

III.7 Les granites de Laminia-Guéséboué

Il s'agit des échantillons 1694, 1394 et 1894.

III.7.1 Echantillon 1694

III.7.1.1 Observation macroscopique

La roche est de couleur claire. Elle est grenue, et est constituée de quartz, plagioclase et de biotite. Les minéraux sont de taille moyenne. On observe une certaine orientation des ferromagnésiens (biotite), minéraux sombres de la roche.



Figure 45 : Vue macroscopique de l'échantillon 1694 poli et collé sur une lame de verre.

Plagioclase (Plg) ; Quartz (Qtz) ; Ferromagnésien (Fmg) ; Feldspaths potassique (Fk) ; microcline

III.7.1.2 Observation microscopique

L'observation au microscope montre une roche grenue avec une orientation des biotites. Elle est constituée de quartz, de plagioclase, de microcline et de biotite. Les minéraux accessoires sont peu abondants. L'analyse modale donne la composition suivante :

Quartz	21%
Plagioclase.....	38%
Microcline.....	28%
Biotite.....	11%
Minéraux accessoires.....	..1%

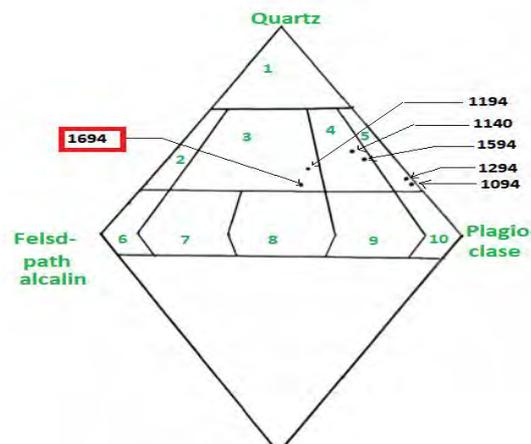


Figure 46 : classification de l'échantillon 1594 dans le diagramme de STRECKEISEN.

Même légende qu'à la figure 31

Le diagramme de STRECKEISEN montre qu'il s'agit d'un granite (figure 46)

Le quartz : xénomorphe, en forme de plage et présente une extinction roulante

Le plagioclase : sub-automorphe, en forme de plage très altérés, certains sont zonés, parfois maclé carlsbad.

Le microcline : en forme de plage insinuante, présente parfois des inclusions de plagioclase altéré, maclé carlsbad et très perthitique.

La biotite : bien orientée, en forme de lamelle, parfois chloritisée mais elle est généralement brune.

Les minéraux accessoires : oxyde

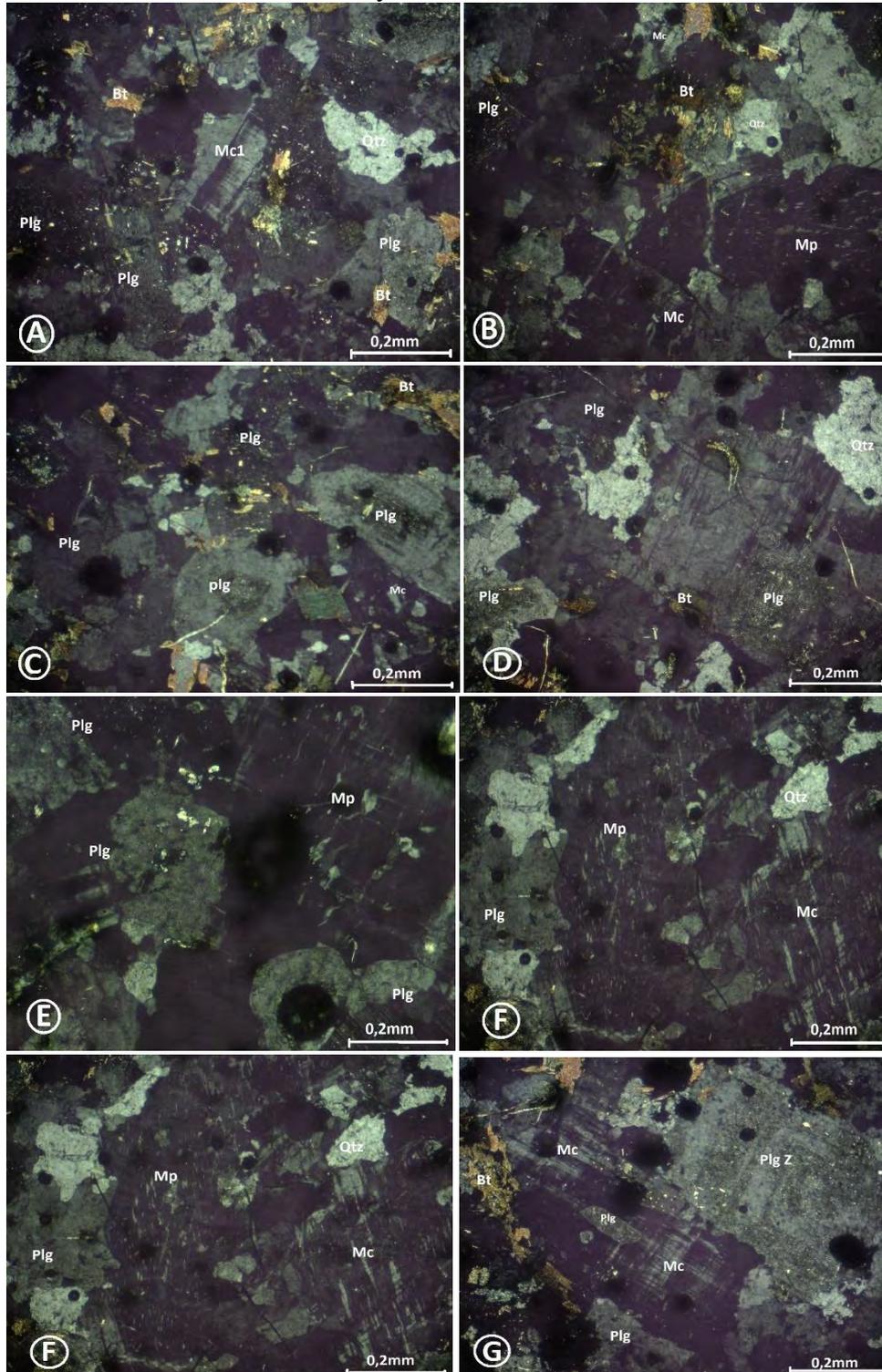


Figure 47 : vue microscopique de l'échantillon 1694.

Plagioclase (**Plg**) ; quartz (**Qtz**) ; Biotite (**Bt**) ; Microcline (Mc) ; Microcline Perthitique (Mp) ; Plagioclase zoné (PlgZ) .

Photo (G) : microcline à inclusion de plagioclase.

III.7.2 Echantillon 1394

III.7.2.1 Observation macroscopique

La roche est claire. Elle est grenue, constituée de quartz, plagioclase, de ferromagnésien et de feldspath potassique.



Figure 48 : Vue macroscopique de l'échantillon 1394 poli et collé sur une lame de verre.

Plagioclase (Plg) ; Quartz (Qtz) ; Ferromagnésien (Fmg) ; Feldspaths potassique (Fk) : microcline

III.7.2.2 Observation microscopique

La roche est constituée de quartz, de plagioclase, de biotite, de microcline (feldspath potassique) et d'amphibole (rare). Les deux premiers sont majoritaires dans la roche. La biotite est bien orientée. La roche a donc une texture grenue avec une légère orientation des biotites. L'analyse modale a permis d'estimer les compositions suivantes :

Quartz.....	30%
Plagioclase.....	39%
Microcline.....	22%
Biotite.....	7%
Amphibole.....	1%
Minéraux accessoires.....	1%

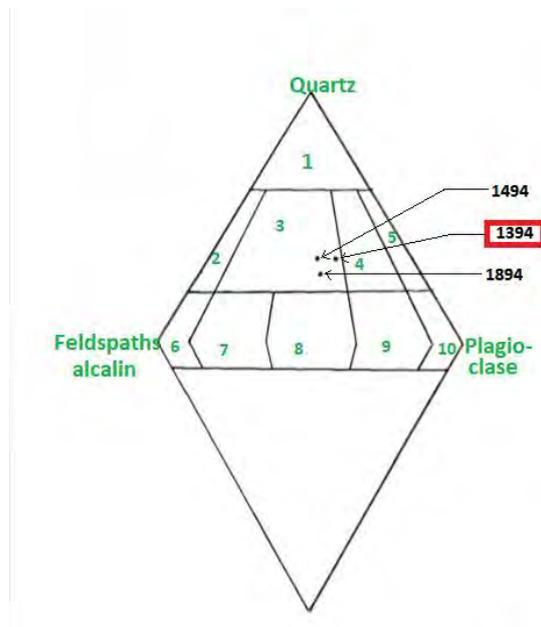


Figure 49 : classification de l'échantillon 1394 dans le diagramme de STRECKEISEN

Même légende qu'à la figure 31

Dans ce diagramme de STRECKEISEN, cette roche se trouve dans le champ des granites (figure 49).

Le quartz : xénomorphe, en grain de taille variable.

Le plagioclase : sub-automorphe, certains sont altérés, et d'autres sont dépourvus de macles polysynthétiques et peuvent facilement être confondus avec le quartz. On observe aussi des plagioclases zonés et des plagioclases qui accolent leurs faces donnant ainsi des figures de synéisis.

Le microcline : présence de microcline à inclusion de biotite, quartz, amphibole et de l'épidote (photo E et F).

La biotite : en forme de baguette, parfois chloritisée.

L'amphibole : rare, automorphe et à inclusion de quartz.

Les minéraux accessoires : épidote et oxydes (opaques)

Le zonage des plagioclases et les figures de synéisis, sont des phénomènes qui ne s'observent qu'en milieu magmatique, cette roche a probablement une origine magmatique.

Le microcline semble être le dernier à cristalliser car en plus de présenter en inclusion les autres minéraux, il n'est pas altéré.

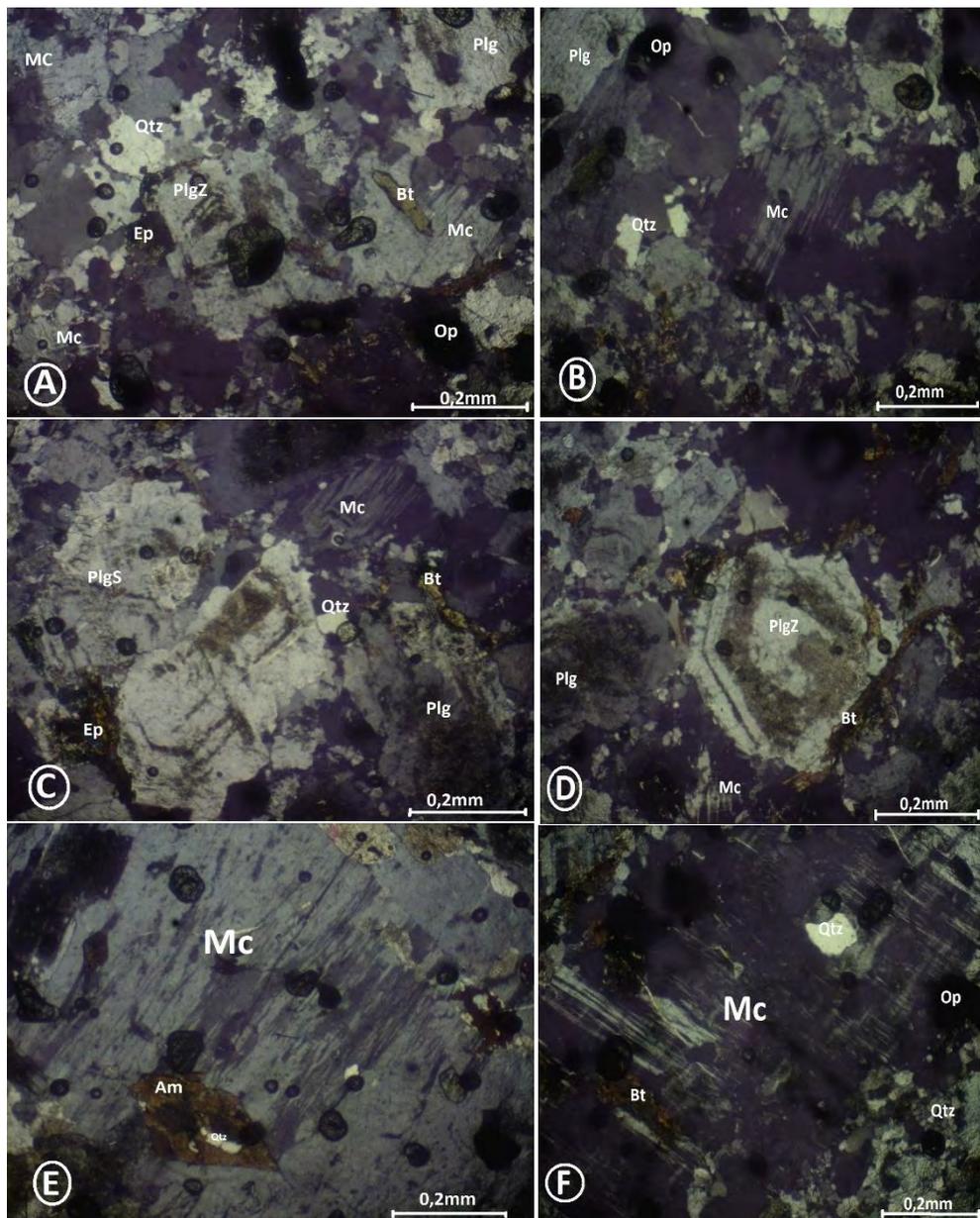


Figure 50 : vue microscopique de l'échantillon 1394.

Plagioclase (**Plg**) ; quartz (**Qtz**) ; Biotite (**Bt**) ; Microcline (Mc) ; Amphibole (Am) ; Plagioclase zoné (PlgZ) ; Plagioclase en synéclise (PlgS) ; opaque (**Op**).

III.7.3 Echantillon 1894

III.7.3.1 Observation macroscopique

La roche est de nature claire, un peu rosâtre du certain à la présence de feldspaths alcalins La roche est grenue. Elle est constituée de quartz, de plagioclase et de microcline (feldspah potassique). La biotite sous forme d'aiguille constitue le minéral sombre de la roche.



Figure 51 : Vue macroscopique de l'échantillon 1894 poli et collé sur une lame de verre

Plagioclase (Plg) ; Quartz (Qtz) ; Ferromagnésien (Fmg) ; Feldspaths potassique (Fk) : microcline

III.7.3.2 Observation microscopique

La roche apparaît constituée de plagioclase, de quartz, de microcline et de biotite. Ces minéraux sont plurimillimétriques. Les minéraux accessoires sont représentés par l'épidote. On remarque une orientation des ferromagnésiens (biotite). La roche a donc une texture grenue avec une orientation des biotites. L'analyse modale donne l'estimation de la composition minéralogique suivante :

Quartz	24%
Plagioclase.....	36%
Microcline.....	28%
Biotite	11%
Minéraux accessoires.....	1%

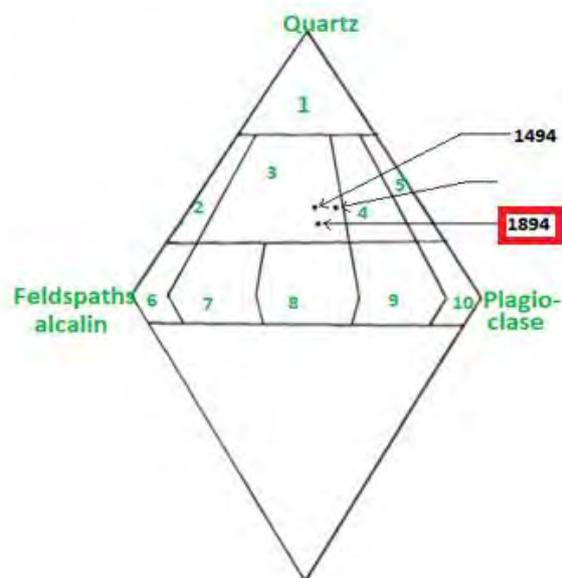


Figure 52 : classification de l'échantillon 1594 dans le diagramme de STRECKEISEN

Dans ce diagramme de STRECKEISEN, la roche est un granite (figure 52).

Le quartz : xénomorphe, et à extinction ondulante.

Le plagioclase : sub-automorphe, ils sont très altérés et ceux maclés polysynthétiques sont rares. Les plagioclases zonés sont nombreux ainsi que les figures de synéusis. Présence de la macle de carlsbad.

Le microcline : sous forme de grandes plages insinuantes, légèrement altéré. On note la présence de perthite.

La biotite : très orientée, elle a tendance à mouler les autres minéraux. Elle est de couleur brune, ou en voie de chloritisation (un peu verdâtre).

Minéraux accessoires : épidotes

La présence de plagioclases zonés et figures de synéusis suggère que cette roche ait une origine magmatique.

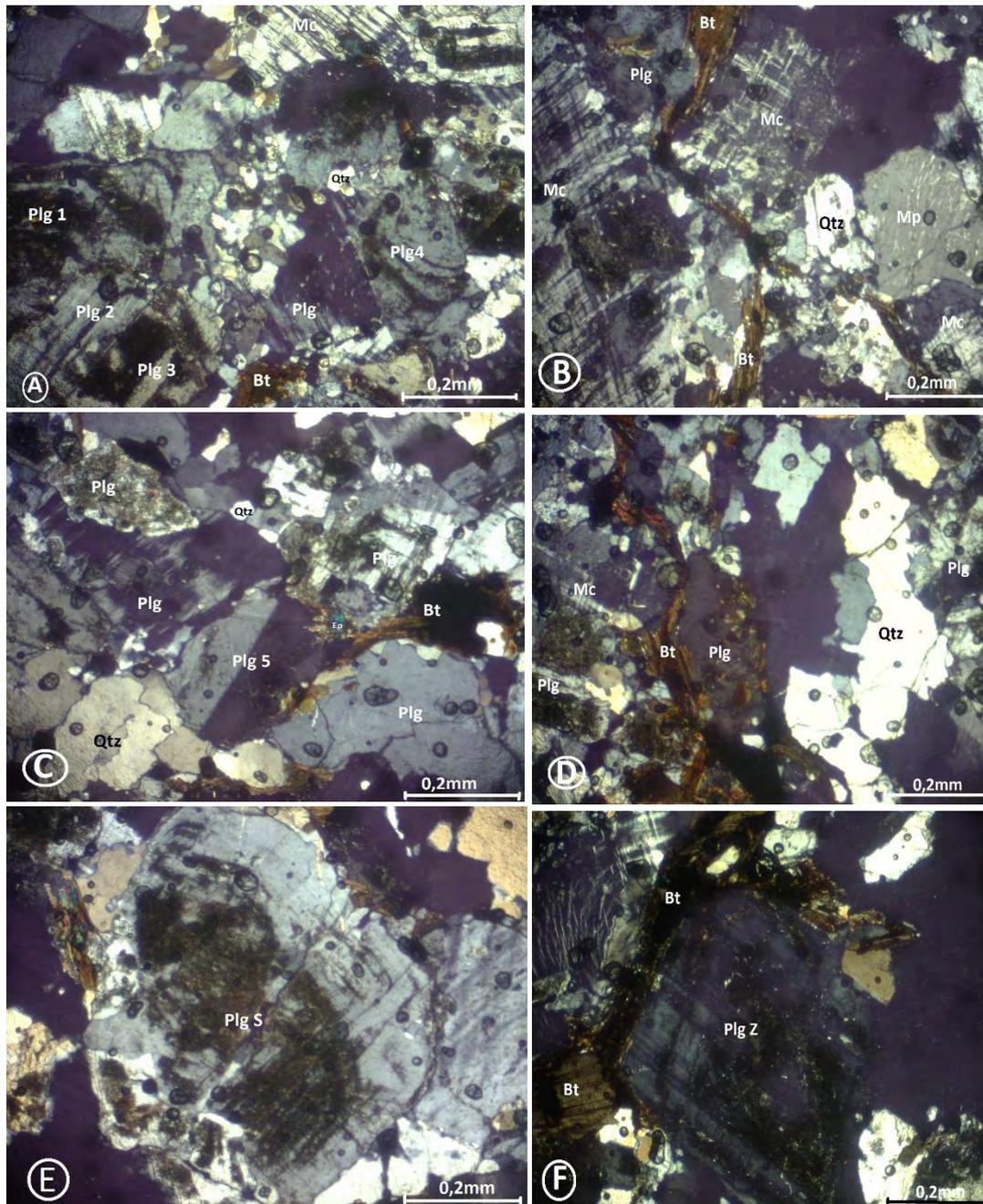


Figure 53 : vue microscopique de l'échantillon 1894.

Plagioclase (**Plg**) ; Plagioclases en synéusis (**Plg1,Plg2,Plg3**) ; Plagioclase maclé (**Plg5**) ; Quartz (**Qtz**) ; microcline (**Mc**) ; microcline perthitique (**Mp**) ; plagioclase zoné (**Plg Z**) ; plagioclase en synéusis (**Plg S**) ; Epidote (**Ep**) ;Biotite(**Bt**)

III.8 Mylonite de Moussala

Il s'agit de l'échantillon 1994.

III.8.1 Observation macroscopique

La roche est sombre du certainement à la présence de ferromagnésiens. Elle est nettement orientée. Les plagioclases sont bien visibles, et sont très souvent altérés en couleur rose. L'altération de la roche se manifeste aussi par l'aspect verdâtre de certains minéraux. IL est toutefois facile de remarquer à l'œil nu que cette roche présente des structures tectoniques de type C/S (C : cisaillement et S : schistosité). Il s'agit donc d'une roche mylonitisée.

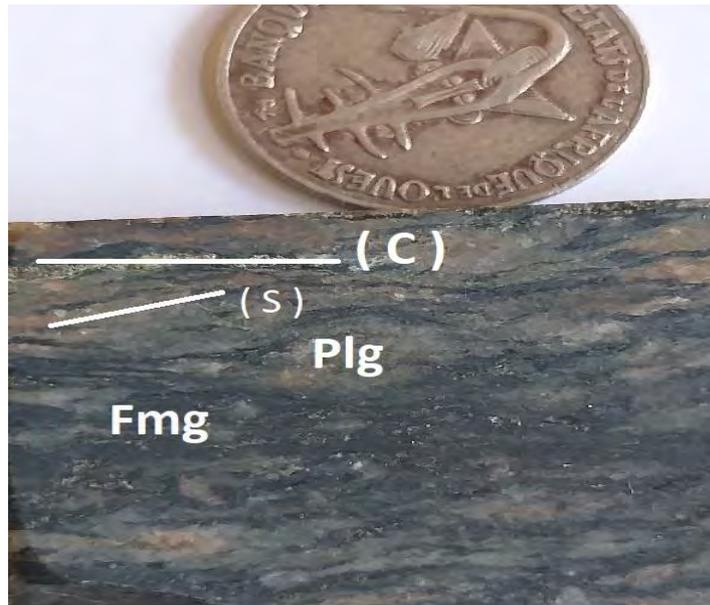


Figure 54 : vue macroscopique de l'échantillon 1994 poli.

Plagioclase (**Plg**), Ferromagnésiens (**Fmg**), Schistosité (**S**), Cisaillement (**C**).

III.8.2 Observation microscopique

La roche apparaît constituée de biotite, d'amphibole, de plagioclase et de quartz. La biotite et l'amphibole sont sous forme de lamelles bien orientées et forment des bandes sombres et moulent parfois les deux autres minéraux. Le plagioclase et le quartz sont à grain fin, et ont donc subi une recristallisation. Les minéraux accessoires sont représentés par l'épidote et les oxydes (opaques).

Les structures C/S sont assez nettes, le sens de cisaillement est senestre (photo A et D).

Des structures sigmoïdales sont aussi observées (photo D).

La roche a une texture protomylonitique.

La composition minéralogique révèle qu'il s'agit d'une granodiorite mylonitisée.

La roche est un orthogneiss.

Ce type de roche se développe spécifiquement dans les zones de cisaillement ductile.

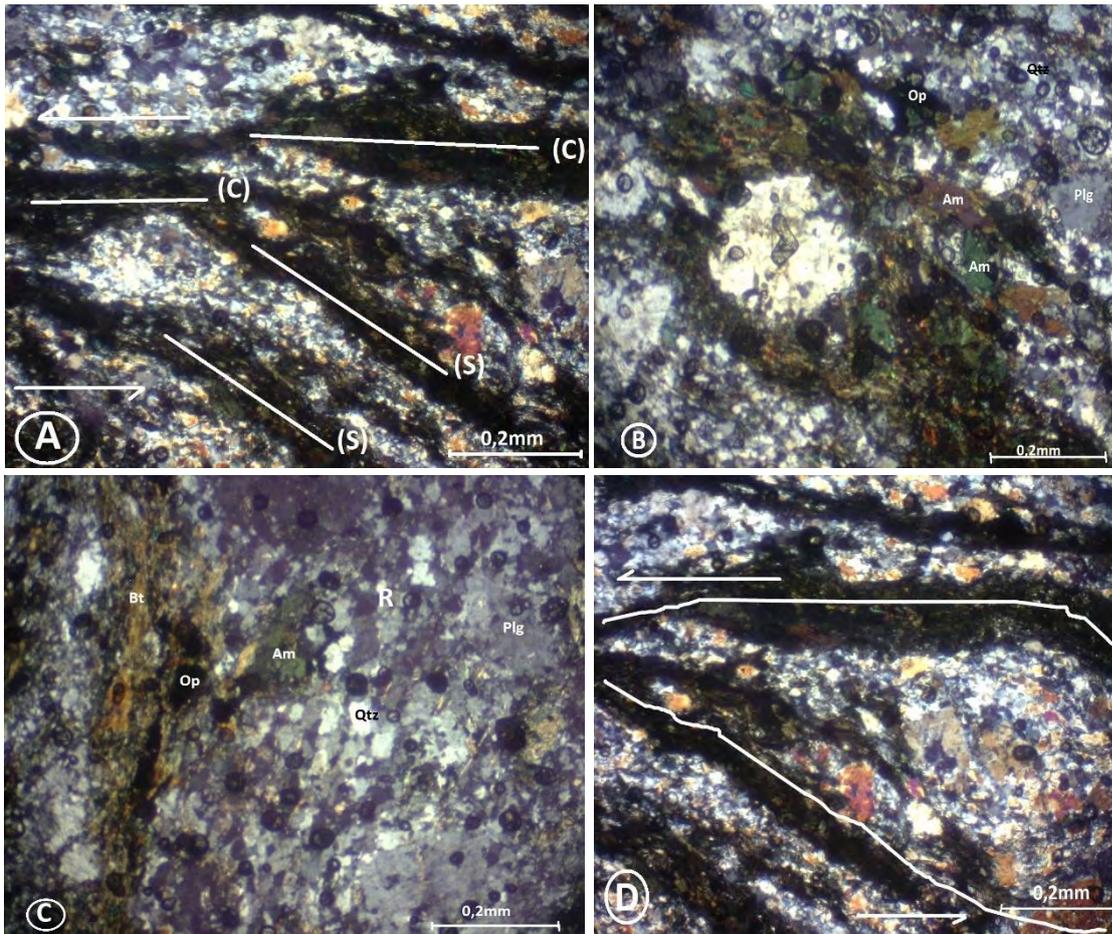


Figure 55 : Vue microscopique de l'échantillon 1994.

Opaque (**op**), biotite (**Bt**), amphibole (**Am**), plagioclase (**Plg**), quartz (**Qtz**), recristallisation (**R**), schistosité (**S**), cisaillement (**c**).

Photo (A et D) : sens de cisaillement senestre

Photo (A et D) : bandes sombres (amphibole et biotite), claires (quartz et plagioclase)

Photo (D) : structure sigmoïdale

IV. Synthèse

Les granitoïdes de la boutonnière de Kédougou-Kéniéba ont fait l'objet de plusieurs classifications très différentes les unes des autres (tableau 2)

Tableau 2 : Les différentes classifications des granitoïdes de la boutonnière de Kédougou-Kéniéba.

Auteurs	Classifications		
	Selon les caractéristiques lithostructures et/ou leur âge	Selon leur association avec des roches volcaniques ou sédimentaires	Selon leur composition minéralogique
J.P.Bassot (1966)	- Des granites de type Baoulé ; - Des granites de type Boboti ; - Des granites de type Bondoukou.		
F.Witschard (1965)	- Les granites à caractères migmatiques. - Les granites de type Saraya. - Les granites de type Bambadji. - Les granites post-tectoniques.		
Bassot et Caen- Vachette (1984)	-les granitoïdes de Kakadian (2199±68 Ma) ; -Granite de Gamaye (2045±27Ma) -Granites de Saraya (1973±33Ma) -Granitoïdes type Bondoukou (1949±55Ma)		
Hidres et al.,(1992)		-les granites de bassin qui sont des granites à biotite. -les granites de ceinture qui sont des granites à amphibole.	
Dioh et al., (2006)			-les granites à opx-cpx-amp à tendance tonalitique. -les granites à amphibole à tendance trondjhémitique. -les granites potassiques à opx-cpx. -les granites peralumineux à biotite.
Gueye et al., (2008)	-Le granite de Badon et les gneiss tonalitiques de Tonkouto (2200-2198Ma). - Le complexe plutonique lité et les granites de Laminia-Kaourou (2160-2130Ma). -Les granites de Diombalou et de Bouroubourou orientés parallèlement à la schistosité régionale. -Les granites de Mamakono , de Tinkoto, de Saraya et les leucogranites à grenat (2100-2070 Ma).		
Théveniaut et al.,(2010)	-La suite Sandikounda-Soukouta (2140-2170). -La suite de Saraya (2060-2100). -La suite de Boboti (2060-2080).		

En se basant sur ces travaux antérieurs, les granites de Laminia-Guèssébové appartiennent : aux granites de type Saraya (Bassot, 1966), au massif granitique de Laminia (Witschard, 1965) et à la suite magmatique de Saraya (Théveniaut et al, 2010).

Les tonalites de Sandiako et Dioubéla, les mylonites de Moussala et Dioubéla, les granodiorites de Léoba et Sandiako et le granite de Sandiako, quant à eux, appartiennent aux granites de type Kakadian (Bassot, 1966) ; aux granites migmatoïdes du massif de Kakadian (Witschard, 1966) et à la suite magmatique de Sandikounda-Soukouta (Théveniaut et al., 2010)

La faille de Léoba -Moussala a affecté la plupart des roches, certaines plus que d'autres. Cette faille est une Zone de cisaillement ductile senestre. Les plus affectées, la granodiorite de Léoba et les granitoïdes de Dioubéla et Moussala ont subi une mylonitisation et une recristallisation de minéraux ; les moins affectées, la tonalite de Dioubéla et les granites de Laminia-Guèssébové ont tout simplement subi une orientation préférentielle des biotites.

Tous les granitoïdes étudiés peuvent être rattachés aux granites syntectoniques de type Baoulé (Bassot, 1966) car mêmes ceux qui ne sont pas orientés, ont subi des efforts tectoniques. Les tonalites, les granodiorites, les mylonites et le granite de Sandiako sont de type Kakadian et appartiennent à la suite de Sandikounda-Soukouta (Théveniaut et al, 2010).

Les granites de Laminia-Guèssébové ont la particularité de montrer des plagioclases zonés et des figures de synéusis qui suggèrent une origine magmatique de ces roches. On peut donc les rattacher aux granites de type Saraya (Bassot, 1966 ; Witschard, 1965), et ils appartiennent à la suite de Saraya (Théveniaut et al, 2010). Toutefois, l'abondance de microcline frais dans ces granites indique qu'il y a eu une métasomase potassique.

La tonalite de Sandiako, le seul granitoïde à pyroxène peut être rattachée aux granites de type Bambadji (Witschard, 1965) du fait de sa ressemblance avec les roches de ce type.

L'examen pétrographique des granitoïdes étudiés a permis de distinguer :

1. **Des granitoïdes déformées** : granodiorite de Sandiako, mylonites de Dioubéla et de Moussala par une nette orientation des minéraux dès l'observation macroscopique, par contre cette orientation n'est observable pour la tonalite de Dioubéla et les granites de Laminia-Guèssébové (échantillon 1694 et 1894) qu'au microscope. Pour la granodiorite de Léoba, la déformation est justifiée par la recristallisation qu'a subi la roche.
2. **Des granitoïdes non déformées** (tonalite de Sandiako, granites de Laminia-Guèssébové). Les minéraux de ces roches ne montrent pas d'orientation

particulière. Cependant la présence de quartz à extinction roulante suggère qu'elles ont subies des efforts tectoniques.

3. **Des granitoïdes à microcline** : Le microcline est abondant au sein des granites de Sandiako, de Laminia-Guèssébové et du granite de Dioubéla. Il est moins abondant dans les granodiorites de Léoba et Sandiako, il est rare dans la tonalite de Sandiako.
4. **Des granitoïdes sans microcline** : Il s'agit de la tonalite de Dioubéla et la mylonite de Moussala.
5. **Des granitoïdes à amphibole et biotite** : La mylonite de Moussala est riche en amphibole et biotite alors que ces minéraux sont rares dans le granite de Laminia-Guèssébové.
6. **Des granitoïdes à biotite** : Toutes les granitoïdes étudiés à l'exception de la granodiorite de Léoba contiennent de la biotite.

Selon Barbarin (1999) les caractéristiques pétrographiques des granitoïdes permettent d'évoquer leur environnement géodynamique ainsi que la participation de la croûte et du Manteau lors de leur formation. En effet Barbarin (1999) a distingué 7 types de granites : **ACG** : Granites Calco-alcalins à Amphibole ; **ATG** : Granites d'Arc Tholéitique ; **CPG** : Granites Peralumineux à Cordiérite ; **KCG** : Granites Calco-alcalins Potassiques (K) ; **MPG** : Granites Peralumineux à Muscovite ; **PAG** : Granites Peralcalins et Alcalins ; **RTG** : Granites des Rides Tholéitiques. Sur le tableau 3 sont indiquées les caractéristiques minéralogiques des granitoïdes de Barbarins. **Le tableau 4** donne respectivement : les relations entre l'environnement géodynamique, l'origine et le type de granitoïde associé. La **figure 56** donne les contributions relatives du manteau et de la croûte (continentale) à la formation des granites.

Tableau 3 : Caractéristiques minéralogiques des granitoïdes de la classification de Barbarin (1999)

(Barbarin, Lithos, 1999)

MINÉRALES	MPG	CPG	KCG	ACG	RTG	PAG
Biotite	x	x x x	x x x	x x	x	x x
Muscovite	x x x	x	x	o	o	x
Cordierite	o	x x	o	o	o	o
Sill.-And.	o	x	o	o	o	o
Amphibole	o	o	x	x x x	x x x	alk. amph.
Pyroxene	o	o	o	x x	x x	alk. pyr.
Apatite	x x x	x x x	x x	x x	x x	x x
Zircon	x	x x	x x x	x x x	x x x	x x x
Monazite	x	x	o	o	o	o
Garnet	x x	x	o	o	o	x
Tourmaline	x x x	x x	o	o	o	o
Allanite	o	x	x x	x x	x	x x
Titanite	o	o	x x	x x x	x	x
Ilmenite	x	x	x	x	x	x x
Magnetite	o	o	x	x x	x x	x x
Plag.-An%	0 - 20	15 - 40	15 - 30	20 - 50	20 - 50	0 - 10

(o : absent; x : rare; xx : common; xxx : abundant)

Tableau 4 : Relation entre l'environnement géodynamique, l'origine et le type de granitoïdes associées.

TYPES DE GRANITOÏDES		ORIGINE	ENVIRONNEMENT GEODYNAMIQUE
Granitoïdes Peralumineuses à Muscovite	MPG	ORIGINE CRUSTALE GRANITOÏDES PERALUMINEUSES	COLLISION CONTINENTALE
Granitoïdes Peralumineuses à Cordiérite	CPG		
Granitoïdes Calco-alcalines Potassiques (K) (K élevé - Ca faible)	KCG	ORIGINE MIXTE (Crust + Mantle) GRANITOÏDES METALUMINEUSES ET CALCO-ALCALINES	REGIMES TRANSITIONNELS
Granitoïdes Calco-alcalines à amphibole (K faible - Ca élevé)	ACG		SUBDUCTION
Granitoïdes d'Arc Tholéitique	ATG	ORIGINE MANTELLIQUE GRANITOÏDES THOLEITTIQUES, ALCALINES ET PERALCALINES	PROPAGATION OCEANIQUE OU DOME ET RIFTING CONTINENTAL
Granitoïdes de Ride Médio-Océanique Tholéitique	RTG		
Granitoïdes Alcalines et Peralcalines	PAG		

TYPES DE GRANITOÏDES AVEC LEURS MINÉRAUX DISTINCTIFS

MPG (muscovite ± bt)	CPG (bt-rich ± cordierite)	KCG (K-fd mc ± Ca-amp)	ACG + ATG (Ca-amp ± Ca-px)	RTG (amp + px)	PAG (Na-amp ± Na-px)
CONTRIBUTION DU MANTEAU ET DE LA CROÛTE					
CONTRIBUTION DE LA CROÛTE			CONTRIBUTION DU MANTEAU		

Figure 56 : Contributions relatives du manteau et de la croûte (continentale) à la formation des granites (Barbarin 1999).

Tableau 5 : Caractéristiques minéralogiques des granitoïdes étudiés, et des granites de type ACG et KCG.

Minéraux	Granites ACG	Granites KCG	Tonalite Sandiako	Tonalite Dioubéla	Granodiorite Sandiako	Granodiorite Léoba
Biotite	xx	xxx	Xxx	xxx	xx	0
Muscovite	0	x	0	xx	0	0
Cordiérite	0	0	0	0	0	0
Sill-And	0	0	0	0	0	0
Amphibole	xxx	x	0	0	0	0
Pyroxène	xx	0	X	0	0	0
Apatite	xx	xx	0	0	0	0
Zircon	xxx	xxx	0	0	0	0
Monazite	0	0	0	0	0	0
Grenat	0	0	0	0	0	0
tourmaline	0	0	0	0	0	0
Allanite	x	xx	0	0	0	x
Oxydes	x	x	X	x	x	x
microcline			X	0	xx	xx

(0 : absent; x: rare; xx: common; xxx: abondant)

Tableau 6 : caractéristiques minéralogiques des granitoïdes étudiés, et des granites de type ACG et KCG.

Minéraux	Granites ACG	Granites KCG	Mylonite Moussala	Mylonite Dioubéla	Granite Sandiako	Granites Lamina-Guèssébové
Biotite	xx	xxx	xx	xx	xx	xx
Muscovite	0	x	0	x	0	0
cordiérite	0	0	0	0	0	0
Sill-And	0	0	0	0	0	0
Amphibole	xxx	x	xxx	0	0	x
Pyroxène	xx	0	0	0	0	0
Apatite	xx	xx	0	0	0	0
Zircon	xxx	xxx	0	0	0	0
Monazite	0	0	0	0	0	0
Grenat	0	0	0	0	0	0
tourmaline	0	0	0	0	0	0
Allanite	x	xx	0	0	0	0
Oxydes	x	x	x	x	0	x
microcline			0	xxx	xxx	xxx

(0 : absent; x:rare; xx: common; xxx: abondant)

Les granitoïdes étudiées sont proches des ACG (**A**mphibole **C**alc-**a**lkaline **G**ranites) et des KCG (**P**otassic **C**alc- **a**lkaline **G**ranites). Les ACG peuvent se former lors d'une subduction soit par différenciation de laves calco-alkalines, soit par fusion d'une croûte déjà existante. Les KCG sont en général tardi à post orogéniques. Leur formation reste encore assez

énigmatique. La plupart des auteurs s'accordent sur le fait qu'ils ont un lien génétique avec des diorites (qu'on retrouve d'ailleurs en enclaves dans ces plutons) qui proviendraient sans doute d'un manteau enrichi par les épisodes de subduction.

En conclusion les granitoïdes de la partie septentrionale du groupe de Mako sont caractéristiques des zones de subduction. Les magmas qui les ont engendrés sont d'origine mixte, à la fois mantellique et crustale.

Conclusion générale

Les observations et la cartographie ont permis à de nombreux auteurs de montrer que les granitoïdes sont très répandus dans la boutonnière de Kédougou-Kéniaba appartenant au Craton Ouest Africain. En plus des observations de terrain et la cartographie, les analyses chimiques et géochimiques ont permis de mieux connaître les granites et d'avoir un aperçu sur leur mise en place. C'est ainsi que plusieurs classifications ont été abordées selon différentes méthodes. D'après les résultats des méthodes de classifications exposés montrent que les granitoïdes mis en place dans la boutonnière de Kédougou s'individualisent, non seulement par des âges de mise en place, mais également par des caractères très différents au plan pétrographique, composition chimique, géochimique.

Ces classifications très différentes les unes que les autres qu'on peut résumer de la manière suivante : Selon leurs caractéristiques lithostructurales et/ou leur âge (J.P.Bassot, 1966 ; F.Witschard, 1965 ; Bassot et Caen- Vachette (1984) ; Gueye et al. 2008 et Théveniaut et al, 2010 ; selon leur association avec des roches volcaniques ou sédimentaires (Hidres et al., 1992) et selon leur composition minéralogique (Dioh et al, 2006).

Les granitoïdes étudiées sont proches des **ACG (Amphibole Calc-alkaline Granites)** et des **KCG (Potassic Calc- alkaline Granites)**. Ils sont caractéristiques des zones de subduction. Les magmas qui les ont engendrés sont d'origine mixte, à la fois mantellique et crustale.

La réalisation de lame a permis non seulement de caractériser pétrographiquement ces granitoïdes, mais aussi de déceler certaines informations tectoniques et génétiques. Cependant, vu l'importance des granitoïdes, l'obtention de nouvelles données de cartographie, pétrographie, géochimie et géochronologique sera toujours utile pour une meilleure connaissance de la région.

Références bibliographiques

Arnould A. (1961). Etude géologique des migmatites et des granites précambriens du NE de la Côte d'Ivoire et de la Haute Volta méridionale. Thèse Clermont Ferrand. 1960. Mém. BRGM, Fr., n° 3. 174p.

Barbarin., (1999). Revue sur les relations entre les différents types de granitoïdes, leurs origines et leur environnement géodynamique. N°46, p. 605-626.

Bodin, L. (1951). Contribution à l'étude des granites birrimiens dans le cambrien de l'Afrique Occidentale Française. Bull. Dir. MinesA.O.F.,n°12, Dakar, 107p.

Bassot, J.P., (1963). Etude géologique du Sénégal oriental et ses confins guinéo-maliens. Thèse Doct. Es Sci. T. 1, Université Clermont Ferrand, France, 115pp.

Bassot, J.P. (1966). Etude géologique du Sénégal oriental et ses confins guinéo-maliens. Mémoire BRGM, N°40, 322p.

Bassot et Caen-Vachette., (1984). Données géochronologiques et géochimiques nouvelles sur les granitoïdes de l'est du Sénégal : implication sur l'histoire géologique du birimien de cette région, in J. Klerkx & J. Michot, eds., Géologie africaine : Tervuren, p. 190-209.

Bassot, J.P., 1987. Le complexe volcanoplutonique calcoalcalin de la rivière de Daléma (Est Sénégal) : discussion de la signification géodynamique dans le cadre de l'orogénie éburnéenne (protérozoïque inférieur). *J. Afr. Earth Sci.*, 6, pp 109-115.

Bassot, J.P., 1997. Albitisations dans le Paléoprotérozoïque de l'Est Sénégal : relations avec les minéralisations ferrifères de la rive gauche de la Falémé. *J. Afr. Earth Sci.*, 25 (3), 353-367.

Cissokho, S., (2010). Etude géologique du secteur de Mako (partie méridionale du Supergroupe de Mako, boutonnière de Kédougou - Kéniéba, Sénégal oriental) : Implications sur la diversité magmatique. Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 213p.

Dabo, M., (2011). Tectonique et minéralisations aurifères dans les formations birimiennes de Frandi-Boboti, boutonnière de Kédougou-Kéniéba, Sénégal oriental. Thèse de doctorat, Université Nancy, 295p.

Dabo M., Aïfa T., Gning I., Faye M., Ba M. F., et Ngom P.M. (2017). Lithological architecture and petrography of the Mako Birimian greenstone belt, Kédougou-Kéniéba Inlier, eastern Senegal. *J. Afr. Earth Sci.*, 131, pp 128-144.

Dia, A., (1988). Caractères et signification des complexes magmatiques et métamorphiques du secteur de Sandikounda-Laminia, boutonnière de Kédougou-Kéniéba, Sénégal oriental. Thèse de doctorat, Université Nancy 1, 385p.

Dia, A., van Schmus, W.R., Kröner, A., 1997. Isotopic constraints on the age and formation of a volcanic arc complex in the Kedougou inlier, eastern Senegal, West Africa. *J. Afr. Earth Sci.*, 24 (3), 197-213.

Diallo, D. P., 2001. Le paléovolcanisme de la bordure occidentale de la boutonnière de Kédougou, Paléoprotérozoïque du Sénégal oriental : incidences géotectoniques. *Journal of African Earth Sciences*, vol. 32 n°4, 919 – 940.

Diallo, D.P., (1994). Caractérisation d'une portion de la croûte d'âge protérozoïque inférieur du craton ouest africain : cas de l'encaissement des granitoïdes dans le supergroupe de Mako (boutonnière de Kédougou), implications géodynamiques. Thèse d'Etat, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 466p.

Dioh, E., (1983). Mise au point bibliographique sur les granites de la fenêtre de Kédougou. (Sénégal oriental). Etude en lames minces des principaux types dans la région de Médina Foulbé. Mémoire de D.E.A, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, 54p.

Dioh, E., (1995). Caractérisation, signification et origine des formations birimiennes encaissantes du granite de Dioumbalou (partie septentrionale de la boutonnière de Kédougou-Sénégal oriental). Thèse, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, 445p.

Dioh, E., Béziat, D., Debat, P., Grégoire, M., Ngom, P.M., (2006). (2006). Diversité des granitoïdes du paléoprotérozoïque de la boutonnière de Kédougou (Sénégal Oriental), contrainte pétrographique et géochimique. *Journal of Earth Sciences*, N° 44, p 351-371.

Gueye, M., Ngom, P.M., Diène, M., Thiam, Y., Siegesmund, S., Wemmer, K., Pawlig, S., (2008). L'évolution des roches intrusives et tecto-métamorphiques dans la ceinture paléoprotérozoïque de Mako (Sénégal Oriental ; Ouest Africain). *Journal of Earth Sciences*., 50, p 88-110.

GUEYE M., SIEGESMUND S., WEMMER K., PAWLIG S., DROBE M., NOLTE N., LAYER P., (2007). Nouvelles évidences pour une évolution d'un birimien précoce dans le craton ouest africain : un exemple de la boutonnière de Kédougou-Kéniéba, SE du Sénégal. *Journal de Géologie de l'Afrique du Sud*, Volume 110, p 511-534.

Ledru, P., Pons, J., Feybesse, J.L., Dommanget, A., Johan, V., Diallo, M., Vinchon, C., 1989. Tectonique transcurrente et évolution polycyclique dans le Birimien, Protérozoïque inférieur du Sénégal-Mali (Afrique de l'Ouest). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 308, 117-122.

Leube, A., Hirdes, W., Mauer, R., Kess, G.O., 1990. The early Proterozoic Birimian supergroupe of Ghana and some aspects of its associated gold mineralization. *Precambrian Research* 46, p 139 -165.

Ndiaye, P.M., 1986. Etude géologique et métallogénique de la partie septentrionale du granite de Saraya : Secteurs de Missi ra, Wassangara, Frandi. Sénégal Oriental. Thèse Doct, 3^{ème} cycle Univ. Ch. A. Diop Dakar. 109 p.

NDIAYE. P. M., ROBINEAU D.B., & MOREAU C. (1989). Déformation et métamorphisme des formations birimiennes en relation avec la mise en place du granite éburnéen de Saraya (Sénégal oriental). *Bull. Soc. Géol. France*, V, n°3, pp. 619-635.

Ndiaye, P.M., (1994). Evolution au protérozoïque inférieur de la région Est-Saraya (craton de l'Afrique de l'ouest, Sénégal-Mali) : Tourmalinisation, altération hydrothermale et minéralisations associées. Thèse d'Etat, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, 372 p.

Ngom, P. M., 1985. Contribution à l'étude de la série Birimienne de Mako dans le secteur de Sabodala (Sénégal oriental). Thèse de 3ème cycle, 134 pp. Univ. Nancy I.

Ngom, P.M., 1989. Caractères géochimiques des formations Birimiennes du supergroupe de Mako (Sabodala et ses environs). *Journal African Earth Sciences* 8 (1), 91 – 97.

Ngom, P.M., (1995). Caractérisation de la croûte birimienne dans la partie centrale et méridionale du super groupe de Mako. Identification géochimique et pétrogénétique. Thèse d'Etat, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, 240 p.

Ngom, P.M., Gueye, M., Cissokho, S., Joron, J.L., Treuil, M., Dabo, M., 2007. Signification géodynamique des roches volcaniques dans les ceintures de roches vertes d'âge paléoproterozoïque; Exemple de la partie méridionale du supergroupe de Mako, boutonnière de Kédougou (Sénégal). Approche des éléments en traces. *Journal des Sciences et Technologies*. Vol. 5 n°1, p p. 52 - 71.

Rocci, G. (1965). Essai d'interprétation des mesures géochronologiques. La structure de l'Afrique de l'Ouest. *Science de la Terre, France*, 10,3-4, 461-479 pp.

Peucat, J.J., Capdevilla, R., Drareni, A., Mahdjoub, Y., Kahoui, M.,2005. The Eglab massif in the West African Craton (Algeria), an original segment of the Eburnean orogenic belt : petrology, geochemistry and geochronology. *Precambrian Research* 136, 309 – 352.

Theveniaut, H., Ndiaye, P.M., Buscail, F., Coueffe, R., Delor, C., Fullgraf, T., Goujou, J.C., (2010). Notice explicative de la carte géologique du Sénégal oriental à 1/500 000. Ministère des Mines, de l'Industrie, de l'Agro-Industrie et des PME, Direction des Mines et de la Géologie, Dakar. 123p.

Witschard, F, 1965. Contribution à l'étude géologique, pétrographique et minéralogique des massifs granitiques du Sénégal Oriental. *Mémoire BRGM* 44, 177p.