
JUSTIFICATION, OBJECTIF, METHODOLOGIE, ET PLAN DU MEMOIRE.

I.1) Justification et objectif du mémoire.

Les formations birimiennes attribuées au volcanisme tholeiitique du Sénégal oriental ont fait l'objet de nombreux travaux géologiques et miniers. Ces travaux ont permis de comprendre les caractères structuraux, pétrographiques, minéralogiques, géochimiques et géochronologiques des roches étudiées. Cependant, tout en reconnaissant l'importance des résultats obtenus, nous pensons que les travaux complémentaires demeurent toujours nécessaires. Ainsi, le présent travail a pour objectif majeur d'apporter une contribution à la connaissance de la géologie du groupe de Mako à travers une étude du volcanisme tholeiitique dans tous les secteurs où ils affleurent, afin de mener une étude comparative pour mettre en évidence les analogies ou les particularités des roches volcaniques de différents secteurs où elles affleurent.

I.2) Méthodologie

Pour atteindre l'objectif ainsi fixé, nous avons adopté la méthodologie suivante :

- des études bibliographiques portant sur la géologie générale du Craton Ouest Africain, de la boutonnière de Kédougou-Kéniéba et en particulier sur celle du groupe de Mako ;
- une synthèse bibliographique portant exclusivement sur le volcanisme tholeiitique du groupe de Mako ;
- des travaux de laboratoire portant sur des observations microscopiques de lames minces réalisées sur les échantillons des roches volcaniques basiques.
- des analyses et traitements des données géochimiques disponibles dans les roches basaltiques des différents secteurs étudiés.

1.3) Plan du mémoire

Le présent mémoire s'articule autour de quatre parties. La première partie est consacrée aux cadres géographique et géologique. La seconde partie est basée sur l'étude lithologique et pétrographique. La troisième partie, concerne les études géochimiques des metabasites tholéitiques du groupe de Mako. La quatrième partie est consacrée à l'étude comparative et interprétative des résultats obtenus. Enfin, une conclusion générale faisant la synthèse des résultats exposés met fin à la rédaction du présent mémoire.

II) Cadre géographique et géologique

II.1) Cadre géographique

II.1.1) Situation géographique

Le groupe de Mako est situé au Sud-est du Sénégal entre les longitudes 11°50'Est et 12°52' Ouest et les latitudes 12°48'Sud et 14°20'Nord.

II .1.2) Relief

La zone d'étude est la plus accidentée du pays. Dans certains endroits, le relief est constitué des collines et des plateaux tabulaires entourant des vallées fertiles, alors que dans d'autres endroits, le relief est non accidenté (plat).

II.1.3) Climat

La zone d'étude se trouve dans le domaine climatique Soudano-Guinéen. Elle bénéficie d'une bonne pluviométrie pendant 05 mois (de Mai à Septembre) avec au moins 1.150 mm par an et soumis à harmattan pendant 07 mois (d'Octobre à Avril). Les températures dépassent 39° au mois de Mai.

II.1.4) Végétation

La végétation est de type savane arborée, organisée en forêts dense et claire et galerie forestière le long des cours d'eau. Cette monotonie du paysage est coupée par le relief accidenté qui multiplie les habitats écologiques d'où l'importance de la flore qui est la plus riche et la plus variée du Sénégal.

II .1.5) Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est très dense avec deux principaux cours d'eaux quasi permanents : le fleuve Gambie et la Falémé qui prennent leur source dans le Fouta Djallon. Une multitude des petits cours d'eau qui tarissent pendant la saison sèche se jettent dans la Gambie et la falémé.

II.1.6) Population

La densité de la population du Sénégal oriental est estimée à moins de 10 habitants par km². Les principales ethnies sont les Madingues, les Malinkés, les Diaconies, les Diakhankés et les Peulhs. Leurs sources de revenus reposent sur l'agriculture, l'orpillage, l'élevage des bovins et la pêche.

II.1.7) Faune

Sur le plan faunique, on y rencontre la grande faune variée avec des nombreuses espèces parmi lesquelles l'antilope la plus prestigieuse du monde, l'éléphant, l'hippopotame, le buffle, le kob, le derby, le lion, la panthère, le crocodile et d'autres espèces plus ubiquistes comme le singe, le chacal, l'hyène.

II.1.8) Voie de communication

Dans la zone d'étude l'accès peut se faire principalement par voie terrestre notamment par le biais de la route nationale numéro sept (RN7) reliant Dakar-Tambacounda-Kédougou. De nombreuses pistes d'importance non négligeable relient les différentes localités rencontrées dans la zone d'étude.

II.2) Contexte géologique

II.2.1) Le Craton Ouest Africain

Le Craton Ouest Africain occupe 20% de la superficie du continent Africain. Il est borné au Nord par l'Anti – Atlas, à l'Est par la zone mobile de l'Afrique centrale (comprenant les chaînes panafricaines du Hoggar et de l'Adrar des Iforas au Nord et des Dahoméyides au Sud) et à l'Ouest par Les zones mobiles des Mauritanides et des Rockélides.

Le Craton Ouest-Africain est le résultat de deux grandes étapes de croissance crustale, la première correspond à la formation d'une croûte archéenne (3,5-2,5 Ga) et la seconde correspondant à la formation d'une croûte paléoprotérozoïque (2,2-1,7 Ga). Elles se sont stabilisés aux alentours de 1,7 Ga (Hirdes et al., 1992 ; 1996 ; Davis et al., 1994 ; Ledru et al., 1991).

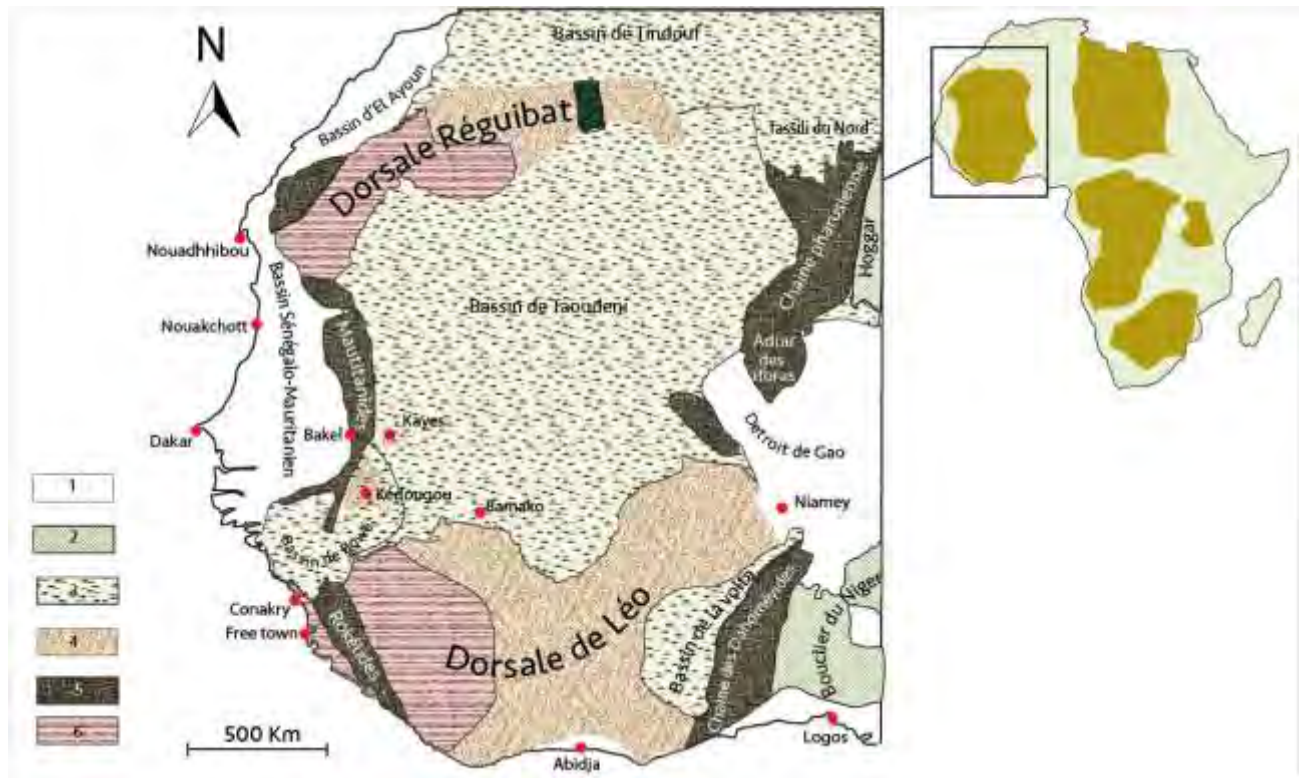


Figure 1 : Carte géologique du Craton Ouest Africain (Lamine lukanga Diane modifiée)

1 : Terrains post-paléozoïques ; 2 : Bassins paléozoïques englobant localement le Précambrien supérieur ; 3 : Terrains post-ne protérozoïques 4 : Birimien ; 5 : Zones mobiles ; 6 : Archéen .

Ce craton comprend :

- la dorsale Réguibat située au Nord, qui s'étend de la Mauritanie jusqu'à l'Algérie et comprend des terrains archéens dans sa partie occidentale (constituée par la série amassa) et des terrains paléoproterozoïque dans sa partie orientale (constituée par la série de yétti el Egal).
- la dorsale Man située au sud subdivisée en deux domaines séparés par une grande faille, appelée la faille de Sassandra dont le mouvement est en cisaillement senestre. Elle comprend le domaine baoulé mossi constitué des terrains paléoproterozoïques, situé dans la partie orientale et le domaine de kema Man d'âge archéen, situé dans la partie Ouest.
- entre ces deux dorsales affleurent les boutonnières de Kédougou-Kéniéba (à cheval sur le Sénégal et le Mali) et de Kayes (au Mali), toutes sont formées des terrains birimiens. Le reste du craton est recouvert des sédiments tardifs, d'âge néoproterozoïque à quaternaire, qui forme le bassin de Taoudéni au sud et des bassins de Tindouf au Nord.

Le Craton Ouest Africain, polycyclique, tient sa configuration de deux orogénèses principales : l'orogénèse libérienne, la plus ancienne, affecte les formations d'âge archéen et l'orogénèse éburnéenne, la plus récente, affecte les terrains paléo-protérozoïques.

Dans la rivière Birim au Ghana, les formations Birimiennes définie par Kitson (1928), sont constituées de terrains volcaniques et sédimentaires dont la succession lithologique est diversement interprétée à travers le Craton Ouest Africain. Ultérieurement, Junner (1940) distingue un birimien inférieur à dominant sédimentaire constitué des phyllithes et de grauweekes, un Birimien supérieur à dominante volcanique constitué des roches volcaniques des pyroclastites et des formations fluvio-deltaïques du Tarkwaien (Kesse, 1986) qui sont issues du démantèlement de deux ensembles sous-jacents, considérés comme discordants sur le Birimien(Kesse 1986), soit intégrante du Birimien(Cahen;1984, Kesse,1986). Cette succession lithologique sera reconnue dans les formations birimiennes du sillon de Fétékoro en Côte d'Ivoire (Lemoine et al., 1986) et dans la boutonnière de Kédougou-Kéniéba (Milési et al., 1986 ; Ledru et al., 1989).

L'évolution structurale montre que l'orogénèse éburnéenne est caractérisée par trois phases de déformation tectono-métamorphique nommées D1, D2 et D3 (Milési et al, 1986 ; Feybesse et al, 1989) :

-la phase D1, à caractère tangentielle, responsable d'une collision majeure, datée de 2,112 à 2,110 Ma (Milesi et al, 1989) serait liée à l'organisation structurale du contact entre les formations paléoproterozoïques et archéennes dans la dorsale de Man. Selon Feybesse et al. 1989 ; la tectonique collisionnelle serait responsable de la présence des structures chevauchantes.

-la phase D2, transcurrente, est responsable de la formation de grandes structures plicatives régionales et d'une première génération de grands décrochements N-S à NE-SW généralement sénestres, et localement chevauchants.

-la phase D3, également transcurrente, marquée par un plissement dont la géométrie et la répartition sont contrôlées par des grandes zones de cisaillement dextre ou dextre inverses responsables de la structuration générale NE-SW.

En effet, les phases D1, D2 et D3 affectent l'ensemble inférieur du terrain burimien et les phases D2 et D3 marquent l'ensemble supérieur des formations birimiennes du craton ouest africain.

II .2.2) Contexte géologique de la boutonnière de Kédougou-Kéniéba.

La boutonnière de Kédougou-Kéniéba est située au Sud Est du Sénégal et à l'extrême ouest du Mali, elle couvre une superficie de 15000 km² environ (Bassot, 1966).

La boutonnière de Kédougou-Kéniéba est recouverte en discordance au Nord et à l'Est par les formations mésoproterozoïques et le bassin intracratonique de Taoudeni d'âge paléozoïques, à l'Ouest par les sédiments méso à néo proterozoïques de la Falémé et du Bassin de Ségou-Madina Kouta, et au sud par les séries de Mali.

Les formations géologiques de la boutonnière de Kédougou-Kéniéba sont subdivisées en deux groupes : à l'Ouest, le groupe de Mako avec une prédominance de roches volcaniques et à l'Est, le groupe de Dialé-Daléma avec une prédominance de roches sédimentaires. Les deux groupes sont recoupés par des granitoïdes de nature hétérogènes (Bassot 1966) : Le granite de type Kakadian d'affinité métasomatique et le granite de type Saraya et Boboti d'affinité magmatique.

Des structures tectoniques majeurs telles que la MTZ (Main Transcurrent Zone) d'une largeur de 20 à 30 km, orientée NNE-SSW représente le contact entre le groupe de Mako et celui de Dialé-Daléma et la SMF (faille Sénégal Maliennne) orientée N-S sépare le groupe Dialé-Daléma en deux ensembles : à l'Ouest la roche volcanique de la Falémé et à l'Est le bassin de Kofi, sont aussi observées (Bassot 1966).

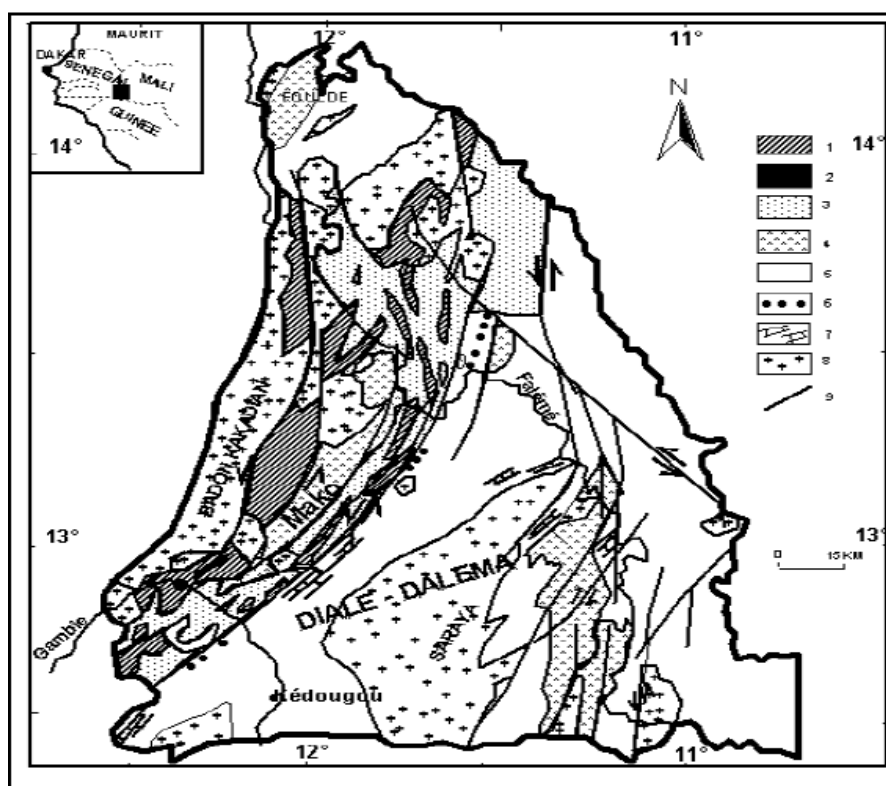


Figure 2 : Carte géologique de la boutonnière de Kédougou-Kéniéba (Bassot 1966, modifiée).

- 1- Coulées de méta-basaltes ; 2- Ultrabasites ; 3- Roches volcaniques détritiques ; 4- Coulées de méta-andésites ; 5- Métasédiments ; 6- Conglomérats ; 7- Carbonates ; 8- Granitoïdes indifférenciés ; 9- Formations panafricaines ; 10- Failles transcurrentes .

II.2.2.1) Le groupe de Mako

Le groupe de Mako est limité à l'ouest, par la chaîne des Mauritanides et à l'Est, par la zone transcurrente principale qui le sépare avec le Groupe de Diale-Daléma. Ce groupe a fait l'objet de nombreux travaux qui ont contribué à une meilleure connaissance de sa lithologie, sa pétrographie, sa structurale, sa géochimie et sa géochronologie.

Plusieurs colonnes litho-stratigraphiques ont été proposées pour le groupe de Mako, cependant, leurs analyses font ressortir l'absence de bons repères litho-stratigraphiques d'une colonne à l'autre. Une succession lithologique, bien tranchée n'existe pas sur le terrain. En effet, les formations sont plutôt redressées, plissées, voire replissées par la tectonique éburnéenne. C'est ce qui explique en partie, la diversité des séquences lithologiques proposées par les auteurs ayant travaillé dans les différents secteurs du Groupe de Mako, dont voici notre synthèse :

-la Mission Sénégal-soviétique (1972-1973) reconnaît trois ensembles dans le groupe de Mako, avec de bas en haut, un ensemble volcanique basique surmonté d'un ensemble volcano-sédimentaire recouvert par un ensemble sédimentaire au sommet.

-Bassot (1966) pense que les formations du groupe de Mako sont constituées essentiellement par des roches volcaniques avec des coulées de basaltes tholeiitiques en pillow lavas, des intercalations méta-sédimentaires et des corps des roches basiques à ultrabasiques.

-Dioh (1986), Dioh et al. (1990) et Dioh (1995) ont mis en évidence trois ensembles lithologiques dans la partie nord du groupe de Mako :

- ✓ un ensemble basique comprenant de coulées des basaltes
- ✓ un ensemble de roches grenues intrusif dans le précédent ensemble, composé des épidiorites et de gabbros,
- ✓ et un ensemble filonien peu déformé.

-Dia (1988), Dia et al. (1997) distinguent quatre complexes constituant les formations birimiennes du groupe de Mako. Ainsi, du bas en haut nous avons :

- le complexe amphibolo-gnéssique, constitué des amphibolites massives et des orthogneiss, diorites et tonalitiques.
- le complexe volcano-plutonique de Mako, composé des basaltes en pillows, des basaltes massifs, des rares pyroclastites et des laves andésitiques.

- le complexe plutonique lité de Sandikounda à caractère trondhjémitique allant des wherlites aux trondhjémites.
- le complexe plutonique de Laminia-Kaourou formé des adamellites, des monzogranites et des granodiorites.

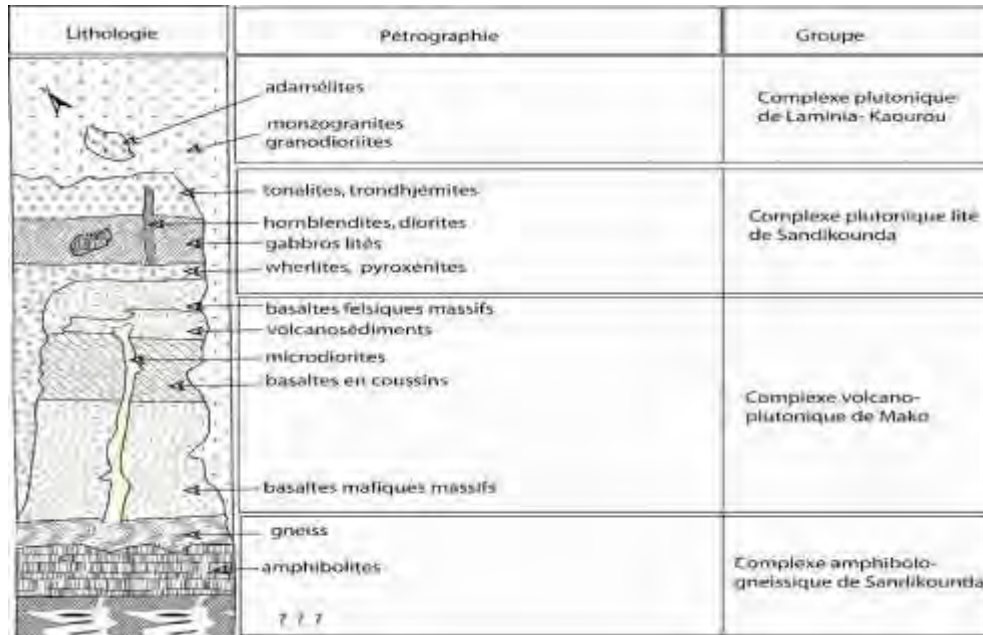


Figure 3 : Modèle lithologique du groupe de Mako (Dia et al., 1997)

- Ngom (1985) propose dans le birimien du secteur de Sabodala deux ensembles magmatiques distincts : un ensemble inférieur constitué des roches volcaniques basiques (basaltes) associées à des pyroclastites et des méta-sédiments détritiques et un ensemble supérieur constitué des roches volcaniques intermédiaires à acides associées à des plutons allant des gabbros aux granodiorites
- Diallo (1994,2001) met en évidence dans les parties Nord, Nord-est et sud du groupe de Mako ; la succession lithologique suivant, du bas vers le haut :
 - des sédiments détritiques d'aspect grauwakeux de faible puissance.
 - un volcanisme basique associé à des pyroclastites basiques.
 - des sédiments pélitiques à détritiques avec des roches carbonatées.

-un volcanisme intermédiaire à acide de nature andésitique interstratifié avec des niveaux carbonatés.

-un volume important de matériel détritique associé à un volcanisme acide à intermédiaire de faible extension.

En résumé, le groupe de Mako est constitué essentiellement des roches volcaniques interstratifiées avec des roches volcano-sédimentaires et sédimentaires. Ces formations sont recoupées par le batholite de Badon Kakadian et par des nombreux petits massifs circonscrits de granitoïdes.

Les études géochimiques réalisées dans le groupe de Mako montrent que ce dernier est caractérisé par un volcanisme bimodal (Ngom, 1985 et 1995 ; Dioh, 1986 et 1995 ; Dia, 1988 ; Diallo, 1994) : un volcanisme tholéiitique caractérisé par les formations basiques et ultrabasiques, un volcanisme à dominant andésitique de composition intermédiaire à acide d'affinité calco-alcaline faiblement à fortement potassique.

II.2.2.2) Le Groupe de Dialé-Daléma

Le groupe de Dialé-Daléma constitue la partie orientale de la boutonnière de Kédougou-Kéniéba. Il regroupe les séries de Dialé à l'Ouest et de Daléma à l'Est, séparées par le batholite de Saraya (Bassot, 1966). Des nombreux travaux de recherches ont été réalisés par la Mission Sénégal-Soviétique, les Universités de Dakar et de Nancy, par les géologues de la CO.GE.MA et du B.R.G.M. Pl pour ne citer que ceux-là.

-les travaux de la mission Sénégal-soviétique (1973) ont permis de subdiviser le groupe occidental de Dialé en une partie inférieure à dominante arkosique et une partie supérieure à dominante grauwakeuse.

- J.Walter et J.Chantraine (B.R.G.M., 1974) ont distingué dans la partie orientale de la Daléma deux domaines séparés par une granodiorite à orthopyroxène: un domaine Ouest schisto-grauwakeux et un domaine volcanique à l'Est .

-Diallo (1983) pense que le groupe de Dialé situé à l'Est de Mako, est caractérisé par la prédominance des formations détritiques telles que les Schistes, les grauweekes, des conglomérats, les arkoses et les formations silico-carbonatées.

-Dabo (2011) indique que le groupe de Dialé-Daléma,est caractérisé essentiellement par la présence des quartzites, de grauweekes, de schistes et de marbres.

- Ndiaye (1986, 1994) identifie deux ensembles dans la Daléma :

un ensemble sédimentaire à volcano-sédimentaire constitué des quartzites, cipolins, grès, grauweekes, conglomérats et tufs épicastiques.

un ensemble volcanoclastique constitué de tufs pyroclastiques et des tufs légèrement remaniés.

-Bassot, 1987 Souligne que les roches volcano-plutoniques calco-alcalins recoupent les formations sédimentaires et volcano-sédimentaires du groupe de Dialé-Daléma.

En résumé, le groupe de Dialé-Daléma est à prédominance sédimentaire d'origine diverse, légèrement métamorphisées avec des intercalations carbonatées et de roches volcano-sédimentaires. De plus, il est recoupé par un volcano-plutonisme intermédiaire à acide.

Du point de vue structural, le groupe de Dialé –Daléma est constitué par une structure isoclinale complexeorientée généralement vers le Sud-est, une structure synclinale et une composante décrochante importante. En outre, des plis décimétriques d'ampleur kilométriques à fort pendage NW à WNW sont aussi observés dans le Groupe de Dialé-Dalema.

Les formations métamorphiques et les roches granitoïdes de la boutonnière de Kédougou-Kéniéba sont comparables à ceux étudiés en Côte d'Ivoire, au Ghana, en Guinée par sa lithologie. Les granitoïde de l'Est du Sénégal présentent de mesure d'âge absolues comparable à celles obtenues en Côte-d'Ivoire, (Arnould 1961, Junner 1940).