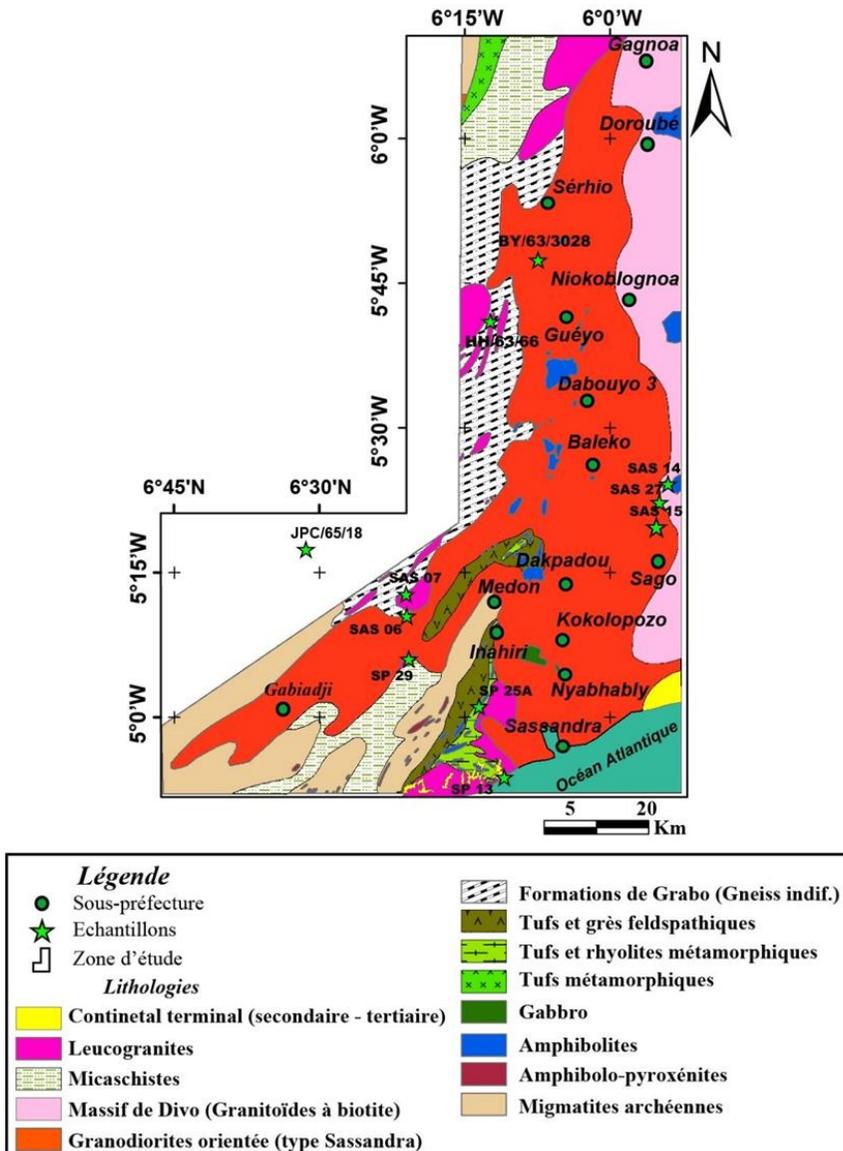


Figure 2 : Carte géologique de la zone d'étude extraite de la carte géologique de la Côte d'Ivoire et de SASCA (Tagini, 1972). Indif : indifférenciés

Contexte géologique

La géologie du SW de la Côte-d'Ivoire a été révélée depuis la mission SASCA (de Sassandra-Cavally le nom des deux fleuves qui bordent la zone à l'est et à l'ouest). Cette zone a été délimitée géographiquement et décrite lors de la mission SASCA dont un rapport synthétique : « Géologie et minéralisations du Sud-ouest de la Côte-d'Ivoire. » a été rédigé par Papon (1973). SASCA donc désigne l'ensemble des formations géologiques du sud-ouest de la Côte d'Ivoire. Les travaux de Kouamelan (1996) et Kouamelan *et*

al. (1997) ont mis en exergue des reliques achéennes au sein du Birimien avec la plus vieille roche de Côte d'Ivoire datée à 3,15 et 3,2 Ga (Kouamelan, 1996 ; Kouamelan *et al.*, 1997). Ces auteurs ont défini l'existence d'une zone de transition géographique entre le domaine archéen et le domaine birimien. À ces vieilles formations sont associées des formations plus jeunes datée entre 2090 et 2070 Ma qui affleurent en intrusion dans les migmatites et formations granitoïdiques du domaine SASCA. Elles constitueraient les dernières manifestations paléoprotérozoïques de cette zone (Koffi *et al.* 2022). Dans la région de Sassandra, les leucogranites sont associés au massif plutonique de Sassandra de composition globale granodioritique (Tagini, 1971 ; Papon, 1973 ; Kouamelan, 1996 ; Kouamelan *et al.*, 1997 ; Figure 2).

Méthodes

L'étude des leucogranites de la région de Sassandra a été réalisée à partir de deux approches méthodologiques : une approche pétrographique (Figure 3) et une géochimie (éléments majeurs). L'analyse pétrographique a comporté deux volets à savoir une analyse macroscopique réalisée in-situ sur affleurements et échantillons et une analyse microscopique en lumière transmise effectuée au laboratoire de Géologie, Ressources Minérales et Énergétiques (LGRME) de l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Le microscope utilisé est de marque Optica B-150 muni de trois objectifs avec un grossissement x5, x20 et x40 et d'une assistance par ordinateur pour les prises de microphotographies. Ces données pétrographiques ont été affinées par les données géochimiques (Tableau 1).

En effet, la nomenclature des différentes formations étudiées a été réalisée en calculant les paramètres CIPW (Cross Idding, Person et Washington) ; (Cross *et al.*, 1902) des roches (Tableau 2) et en reportant les valeurs normatives de quartz (Q), feldspaths alcalins (Or+Ab) et anorthite (An) dans le diagramme $2*Q-(Or + Ab)-4*An$ (Enrique, 2018); (Figure 3). Nous avons utilisé les compositions chimiques en éléments majeurs de 3 échantillons de granites à deux micas (HH/63/66, BY/63/3028 et JPC/65/18) issus des travaux de Papon (1973) et la composition en éléments majeurs sur roche totale de 7 nouveaux échantillons de leucogranites à titre comparatif. Les éléments majeurs ont été dosés par Fluorescence de Rayons X (XRF) l'aide d'un appareil XRF-1500 selon la méthode analytique XF700 (Skursch *et al.*, 2020) et (Digbeu *et al.*, 2022). Ces nouvelles analyses ont été réalisées au laboratoire d'analyse minérale du Bureau Veritas Commodities Canada, Ltd. Le traitement des données et la construction des diagrammes ont été réalisés à l'aide des logiciels Microsoft Excel et GCDKits 6.0 in R 3.6.0 (Janoušek *et al.*, 2006). La composition chimique et les paramètres CIPW des différents échantillons sont respectivement répertoriés dans les tableaux 1 et 2.

Résultats

Données pétrographiques

Leuco-monzogranites

Les leuco-monzogranites (SP 29 et SP 25A) affleurent sous formes de dalles dans la branche sud-ouest du massif granodioritique de Sassandra et sur le littoral à 7 km environ à l'ouest de la ville de Sassandra (SP 13). Deux faciès y ont été identifiés. Un faciès de couleur blanchâtre à texture grenue fine, un autre rosâtre à texture grossière (Figure 3a) à sub-pegmatitique homogène montrant des cristaux millimétriques à pluri-centimétriques (Figure 3a). Elles sont riches en filons pegmatitiques orientés diversement. En lame mince, la paragenèse est généralement dominée par le plagioclase et/ou le quartz accompagnés de grands cristaux de microcline à surface limpide. La biotite aussi est très représentée avec des sections subautomorphes orientées ou anastomosées avec de l'épidote, de la muscovite subordonnée, plagioclase, quartz (Figure 3b) et parfois du sphène. Cette minéralogie est typique des monzogranites (Figure 3). Le terme le mieux approprié à ces derniers est « Leuco-monzogranites ». Ce sont des roches parfois très fracturées si bien que l'ensemble des cristaux est affecté par de nombreuses cassures orientées diversement.

Syénogranites

Ces roches ont été observées à l'est et à l'ouest de la zone sur les bordures du massif plutonique de Sassandra. Pour tenir compte des distinctions liées à leur disposition de terrain, nous les avons scindés en deux groupes : les syénogranites de la bordure ouest et les syénogranites de la bordure est.

Tableau 1 : Composition en éléments majeurs des leucogranites de Sassandra

Localité	Pauli-plage	Sahoua	Lobakuya	Bolakuya	Lobakuya	Gobroko	Badjéboué	Riv. Lélé	Inaghébio	Bahourio
Type de roches	Leuco-monzogranites			Syénogranites				Granite à 2 micas (Papon, 1973)		
	SP 13	SP 25A	SP 29	SAS 06	SAS 07	SAS 14	SAS 15	HH/63/66	BY/63/3028	JPC/65/18
SiO ₂	73,9	76,7	71,5	70,2	72,6	73,5	75,6	71,55	67,88	73,23
Al ₂ O ₃	14,1	12,6	14,3	15,8	15,3	13,7	13,5	14,33	14,45	15,42
Fe ₂ O ₃	2,09	1,89	3,09	2,49	1,98	2,28	1,13	1,43	0,86	0,16
MnO	0,03	0,02	0,05	0,03	0,03	0,04	0,02		0,02	0,01
MgO	0,34	0,29	0,6	0,61	0,34	0,25	0,06	0,44	0,66	0,24
CaO	2,07	1,65	2,4	1,12	1,33	0,9	0,76	1,79	2,43	1,06
Na ₂ O	5,02	4,37	4,49	4,07	4,93	3,31	4,01	2,9	4,3	3,85
K ₂ O	1,64	1,75	2,22	4,5	2,77	5,39	4,68	5,9	4,9	4,4
TiO ₂	0,16	0,2	0,28	0,25	0,13	0,13	0,06	0,31	0,83	
P ₂ O ₅	0,04	0,03	0,07	0,13	0,16	0,03		0,04	0,15	0,04
PF	0,05	0,23	0,15	0,63	0,15	0,13	-0,14			
Total	99,44	99,73	99,15	99,83	99,72	99,66	99,68	98,69	96,48	98,41
Mg#	15,31	14,57	17,75	21,40	16,03	10,86	5,57	25,48	46,03	62,50
Na ₂ O+K ₂ O	6,66	6,12	6,71	8,57	7,70	8,70	8,69	8,80	9,20	8,25
K ₂ O/Na ₂ O	0,33	0,40	0,49	1,11	0,56	1,63	1,17	2,03	1,14	1,14
A/CNK	1,02	1,04	1,01	1,16	1,13	1,06	1,03	0,99	0,86	1,18

Riv. : rivière

Tableau 2 : Paramètres CIPW des leucogranites de Sassandra

Localité	Pauli- plage	Sahoua	Lobakuya	Bolakuya	Lobakuya	Gobroko	Badjéboué	Riv. Lélé	Inagbéhio	Bahourio
Type de roches	Leuco-monzogranites			Syénogranites				Granite à 2 micas (Papon, 1973)		
	SP 13	SP 25A	SP 29	SAS 06	SAS 07	SAS 14	SAS 15	HH/63/66	BY/63/3028	JPC/65/18
Quartz	33,60	40,71	31,06	26,37	30,43	31,41	32,65	27,73	19,53	31,49
Corindon	0,40	0,59	0,31	2,51	2,16	0,86	0,46	0,01	0,00	2,49
Orthose	9,69	10,34	13,12	26,59	16,37	31,85	27,66	34,87	28,96	26,00
Albite	42,48	36,98	37,99	34,44	41,72	28,01	33,93	24,54	36,39	32,58
Anorthite	10,01	7,99	11,45	4,71	5,55	4,27	3,77	8,62	5,65	5,00
Diopside	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	0,00
Hypersthène	0,85	0,72	1,50	1,52	0,85	0,62	0,15	1,10	0,70	0,60
Magnétite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Ilménite	0,06	0,04	0,11	0,06	0,06	0,09	0,04	0,00	0,04	0,00
Hématite	2,09	1,89	3,09	2,49	1,98	2,28	1,13	1,43	0,86	0,14
Sphène	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98	0,00
Rutile	0,13	0,18	0,22	0,22	0,10	0,09	0,04	0,31	0,00	0,00
Apatite	0,10	0,07	0,17	0,31	0,38	0,07	0,00	0,10	0,36	0,10
Total	99,40	99,51	99,01	99,22	99,59	99,54	99,83	98,70	96,50	98,42
IF = 100xOr/(Ab+An)	18,47	23,00	26,54	67,94	34,63	98,69	73,35	105,15	68,88	69,20

IF : indice feldspathique

Syénogranites-ouest

Les syénogranites-ouest affleurent sur la bordure ouest de la zone vers la localité de Gabiadji et ses environs (Sahoua, Labakuya) où les échantillons SAS 06, SAS 07 ont été prélevés (Tableau I). Les affleurements se présentent généralement sous forme de petites dalles lentiformes de couleur rosâtre, à structure faiblement orientée, affectées par une schistosité pénétrative N060° (Figure 3c). En lame mince, la texture est grenue homogène et la composition minéralogique est généralement à quartz + plagioclase + biotite + muscovite + microcline. Le plagioclase est de grande taille et automorphe à subautomorphe avec des sections qui hébergent parfois des inclusions myrmékites, de biotite et de muscovite. Leur indice feldspathique reflète celui des syénogranites (IF > 35). La muscovite de ces syénogranites est parfois de grande taille et peut être primaire (Figure 3d) avec un clivage faiblement sinueux.

Syénogranites-est

Ce sont des roches à structure équante qui affleurent sous forme de dômes. Certaines montrent une texture grenue cataclastique à grains de taille moyenne (Gobroko : SAS 14 ; Figure 2e) et une texture pegmatitique à mégacristaux quartzo-feldspathiques (Gbadjéboué, SAS 15). Ces roches sont de couleur rosâtre à blanchâtre et ont une composition minéralogique à quartz, plagioclase, microcline biotite ± muscovite avec généralement le quartz comme minérale prédominant. Le plagioclase se présente en sections

subautomorphes très craquelées, altérées en séricite et épidotes. Souvent anti-perthitique, le plagioclase coexiste avec les cristaux de microcline en proportion quasi-identique qui cristallisent souvent en grosses lattes subautomorphes limpides (Figure 2f). Dans le faciès à grains moyens, la biotite et la muscovite sont le plus souvent associées et en faible abondance. La biotite se présente en cristaux prismatiques de taille moyenne parfois étirés et altérés en épidotes, alors que la muscovite est de petite taille ou en feuillets très fins autour de la biotite contrairement à celle de la branche ouest de la zone.

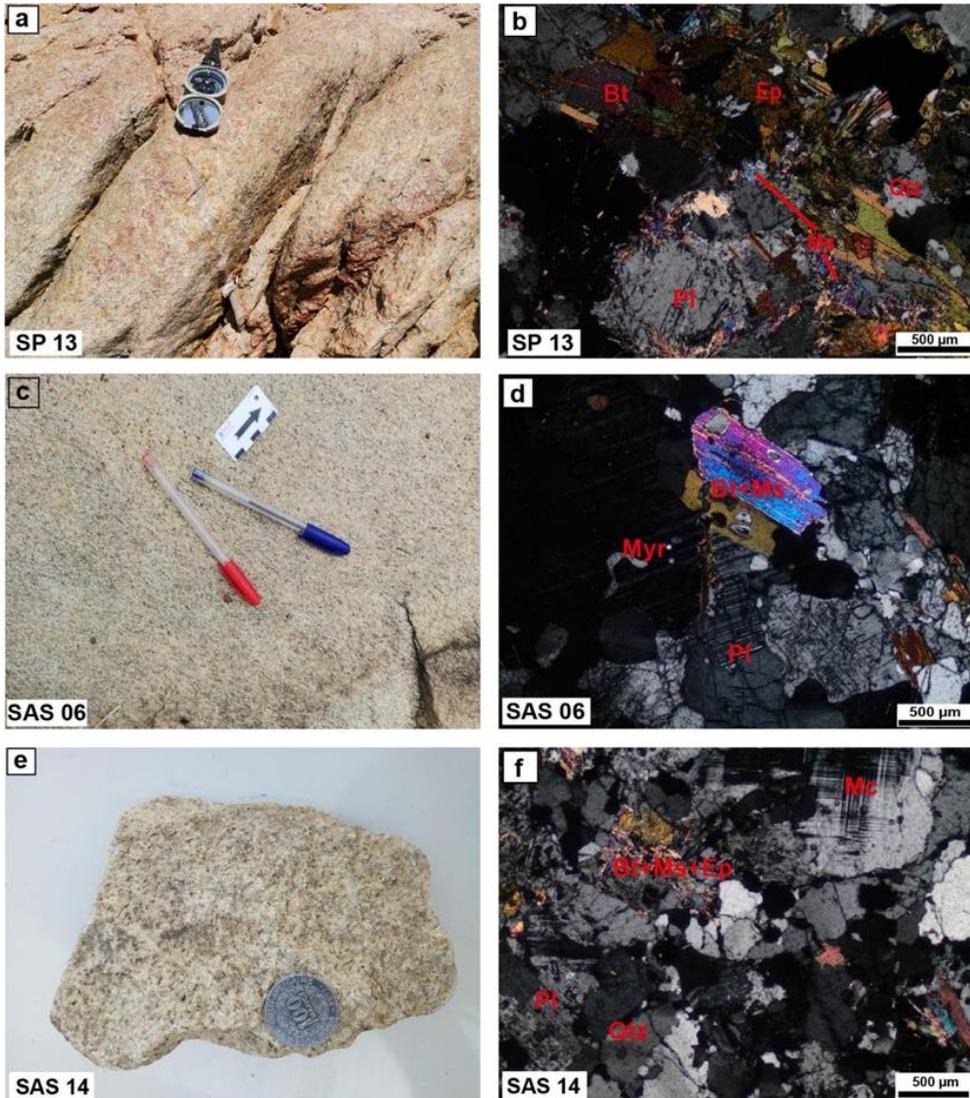


Figure 3 : Aspects Macroscopiques (a, c et e) et microscopiques en LPA (b, d et f) des leucogranites de Sassandra. Abréviations : plagioclase (Pl) ; quartz (Qtz) ; microcline (Mc) ; biotite (Bt) ; muscovite (Ms) ; épidote (Ep) ; myrmékité (Myr).

Cette disposition montre que la muscovite est un minéral secondaire et se forme par altération de la biotite. Le faciès pegmatitique, en plus d'être pauvre en biotite, ne contient pas de muscovite.

Ces roches ont un indice feldspathique ($IF = 100 \times Or / (An + Ab)$) supérieur à 35 les rapprochant plus des Syénogranites (Figure 4).

Géochimie des éléments majeurs

Les compositions en élément majeurs des roches étudiées sont retranscrites dans le tableau 1. Elles sont décrites comparativement aux données anciennes (Papon, 1973 ; Figure 1).

Les analyses chimiques montrent que dans l'ensemble, les leucogranites sont riches en SiO_2 (70,2 – 76,7 % wt). Leurs teneurs en alcalins $Na_2O + K_2O$ (6,12 – 8,7 % wt) sont nettement supérieures à celles en CaO (0,76 – 2,4 % wt) avec des rapports K_2O/Na_2O faibles à modérément élevés compris entre 0,33 et 1,63 (tableau 1). Ils sont tous calco-alcalins (Figure 5a). Toutefois, les leuco-monzogranites affichent un caractère faiblement potassique alors que les syénogranites sont fortement potassiques (Figure 5b). La teneur en Al_2O_3 varie de 12,6 à 15,8 % wt avec des rapports molaires $Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$ ($A/CNK = 1,01 - 1,16$) > 1 . Ce qui leur vaut une place dans les champs des roches faiblement à fortement peralumineuses dans le diagramme A/CNK en fonction SiO_2 (Figure 5c). Pris isolément, les leuco-monzogranites et les syénogranites-est appartiennent au groupe des granites de type I et les syénogranites-ouest à celui des granites de type S de (Chappell et White, 2001). Individuellement, les syénogranites de l'est possèdent les $Mg\#$ (5,57 - 10,86) les plus bas pendant que les leuco-monzogranites et les syénogranites ouest ont des $Mg\#$ (14,57 – 21,40) modérés avec des termes élevés ($Mg\# = 25,48 - 62,50$) dans les granites à deux micas de Papon (1973). Dans le diagramme AFM de (Irvine et Baragar, 1971), l'ensemble des roches « sans distinction » se projettent dans les champs des roches calcoalcalines (Figure 5a) précisément dans les champs des roches moyennement à fortement potassiques (Peccerillo et Taylor, 1976) (Figure 5b).

Ces granitoïdes se répartissent dans les champs des roches calciques à celui des roches alcali-calciques du diagramme MALI (Figure 5e) et majoritairement dans celui des roches ferreuses (Figure 4d) dans le diagramme $(FeOt / (FeOt + MgO))$ en fonction de SiO_2 (Frost *et al.*, 2001 ; Frost et Frost, 2008). Les granites à deux micas de Papon (1973) sont très riches en K avec un rapport K_2O/Na_2O élevé (1,14 – 2,03 > 1) et un $Mg\#$ (25,48 – 62,50). Ils sont identifiés dans le diagramme $FeOt^* / (FeOt + MgO)$ en fonction de SiO_2 de Frost *et al.*, (2001), (Figure 5d) comme des roches magnésiennes.

Un de ces échantillons (BY/63/3026) est métalumineux avec un A/CNK (0,86) < 1 (Figure 5c) et la teneur en SiO_2 [67,88 % wt] la moins élevée.

Etant donné que tous les échantillons ont des pourcentages normatifs en quartz > 10% (Tableau 1), ils ont été reportés dans le diagramme An-Ab-Or de O'Connor (1965), (Figure 6a) où deux lignées de granitoïdes se dégagent. En effet, les leuco-monzogranites montrent une lignée trondjémétique alors que tous les syénogranites (y compris les granites à deux micas de Papon, 1973) ont des affinités avec les granites. Dans le diagramme $Al_2O_3/(FeOt/MgO) - 3*CaO - 5*K_2O/Na_2O$ de Laurent et al., (2014), (Figure 6b) qui permet de remonter à la source des roches granitiques, la plupart des leuco-monzogranites proviennent de la fusion de roches mafiques faiblement potassiques alors que les syénogranites et les granites à deux micas de Papon (1973) se répartissent de part et d'autre, dans le champ des roches issues de la fusion de tonalites et de métasédiments (Figure 6b).

Les diagrammes de type Harker (Figure 7) ont été réalisés pour suivre l'évolution magmatique des leucogranites de la région de Sassandra.

En général, les leucogranites montrent de fortes corrélations linéaires négatives entre SiO_2 et CaO , $FeOt$, MgO et Al_2O_3 (Figure 7d, 7e et 7f). Toutefois à partir de Al_2O_3 , deux tendances se démarquent avec un groupe plus riche en Al_2O_3 constitué par les syénogranites de type S. Le second groupe est moins alumineux et montre une tendance courbe, convexe et négatif (Figure 7c). Il comprend les leuco-monzogranites, des syénogranites de type I et deux granites à deux micas de Papon (1973). Dans les termes de différenciation poussée (Na_2O et K_2O), les leuco-monzogranites se détachent des syénogranites de Type I (Figure 7a et 7b). Ils enregistrent une accumulation en Na_2O (Figure 7a) et un appauvrissement plus significatif en K_2O que les syénogranites de type I (Figure 7b).

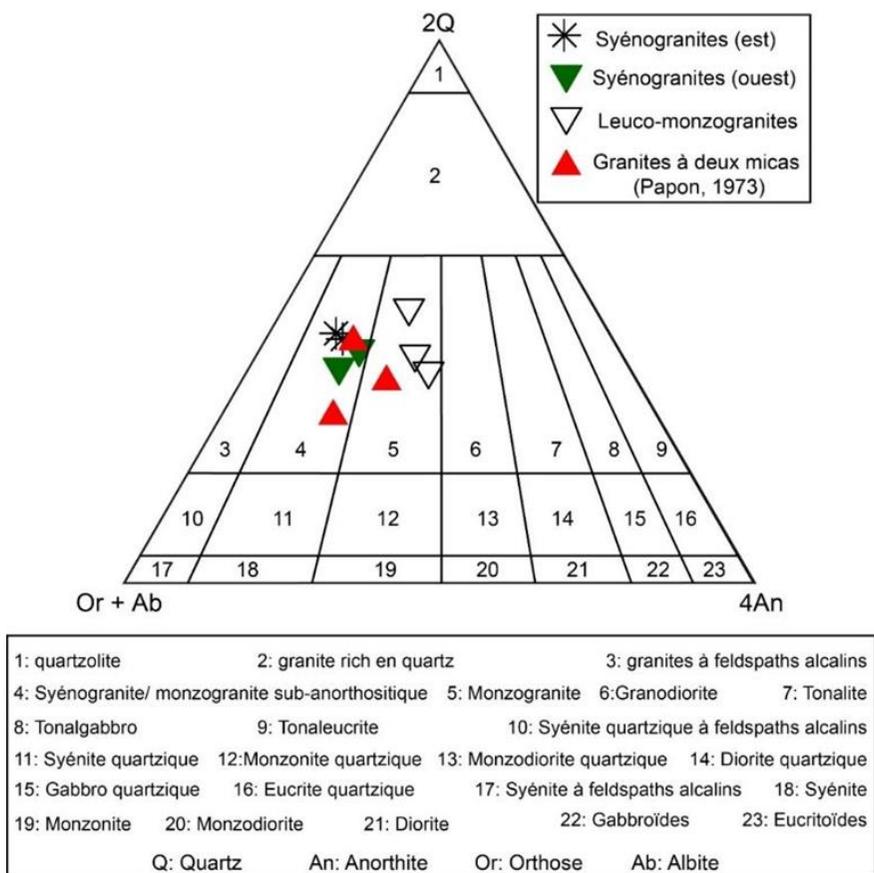


Figure 4 : Diagramme 2Q – (Or +Ab) – 4An (Enrique, 2018) des leucogranites de Sassandra

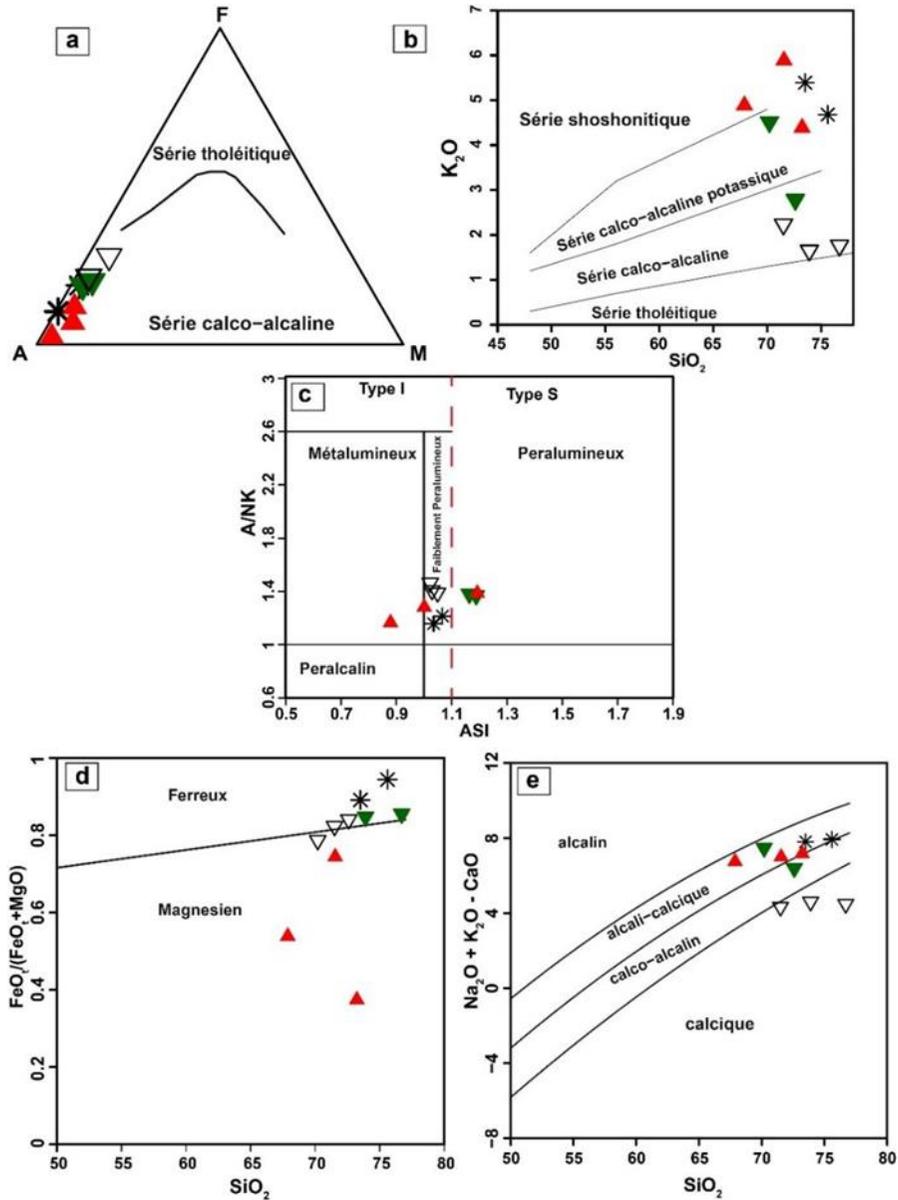


Figure 5 : Diagrammes montrant les propriétés géochimiques clés des granitoïdes leucocrates déterminées à partir des éléments majeurs. a) : AFM (Irvine et Baragar, 1971) ; b) : diagramme $SiO_2 = f(K_2O)$ (Peccerillo et Taylor, 1976) ; c) : Diagramme $A/NK = f(ASI)$ (Chappell et White, 2001) modifié selon Shand (1943) ; d) Diagramme $FeO_t/(FeO_t + MgO)$ et e) $MALI = f(SiO_2)$ (Frost et al., 2001). (Même légende que la Figure 4).

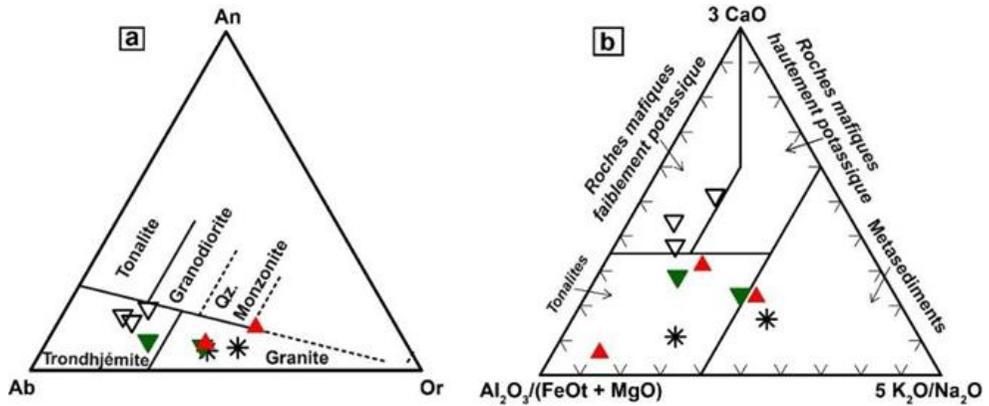


Figure 6 : Diagramme montrant l’affinité magmatiques des leucogranites de Sassandra. (a) : Diagramme normatif An-Ab-Or (O’Connor, 1965); b) : $Al_2O_3/(FeOt + MgO) - 3*CaO - 5*K_2O/Na_2O$ (Laurent et al., 2014). (Même légende que la Figure 3)

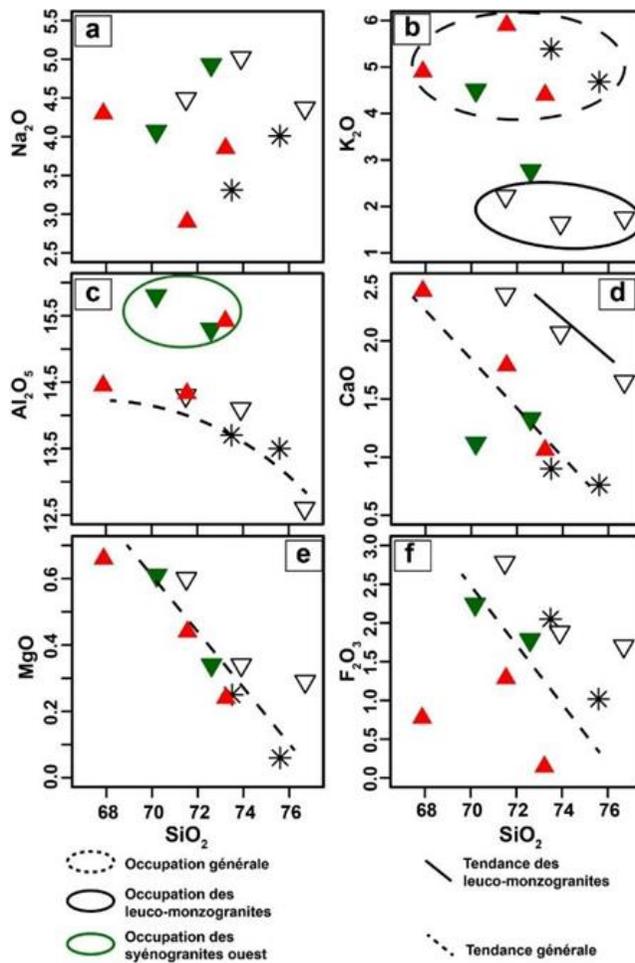


Figure 7 : Diagramme Harker appliqué aux leucogranites de Sassandra. (Même légende que la Figure 3)

Discussion

Les principaux faciès leucogranitiques de la région de Sassandra sont des syénogranites et des leuco-monzogranites au sens de Enrique (2018). Ces lithologies sont toutes deux principalement caractérisées par une composition minéralogique à quartz, plagioclase, microcline, biotite et/ou muscovite.

La différence pétrographique entre ces deux types de granitoïdes se trouve certes au niveau de la proportion minéralogique entre plagioclase et microcline (l'unique feldspath potassique répertorié) mais aussi au niveau de la nature de la muscovite.

En effet le plagioclase est la phase dominante dans leuco-monzogranites alors que celui-ci est en proportion quasi égale avec le microcline dans les syénogranites. Aussi, muscovite se forme soit au dépend de la biotite dans les leuco-monzogranites et les syénogranites-est (type I), alors qu'elle cristallise en sections primaires dans les syénogranites ouest (type S).

En Côte d'Ivoire, les études sur les leucogranites ont montré l'existence de Leuco-monzogranites, de syénogranites, de syénites et de granites alcalins (Papon, 1973 ; (Papon, 1973 ; Morel et Alinat, 1993 ; Dago *et al.*, 2019). Ces roches sont apparemment rependues dans tous les types d'orogènes : orogène brésilien (Brainer *et al.*, 2021) ; l'Himalaya (Le Fort, 1981) ; massif central français (Monier *et al.*, 1984). La mise en place de ces roches est complexe selon les auteurs. Elle a été le plus souvent reliée à des phénomènes deutériques avec formation de minéraux secondaires comme la muscovite et le feldspath potassique. Dans ces conditions, la teneur en eau originelle elle-même en relation avec le niveau de mise en place joue un rôle important (Monier *et al.*, 1984 ; Le Fort, 1981). Elles ont été aussi rattachées tant à des stades compressifs (Brainer *et al.*, 2021) qu'à des étapes d'ouvertures (Ouattara, 1998). Les travaux de Dago *et al.* (2019) sur la typologie des granitoïdes de la région de Daloa au centre-ouest de la Côte d'Ivoire ont également mis en évidence dans cette localité des leuco-monzogranites à caractères métasomatiques. Ces derniers appartiendraient au massif granitique à deux micas de Ferké. Ce massif s'allonge jusqu'à la zone SASCA (Papon, 1973) où il affleure selon Ouattara (1998), au sein des métasédiments et gneiss fortement plissés sous forme de dykes ou d'intrusions ovoïdes dont les contacts avec l'encaissant sont très peu visibles.

L'analyse géochimique montre que les syénogranites et les granites à deux micas de Papon (1973) sont de nature calco-alcaline fortement potassique à shoshonitique. À l'exception des granites à deux micas de Papon (1973) qui sont magnésiens, les syénogranites sont tous ferriques, alcali-calciques et faiblement peralumineux à fortement peralumineux donc correspondent aux granites de type I et S définis par (Chappell et White, 2001). Ces roches auraient donc une origine double. Les diagrammes de type Harker

(Figure 6) montrent que la production des leucogranites suit deux lignées magmatiques : une lignée fortement peralumineuses et une lignée faiblement peralumineuses. Les granitoïdes de la lignée fortement peralumineuse correspondent aux syénogranites-ouest et ceux de la lignée faiblement peralumineuse regroupent les leuco-monzogranites et syénogranites-est.

Les syénogranites-ouest de types S jouxtent ou intrudent les formations gneissiques et métasédimentaires de Grabo (Tagini, 1971 ; Papon, 1973). Ils correspondent aux granites à deux micas décrits par Ouattara (1998) dans la zone SASCA. On pourrait par conséquent envisager leur origine à partir de ces roches de nature sédimentaire. Les syénogranites à l'est de la zone sont de types I (SAS 14 et SAS 15). Ils prendraient leur origine à partir d'une source ignée ayant subi des remaniements crustaux. Comme indiqué dans les diagrammes de types Harker, ils semblent provenir de la différenciation d'une source faiblement alumineuse. Cette source peut être envisagée au niveau des leuco-monzogranites. Car, ces derniers sont calco-alcalins, faiblement peralumineux donc essentiellement des granites de type I. Ils sont aussi calciques et magnésiens à ferriques ce qui montre qu'ils sont relativement moins oxydés que les syénogranites dans leur ensemble (Frost *et al.*, 2001 ; Frost et Frost, 2008). Ces roches seraient issues de la fusion de roches mafiques faiblement potassiques comme le montre le diagramme $Al_2O_3/(FeO+MgO) - 3*CaO - 5*K_2O/Na_2O$ de Laurent *et al.* (2014), et les diagrammes de type Harker (Figure 6). Ces Leuco-monzogranites présentent une affinité trondhjémitique d'où leur relative richesse en Na_2O . Leur contexte de mise en place est complexe car ils se distribuent sur les champs syn-collisionnel et post-orogénique du diagramme R1-R2 de (Batchelor et Bowden, 1985) (Figure 7). Toutefois, il est possible qu'ils soient issus de la différenciation très poussée d'un magma mantellique en contexte crustal.

Il est admis que les magmas issus du manteau peuvent subir une première différenciation pour former les liquides basiques (basaltiques) qui à leur tour peuvent également subir une deuxième différenciation pour former des liquides de type Trondhjémites-Tonalites-Granodiorites (TTG) (Barker *et al.*, 1976 ; Martin, 1987). Si davantage, ces liquides sodiques subissent eux aussi une phase de différenciation, on arriverait de cette façon à appauvrir le liquide en ferromagnésiens (amphibole ; biotite), l'enrichir en Na et créer un magma leucogranitique par différenciation trondhjémitique (Barker *et al.*, 1976). Ce qui en définitive prouverait qu'on serait dans un contexte tectonique où les processus juvéniles de différenciation mantellique sont encore en activité. Quoiqu'il en soit, il est possible que leur magma générateur puissent incorporer une quantité non négligeable de produits crustaux ou subir l'action des fluides métasomatiques qui agissent en déstabilisant la biotite dans un contexte fini-orogénique chaud (Moyen *et al.*, 2017).

Les travaux de Brou et al. (2021) dans la région d'Issia (une localité voisine de celle de Daloa au centre-ouest de la Côte d'Ivoire) décrivent trois types de granites à deux micas (G1, G2 et G3). Les granites G1, caractérisés par une prédominance de la biotite sur la muscovite et ont subi une migmatitisation ; les granites G2 se démarquent des précédents par une forte proportion en feldspaths potassiques et les granites G3 par l'abondance de la muscovite et de la tourmaline.

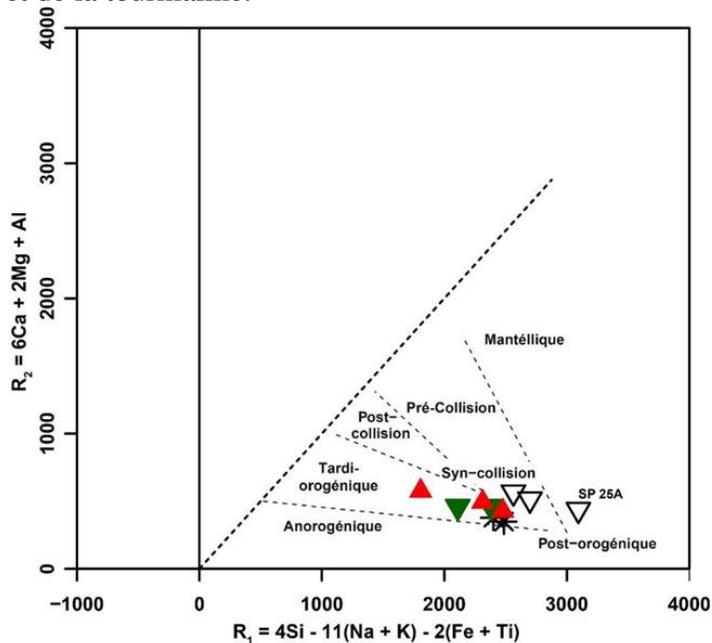


Figure 8 : Diagramme R1-R2 (Batchelor et Bowden, 1985) appliqué aux leucogranites de la région de Sassandra. (Même légende que la Figure 3)

Ces auteurs ont suggéré une origine crustale ignée (granodioritique à granitique) pour les granites G1 ; une origine complexe avec des processus de fusion partielle de matériaux crustaux avec une contamination crustale et cristallisation fractionnée pour les granites G2 et une origine purement crustale tardive pour les granites G3 probablement issus de la fusion des métasédiments. L'étude des leucogranites de Sassandra n'a pu mettre en évidence de leucogranites à tourmaline. Toutefois, les syénogranites-ouest peuvent être reliés aux granites G3 même si d'un point de vue pétrographique cette correspondance reste discutable. De même, les leuco-monzogranites pourraient être rattachés aux granites G1 et les syénogranites de type I aux granites G2 de Brou et al. (2021).

Les résultats des analyses U-Pb sur zircon présentés récemment par (Koffi *et al.*, 2022) sur un granite potassique peralumineux en intrusion dans les gneiss migmatitiques de Monogaga dans la zone SASCA ont donné un âge de cristallisation de 2084 ± 6 Ma avec une incertitude sur le métamorphisme

qui a affecté ces gneiss migmatitiques archéens vers 2076 ± 5 Ma. Ce qui prouverait que cette roche se serait mise en place au dépend de la fusion des gneiss et attesterait, selon ces auteurs, de l'existence d'un recyclage métamorphique des roches archéennes au paléoprotérozoïque. Si tel est le cas, les processus de différenciation mantellique qui ont mis en place les leucomonzogranites coexistent avec des processus de recyclage de blocs crustaux.

Ouattara (1998) invoquait pour la mise en place du batholite de Ferké, le jeu de petits blocs fonctionnant à la manière de Chaudron-subsidence sans océanisation à la suite d'une ouverture en pull-appart de bassins par transtension. Ce qui entraîna la fusion de la base de la pile volcano-sédimentaire et des granitoïdes préexistants, jusqu'à la fermeture des bassins par transpression. Des travaux réalisés en Guinée dans la zone de transition archéen-paléoprotérozoïque (Eglinger *et al.*, 2015) ont déterminé, sur des monzogranites potassiques, des âges de formation compris entre 2098 et 2082 Ma et des âges hérités archéens. Les ϵ_{Hf} positifs à négatifs, attestent que le matériel issu du manteau a été enrichi par contamination dans un environnement d'arc volcanique en contraction. Ces auteurs évoquent un processus de subduction-délamination de la lithosphère mantellique subcontinental. Ils montrent une fois de plus que les processus archaïques se feraient en même temps que les processus juvéniles à l'échelle de la dorsale de Man dans les derniers moments de la cratonisation de la dorsale. Selon Moyen *et al.* (2017), la croûte post-orogénique serait un système très chaud permettant une fusion crustale à grande échelle conduisant à la formation de granite à partir principalement de la fusion de croûte préexistante. Dans ces sites, l'activité magmatique serait bimodale (Ferré et Leake, 2001). C'est-à-dire que l'origine des granites serait soit crustale ou proviendrait de magmas mafiques magnésio-potassiques issus d'un manteau contaminé par du matériel crustal probablement introduit lors d'une subduction précédente.

Conclusion

L'étude du magmatisme leucogranitique renseigne sur les derniers événements paléoprotérozoïques dans le domaine Baoulé-Mossi. Ce magmatisme a été daté entre 2090 et 1850 Ma. Dans la région de Sassandra, ces leucogranites se forment en bordure du massif granodioritique de Sassandra et sont représentées par des Leuco-monzogranites et des syénogranites.

Les leuco-monzogranites sont répertoriés uniquement à l'ouest du massif. Ils sont calco-alcalins faiblement peralumineux donc issus de la fusion de roches ignées (Roches mafiques faiblement potassiques) par différenciation trondhjémitique qui sous-entend qu'ils sont issus de processus juvéniles avec participation crustale non négligeable. Les syénogranites sont de deux types. Les syénogranites de type I situés à l'est de la zone prennent naissance dans la

croûte à partir des granitoïdes préexistant. De nature faiblement peralumineuse, Ils sont affectés par les remaniements crustaux tout comme les premiers tandis que les syénogranites de type S localisés sur la bordure ouest de la zone proviennent de la fusion de métasédiments probablement birimiens (formation de Grabo ?). Leurs caractéristiques témoignent d'une mise en place en période orogénique syn à post collisionnelle. Ce qui attesterait que les leucogranites de la région de Sassandra se mettent en place au cours d'une période compressive dans un environnement où les processus de recyclages crustaux et processus juvéniles opèreraient ensemble.

Remerciements

Ce travail est une partie de la thèse du doctorant Gballou Clovis Blanchard qui a bénéficié du soutien de l'IRD à travers le Laboratoire Mixte International (LMI) MINERWA (pour une Activité Minière Responsable en Afrique de l'Ouest) et d'une Bourse du Ministère de l'Enseignement Supérieur de Côte d'Ivoire. Les auteurs remercient Madame Lenka Baratoux de Géosciences Environnement Toulouse en France (Université de Toulouse 3) pour son soutien dans la réalisation de ce travail. C'est aussi l'endroit pour nous de remercier les reviewers anonymes et Dr. Ibrahim Sarki Laouli pour leur contribution à l'amélioration de cet article. Nous remercions également Mrs. Priscilla Adwoa Maisie et M. Didier Serge Bolet pour leur apport dans la rédaction de l'abstract.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Barker, F., Arth, J. G., Peterman, Z. E. et Friedman, I. (1976). The 1.7- to 1.8-b.y.-old trondhjemitites of southwestern Colorado and northern New Mexico: Geochemistry and depths of genesis. *GSA Bulletin*, 87(2), 189-198. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1976\)87<189:TTBTOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1976)87<189:TTBTOS>2.0.CO;2)
2. Batchelor, R. A. et Bowden, P. (1985). Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chemical Geology*, 48(1), 43-55. [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(85\)90034-8](https://doi.org/10.1016/0009-2541(85)90034-8)

3. Brainer, C. C. G., Guimarães, I. P., Silva Filho, A. F., Lima, J. V. et Amorim, J. V. A. (2021). Early Ediacaran two-mica granites marking the contractional stage of the Brasiliano Orogeny in the Pernambuco-Alagoas Domain, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 111, 103506. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103506>
4. Brou, K. J., Kouamelan, A. N., Kouassi, B. R. et Coulibaly, Y. (2021). Pétrographie et géochimie des granitoïdes d'Issia (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal, ESJ*, 17(17), 287-305. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n17p287>
5. Casanova, R. (1973). *Géochimie et minéralogie des granitoïdes éburnéens de Côte d'Ivoire* [These de doctorat, Université de Nice, 327P].
6. Chappell, B. W. et White, A. J. R. (2001). Two contrasting granite types: 25 years later. *Australian Journal of Earth Sciences*, 48(4), 489-499. <https://doi.org/10.1046/j.1440-0952.2001.00882.x>
7. Cross, W., Iddings, J. P., Pirsson, L. V. et Washington, H. S. (1902). A Quantitative Chemico-Mineralogical Classification and Nomenclature of Igneous Rocks. *The Journal of Geology*, 10(6), 555-690. <https://doi.org/10.1086/621030>
8. Dago, A. G. B., Coulibaly, Y. et Ouattara, Z. (2019). Typologie pétrographique et géochimique des granitoïdes de la région de Daloa au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 15(3), 208-221.
9. Digbeu, W., Kouamelan, A. N., Tshibubudze, A., Siagne, Z. H. et Kouadio, F. J.-L. H. (2022). Geochemistry of Mafic Rocks from the Birimian Basement of Doropo (Northeast of Côte d'Ivoire): Petrogenetic and Geodynamic Implications. *Open Journal of Geology*, 12(6), 504-520. <https://doi.org/10.4236/ojg.2022.126024>
10. Doumbia, S., Pouclet, A., Kouamelan, A., Peucat, J. J., Vidal, M. et Delor, C. (1998). Petrogenesis of juvenile-type Birimian (Paleoproterozoic) granitoids in Central Côte-d'Ivoire, West Africa: geochemistry and geochronology. *Precambrian Research*, 87(1), 33-63. [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(97\)00201-5](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(97)00201-5)
11. Eglinger, A., Thébaud, N., Davis, J., Miller, J., Zeh, A., McCuaig, C. et Belousova, E. (2015). High-K to shoshonitic magmatism across the northern Archean Kéména Man margin (Guinea): Implications for the Eburnean orogenic gold mineralizations. Dans *13th SGA Biennial Meeting on Mineral Resources in a Sustainable World* (p. 1591-1594). Association Scientifique pour la Géologie et ses Applications.
12. Enrique, P. (2018). *Clasificación normativa de las rocas plutónicas saturadas y sobresaturadas en sílice basada en la clasificación modal QAP: El diagrama 2Q-(Or+Ab)-4An*, 63, 95-98.

13. Ferré, E. C. et Leake, B. E. (2001). Geodynamic significance of early orogenic high-K crustal and mantle melts: example of the Corsica Batholith. *Lithos*, 59(1), 47-67. [https://doi.org/10.1016/S0024-4937\(01\)00060-3](https://doi.org/10.1016/S0024-4937(01)00060-3)
14. Frost, B. R., Barnes, C. G., Collins, W. J., Arculus, R. J., Ellis, D. J. et Frost, C. D. (2001). A Geochemical Classification for Granitic Rocks. *Journal of Petrology*, 42(11), 2033-2048. <https://doi.org/10.1093/petrology/42.11.2033>
15. Frost, B. R. et Frost, C. D. (2008). A Geochemical Classification for Feldspathic Igneous Rocks. *Journal of Petrology*, 49(11), 1955-1969. <https://doi.org/10.1093/petrology/egn054>
16. Hirdes, W., Davis, D. W., Lütke, G. et Konan, G. (1996). Two generations of Birimian (Paleoproterozoic) volcanic belts in northeastern Côte d'Ivoire (West Africa): consequences for the 'Birimian controversy'. *Precambrian Research*, 80(3), 173-191. [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(96\)00011-3](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(96)00011-3)
17. Ilboudo, H., Sawadogo, S., Naba, S., Traore, A. S. et Lompo, M. (2013). Structure et mode de mise en place du pluton granitique de Tiébélé (Burkina Faso) et son implication dans la concentration des anomalies en métaux de base (Zn-Pb-Cu) et en or (Au). *Burkina Faso, Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Terre*(35), 63-75.
18. Irvine, T. N. et Baragar, W. R. A. (1971). A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8(5), 523-548. <https://doi.org/10.1139/e71-055>
19. Janoušek, V., Farrow, C. M. et Erban, V. (2006). Interpretation of Whole-rock Geochemical Data in Igneous Geochemistry: Introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit). *Journal of Petrology*, 47(6), 1255-1259. <https://doi.org/10.1093/petrology/egl013>
20. Koffi, A. Y., Thébaud, N., Kouamelan, A. N., Baratoux, L., Bruguier, O., Vanderhaeghe, O., Pitra, P., Kemp, A. I. S. et Evans, N. J. (2022). Archean to Paleoproterozoic crustal evolution in the Sassandra-Cavally domain (Côte d'Ivoire, West Africa): Insights from Hf and U-Pb zircon analyses. *Precambrian Research*, 382, 1-23. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2022.106875>
21. Kone, M., Caen-Vachette, M. et Tempier, P. (1988). Age eburnéen du leucogranite de Morifingso intrusif dans les mylonites de la faille de Sassandra (Côte d'Ivoire). *Journal of African Earth Sciences (and the Middle East)*, 7(5), 783-787. [https://doi.org/10.1016/0899-5362\(88\)90020-6](https://doi.org/10.1016/0899-5362(88)90020-6)
22. Kouamelan, A. N., Delor, C. et 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(3), 177-199. [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(97\)00043-0](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(97)00043-0)
23. Kouamelan, A.-N. (1996). *Géochronologie et Géochimie des Formations Archéennes et Protérozoïques de la Dorsale de Man en Côte d'Ivoire. Implications pour la Transition Archéen-Protérozoïque* [Thèse de doctorat, Université Rennes 1; 313p].
 24. Kouassi, B. R., Kouamelan, A. N. et Djro, S. C. (2018). 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. *IJESI*, 7(12), 26-37.
 25. Laurent, O., Martin, H., Moyen, J. F. et Doucelance, R. (2014). The diversity and evolution of late-Archean granitoids: Evidence for the onset of "modern-style" plate tectonics between 3.0 and 2.5Ga. *Lithos*, 205, 208-235. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2014.06.012>
 26. Le Fort, P. (1981). Manaslu leucogranite: A collision signature of the Himalaya: A model for its genesis and emplacement. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 86(B11), 10545-10568. <https://doi.org/10.1029/JB086iB11p10545>
 27. Milési, J.-P., Feybesse, J.-L., Pinna, P., Deschamps, Y., Kampunzu, H. A. B., Muhonogo, S., Lescuyer, J.-L. et Toteu, S. F. (2004). Géologie et principaux gisements de l'Afrique, échelle 1/1,000,000. 20th Congress on African Geology, Orléans, BRGM Ed.
 28. Monier, G., Mergoïl-Daniel, J. et Labernadière, H. (1984). Générations successives de muscovites et feldspaths potassiques dans les leucogranites du massif de Millevaches (Massif Central français). *Bulletin de Minéralogie*, 107(1), 55-68. <https://doi.org/10.3406/bulmi.1984.7793>
 29. Morel, B. et Alinat, M. (1993). Géologie, pétrologie et géochimie des syénites de Ninakri : comparaison avec d'autres massifs syénitiques anorogéniques de Côte d'Ivoire et d'Afrique de l'Ouest. *Journal of African Earth Sciences (and the Middle East)*, 17(2), 213-223. [https://doi.org/10.1016/0899-5362\(93\)90037-Q](https://doi.org/10.1016/0899-5362(93)90037-Q)
 30. Moyen, J.-F., Laurent, O., Chelle-Michou, C., Couzinié, S., Vanderhaeghe, O., Zeh, A., Villaros, A. et Gardien, V. (2017). Collision vs. subduction-related magmatism: Two contrasting ways of granite formation and implications for crustal growth. *Lithos*, 277, 154-177. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2016.09.018>
 31. Naba, S., Lompo, M., Debat, P., Bouchez, J. L. et Béziat, D. (2004). Structure and emplacement model for late-orogenic Paleoproterozoic granitoids: the Tenkodogo–Yamba elongate pluton (Eastern Burkina

- Faso). *Journal of African Earth Sciences*, 38(1), 41-57.
<https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2003.09.004>
32. O'Connor, J. T. (1965). Classification for quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios. *Geological survey research professional paper*, 525(2), 79-84.
33. Ouattara, G. (1998). *Structure du Batholite de Ferkéssédougou (secteur de Zuénoula, Côte d'Ivoire). Implications dans l'interprétation de la géodynamique du paléoprotérozoïque d'Afrique de l'ouest à 2,1 Ga*. [These de doctorat, Univ. Orléans, France, 291P].
34. Papon, A. (1973). *Géologie et Minéralisations du sud-ouest de la Côte d'Ivoire. Synthèse des travaux de l'opération SASCA. Mémoire du BRGM, n°80, Paris, 284P*.
35. Peccerillo, A. et Taylor, S. R. (1976). Geochemistry of eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58(1), 63-81.
<https://doi.org/10.1007/BF00384745>
36. Pupin, J. P. (1988). Granites as indicators in paleogeodynamics. *Rendiconti della Societa Italiana di Mineralogia e Petrologia*, 43(2), 237-262.
37. Shand, S. J. (1943). Eruptive rocks. Their genesis, composition, classification, and their relations to ore-deposits. *T. Murby and Company London, 2nd édition, 444P*.
38. Skursch, O., Tegner, C., Leshner, C. E. et Cawthorn, R. G. (2020). Two expressions of the transition from mafic cumulates to granitoids in the Bushveld Complex, South Africa: Examples from the western and eastern limbs. *Lithos*, 372-373, 105671.
<https://doi.org/10.1016/j.lithos.2020.105671>
39. Tagini, B. (1971). *Esquisse structurale de la Côte d'Ivoire: essai de géotectonique régionale, Thèse de doctorat ès sciences Fac. Sci. Univ. Lausanne. Rapp. SODEMI., Abidjan. 320p*. [Thèse de doctorat, Université de Lausanne, Suisse, 302 P].
40. Tagini, B. (1972). *Carte géologique de Côte d'Ivoire a 1/2 000 000*. SODEMI.
41. Thiéblemont, D., Liégeois, J. P., Fernandez-Alonso, M., Ouabadi, A., Le Gall, B., Maury, R., Jalludin, M., Vidal, M., Ouattara Gbélé, C. et Tchaméni, R. (2016a). Geological map of Africa at 1: 10 M scale. *Geological Map. CGMW-BRGM*.
<https://scholar.google.com/scholar?cluster=42879440014359053&hl=en&oi=scholar>
42. Thiéblemont, D., Liégeois, J.-P., Fernandez-Alonzo, M., Ouabadi, A., Le Gall, B., Maury, R. C., Jalludin, Vidal, M., Ouattara, G., Tchameni,

- R., Michard, A., Nehlig, P., Rossi, P. et Chêne, F. (2016b). An updated geological map of Africa at 1/10,000,000 scale. 35th IGC, Captown.
43. Toure, S., Pupin, J.-P. et Yobou, R. (2009). Nouvelles Caractérisations pétrologiques et géochronologiques du granite sub-alkalin potassiques d'Ayamé, Sud-est de la Côte d'Ivoire. *Rev. Ivoir. Sci. Technol., Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 13, 115-137.
44. Traore, A. S., Ilboudo, H., Yameogo, A. O. et Sawadogo, S. (2023). *Caractérisation des processus orogéniques tardi-éburnéen par les mécanismes de mise en place des plutons alcalins de Wayen et de Déou*, 22.
45. Yobou, R. (1993). *Pétrologie des granitoïdes du protérozoïque inférieur du centre-nord de la cote d'ivoire (ferkessedougou-marabadiassa) : évolution magmatique et contexte géodynamique* [Thèse de doctorat, Université Paris sud, Centre d'Orsay, France, 309 P]. <https://www.theses.fr/1993PA112276>