

Déformation et métamorphisme dans la partie centrale de la chaîne de Ngovayang (Sud-Cameroun)

Bidzang François NDONG^{1*}, Martial Sylvestre NTOMBA² et Ondoa Joseph MVONDO²

¹*Laboratoire de Traitement de Minerais, Institut de Recherches Géologiques et Minières, 4110 Nlongkak, Cameroun*

²*Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Yaoundé I, 812 Yaoundé, Cameroun*

* Correspondance, courriel : fdongbidzang@yahoo.fr

Résumé

La chaîne de Ngovayang fait partie des formations tectoniques majeures de l'unité du Nyong au sud du Cameroun. Son histoire tectonique est caractérisée par trois phases de déformation qui se sont développées de l'archéen au début du panafricain. La phase D_1 est responsable du plissement P_1 et de la foliation S_1 . La phase D_2 , considérée comme phase majeure de déformation, est syntectonique. Elle a mis en place une schistosité S_2 globalement NE-SW à pendage NW, plan axial des plis P_2 et porteuse d'une linéation L_2 . Quant à la déformation D_3 , elle est assez tardive et discontinue. La principale empreinte métamorphique est liée à la phase de déformation D_2 , caractérisée par un métamorphisme de haut degré (faciès des amphibolites supérieures au faciès des granulites).

Mots-clés : *phase de déformation, chaîne de Ngovayang, tectonique, métamorphisme, Nyong, Cameroun.*

Abstract

Deformation and metamorphism in the central part of the Ngovayang chain (South-Cameroon)

The Ngovayang chain forms part of the major tectonic unit of the Nyong Series in southern Cameroon. Its tectonic history is characterized by three phases of deformation that developed during the Archean to early Panafrikan period. The D_1 phase is responsible for the S_1 foliation and the P_1 fold. Phase D_2 , considered as the major phase of deformation, is syntectonic. It generated an S_2 schistosity with a general NE-SW direction and NW dip. The S_2 schistosity has a fold axial plane P_2 and bears a lineation L_2 . The D_3 deformation on the other hand is post tectonic and discontinuous. The main metamorphic imprint is related to the D_2 deformation phase, characterized by a high grade of metamorphism (upper amphibolites to granulite facies).

Keywords : *deformation phase, Ngovayang chain, tectonic, metamorphism, Nyong, Cameroon.*

1. Introduction

Segment d'environ 100 km de long, la chaîne de Ngovayang couvre les localités d'Eséka, Lolodorf et Bipindi au sud du Cameroun (**Figure 1**). Ce qui lui vaut le mérite d'être la plus longue chaîne de montagne de l'unité du Nyong. Elle est orientée NE-SW dont les prolongements vont de Songbadjeck (nord-est) au mont

des éléphants (sud-ouest) (**Figure 1**). Sa structuration et sa configuration morphologique actuelle encore peu connues, sont probablement liées à différents processus tectoniques associés à la collision du craton du Congo et de Sao Francisco au Brésil (**Figure 2**). L'objectif de cet article est de reconstruire l'histoire tectonique ainsi que les relations entre la déformation et le métamorphisme de la partie centrale qui affleure dans cette partie de la chaîne de Ngovayang (**Figure 3**).

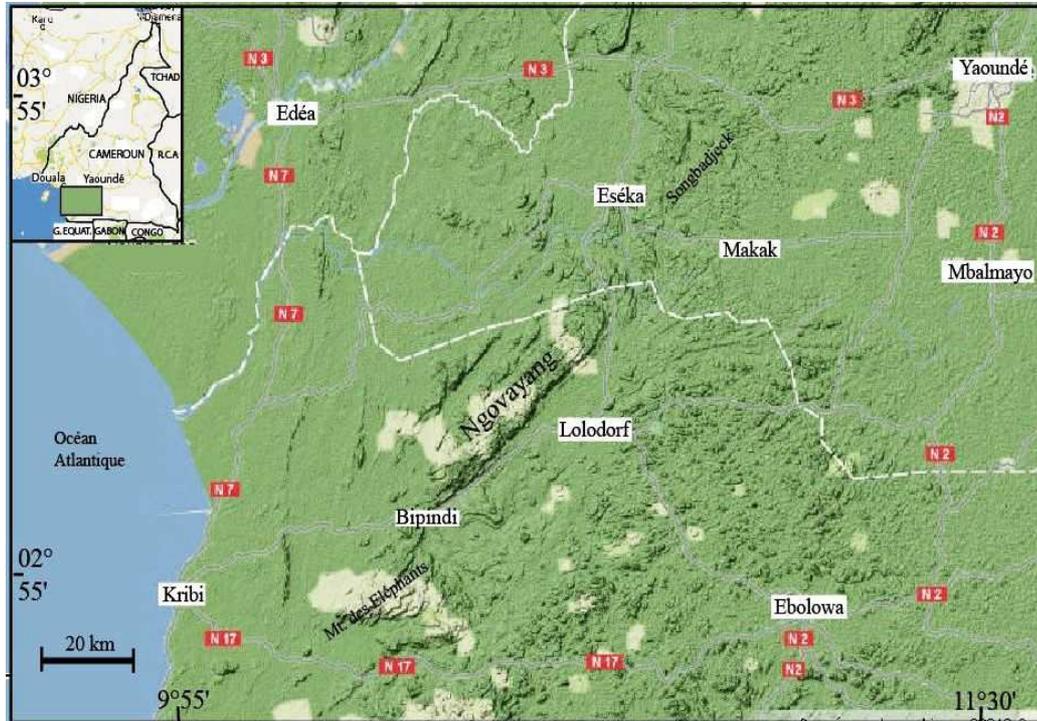


Figure 1 : Carte topographique du sud ouest Cameroun d'après les données cartographiques Google 2012. Modifiée.

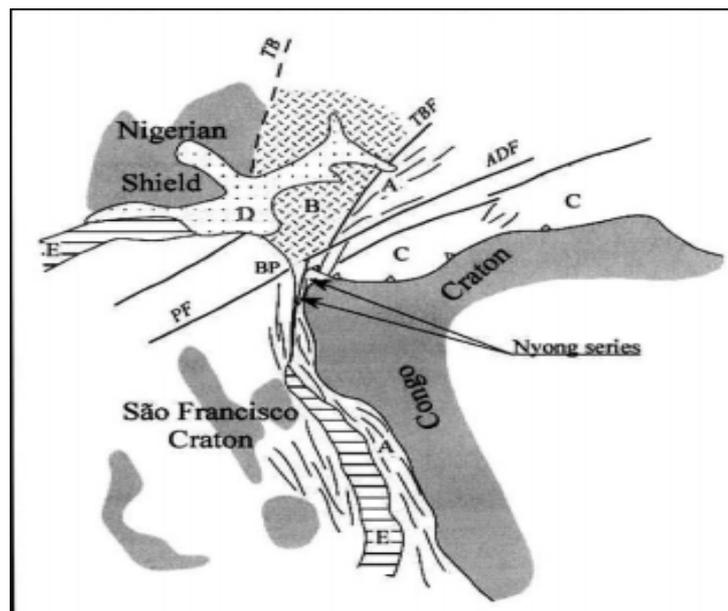


Figure 2. : Corrélations entre les différents blocs archéens et la ceinture ouest Centrafricaine.

Ceinture ouest Centrafricaine (et ses extensions au Brésil) avec en (A) roches paléoprotérozoïques héritées à l'archéen soulignées par la bordure du méga Craton du Congo et (B) les roches pan-Africaine héritées au paléoprotérozoïque ; (C) nappes de la ceinture Centrafricaine (600 Ma) ; (D) Sédiments mésozoïques du fossé de la Bénoué ; (E) Océan. BP, Province de Borboréma au NE du Brésil ; PF, Faille de Pernambuco ; AD, Faille de l'Adamaoua ; TBF, Faille de Tcholliré-Banyo ; TB, limite terrane. Modifiée par Poidevin (1991)[10]; Ferre et al. (1996)[2]; Feybesse et al. (1998) [3]; Almeida et al. (2000)[1]; Toteu et al. (2001)[12]; Penaye et al. (2004)[9].

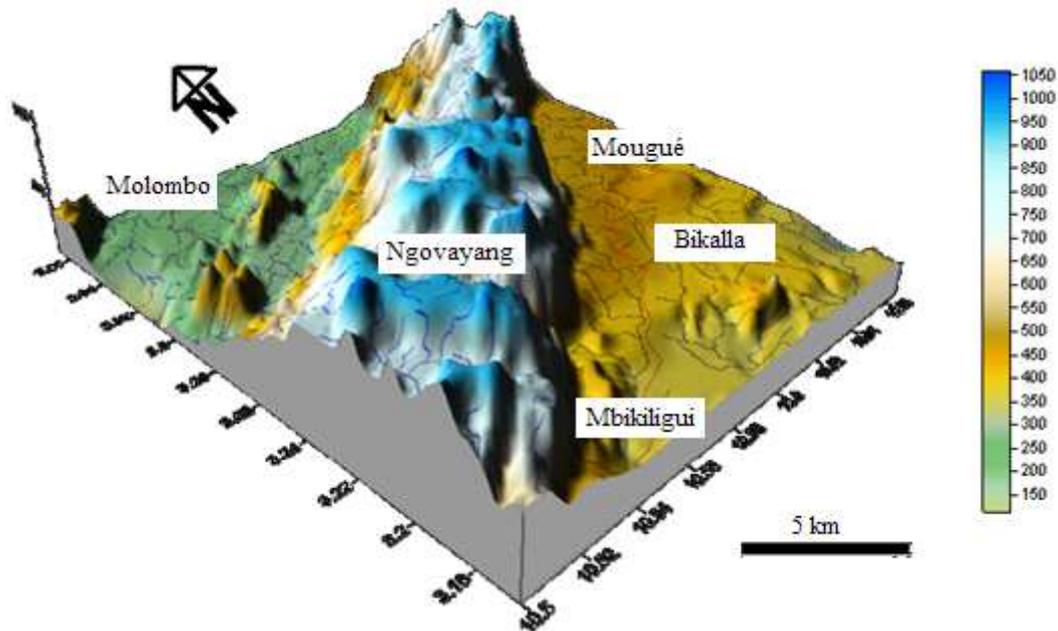


Figure 3 : *Modèle 3D de la partie centrale de la zone d'étude montrant les principaux morphofaciès. L'échelle des hauteurs est en mètre.*

2. Méthodologie

2-1. Cadre géologique

La chaîne de Ngovayang est une chaîne orogénique éburnéenne liée à la collision entre le craton du Congo et celui de Sao Francisco au Brésil vers 2,32 Ga. Les études antérieures menées dans la partie Sud du Cameroun où affleure la chaîne de Ngovayang sont résumées dans les travaux de Nsifa [8] et Mvondo [6]. Notons cependant les travaux de Maurizot [4] permettant d'établir une carte géologique du sud-ouest Cameroun (**Figure 4**). Ils délimitent trois orogénèses produites respectivement à l'archéen (orogénèse libérienne), au paléo-protérozoïque (orogénèse éburnéenne) et au néo-protérozoïque (orogénèse panafricaine). Sur le plan structural, ils définissent les phases de déformation D₁, D₂ et D₃. Les formations éburnéennes selon ces auteurs sont affectées d'une schistosité S₂, une linéation L₂ et d'un cisaillement C₂ dont l'organisation géométrique rappelle des zones de décrochement senestre. Les études de Toteu [11], basées sur les méthodes U-Pb et Sm-Nd montrent que la conception d'un craton archéen (groupe du Ntem) restructuré en bordure nord et nord ouest pour donner l'unité du Bas-Nyong doit être remplacée par celle de deux ensembles d'âges différents ; le complexe du Ntem d'âge archéen et la série du Bas-Nyong d'âge éburnéen. Ce dernier se serait formé au protérozoïque inférieur (~ 2900 Ma) à la suite de la collision entre le craton du Congo et celui de Sao Francisco au Brésil. Ils interprètent les âges archéens (~ 2900 Ma) de

cette unité comme ceux du protolithe et non comme ceux de la mise en place. Sur la base des études géochimiques et pétrographiques, Nédelec [7] montrent que les migmatites d'Eséka ont été remobilisées à haute température et haute pression pendant le paléoprotérozoïque et le néoprotérozoïque. Minyem [5], présente un modèle d'évolution pétrostructurale du secteur d'Eséka-Makak intégré dans l'unité du Bas-Nyong et de la Lokoundjé. Ce secteur est composé de TTG (Tonalite, Trondhjemite, Granodiorite) gneissifiés, des formations supracrustales et des micaschistes. Ils arrivent à la conclusion que l'unité du Bas-Nyong correspond à la bordure nord ouest restructurée et remobilisée du craton du Congo. Feybesse [3], dans le but de mieux comprendre l'orogénèse éburnéenne discute sur les relations entre métamorphisme, déformation et plutonisme au contact de l'archéen et le paléoprotérozoïque. Ils définissent deux modèles ; un modèle d'accrétion où le magma juvénile généré par fusion partielle à la suite des recyclages de la croûte, produit des plutons dont la mise en place conduit à la croissance progressive d'une nouvelle lithosphère. La remontée diapirique de ces plutons cause la déformation et le métamorphisme des roches plus anciennes. Le second modèle montre que la convergence des blocs crustaux est à l'origine des forces qui donnent naissance à la déformation éburnéenne. L'analyse structurale a été menée au sein des formations essentiellement métamorphisées (métabasites à grenat et à biotite) de cette partie de la chaîne de montagne.

2-2. Histoire de la déformation

L'histoire de la déformation proposée pour la partie centrale de la chaîne de Ngovayang se base sur plusieurs campagnes géologiques et des analyses microstructurales effectuées entre les localités de Lolodorf et de Bipindi au sud du Cameroun.

D'après les données recueillies, l'histoire de la chaîne de Ngovayang comprendrait trois phases de déformation (D_1 , D_2 et D_3). L'âge des formations impliquées indique que les déformations se sont produites de l'archéen au début du panafricain. Plus en détail, les principales caractéristiques des phases de déformation sont les suivantes :

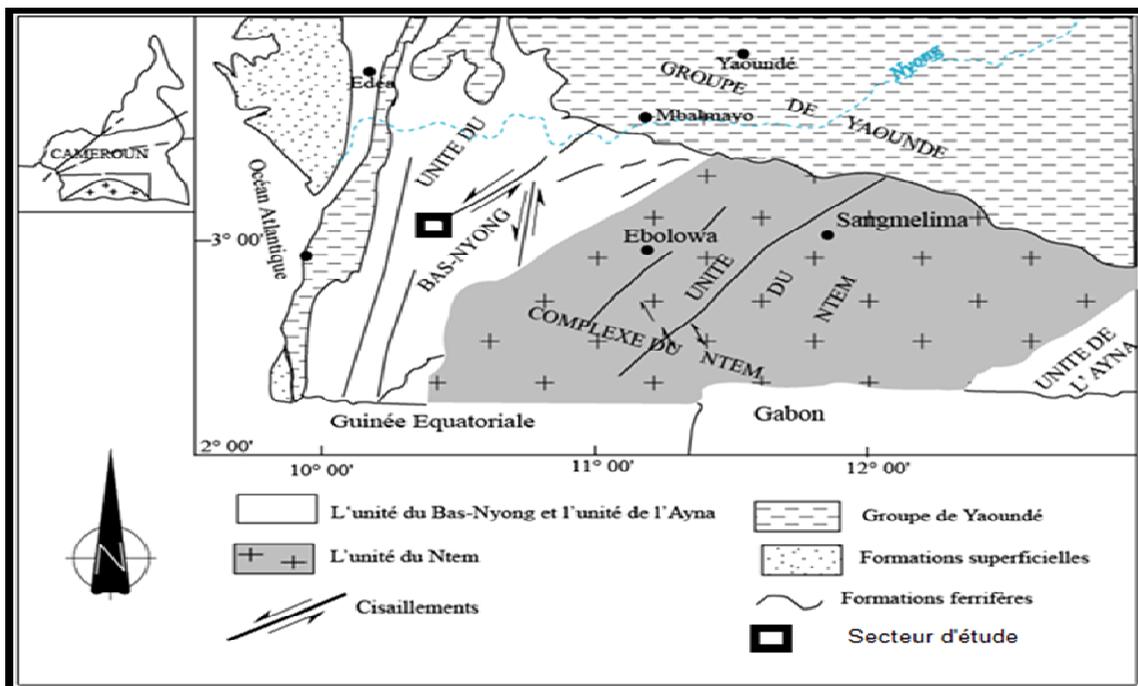


Figure 4. : Carte structurale du Sud-ouest Cameroun (Maurizot et al, 1987).

3. Résultats et discussion

3-1. Première phase de déformation D_1

Elle est responsable du plissement P_1 et de la foliation S_1 . La surface primitive S_0 correspondant à la stratification originelle a été transposée par la phase D_1 en une surface S_{0-1} . Dans les metabasites à grenat et à biotite. La foliation S_1 est soulignée par l'alternance des lits clairs (quartzo-feldspathiques) et de lits sombres (ferromagnésiens). Elle est marquée par une attitude moyenne N049E. 27NW. L'ensemble des formations metabasites de la région ainsi observée montre que cette foliation est souvent boudinée et reprise par le plissement P_3 (*Planche 2a*) qui la ondule. Le plissement P_1 qui se développe au sein des metabasites est caractérisé par des plis isochrones, symétriques et de trace axiale parallèle à la foliation S_1 .

3-2. Deuxième phase de déformation D_2

La phase D_2 , considérée comme phase majeure de déformation, correspond à la déformation régionale. Elle est pénétrative et comprend plusieurs événements distincts. La schistosité S_2 , plan axial des plis P_2 est porteuse d'une linéation L_2 . Cette schistosité s'exprime généralement par une direction NE-SW et des pendages orientés vers le NW. La projection des données de leur attitude dans le canevas de Schmidt hémisphère inférieur montre une moyenne de N046E.53NW à Bikalla (*Planche 1a*), N048E.30NW à Mougoué (*Planche 1b*), N051E.37NW à Mbikiligi (*Planche 1c*) et N040E.29NW à Molombo (*Planche 1d*). Ces données illustrent parfaitement la transposition de S_1 en S_2 . Les linéations d'étirement (biotite, quartz) ont toutes une forte plongée vers le N d'attitude moyenne N171E.48N (*Planche 1e*). Par contre, on note une variabilité dans la plongée des linéations minérales qui lui sont associées allant du NW à WNW d'attitude moyenne N139E.24NW (*Planche. 1e*). Les plis P_2 toujours de trace axiale sont symétriques à dissymétriques et affectent toutes les roches de la région. Ils sont isoclinaux ayant localement l'apparence des plis ouverts, sub-droits, déjetés et de vergence quelconque. Cependant leur formation n'est pas accompagnée par le développement d'une nouvelle foliation et sont donc causés par le plissement de la schistosité S_2 ; illustré stéréographiquement par la répartition des pôles de S_2 sur un grand cercle de direction N143E.71NE à Bikalla (*Planche 1a*), N140E.85NE à Mougoué (*Planche 1b*), N060E.37SSE à Mbikiligi (*Planche 1c*) et N033E.29SE à Molombo (*Planche 1d*). Ces plis sont induits par une double compression NW-SE et NE-SW (*Planche 1f*). Le cisaillement n'est pas très intense dans la région. Il est ductile à fragilo-ductile d'orientation moyenne N155 senestre (*Planche 2b*). Il rebrousse la foliation S_{1-2} et tend à se paralléliser au centre où schistosité et cisaillement se confondent créant ainsi les plans S/C (*Planche 2d*). les boudins B_2 sont formés par les veines de quartz et d'amphiboles. Ce sont des « pinch and swell » asymétriques et parallèles à la foliation régionale S_{1-2} (*Planche 2c*). L'axe d'allongement est généralement NE-SW.

3-3. Troisième phase de déformation D_3

La troisième phase de déformation est assez tardive et cassante. Elle est à l'origine des grands décrochements régionaux N-S senestres et du plissement P_3 observé sur le plan cartographique. Les plis P_3 sont d'envergure régionale et sont observés sous forme de plis d'accompagnement de la foliation (drap fold) S_{1-2} (*Planche 2a*) de plan axial N086E.17W. Ces plis créent une sorte de crénelation dont l'axe est parallèle à la linéation L_2 et ondule tout le système structural. Les filons sont des veines de quartz souvent, soit parallèle à S_2 (*Planche 3a*), soit oblique (34 à 104°) à la foliation (*Planche 3b*). Ils sont peu ou pas déformés.

3-4. Relation déformation – métamorphisme.

La première phase de déformation D_1 n'est pas perceptible au microscope. L'empreinte de la déformation S_1 n'a pas été reconnue dans les exemples étudiés du fait de sa transposition en S_{1-2} pendant la phase majeure de déformation. La phase D_2 marquée par la schistosité S_2 , est définie dans les metabasites au faciès granulites par la biotite, les amphiboles et les plagioclases. Dans le faciès des amphibolites, elle est définie par la biotite et la hornblende. La matrice minérale est formée le plus souvent par des agrégats de quartz, de biotite et plagioclase très déformés. Les assemblages minéralogiques formés dans cette phase de déformation sont à $Cpx + Opx + Pl + Grt + Qtz + Kfs$; $Qtz + Kfs + Pl + Opx + Bi + Ap + Ilm \pm Cpx$; $Qtz + Pl + Opx + Oxides$; $Qtz + Pl + Cpx + Grt + Ru$ pour le faciès des granulites (*Planche 3d*) et à $Kfs + Qtz + Pl + Cpx \pm Grt \pm Bi + Hbl$; $Qtz + Hb + Pl \pm Grt$; $Qtz + Pl + Cpx + Hb \pm Bi + Grt$ pour le faciès des amphibolites (*Planche 3c*).

On observe que dans la troisième phase de déformation, la plupart des échantillons étudiés montrent des cassures de dimension variable avec cependant un remplissage minéral presque identique. On retrouve le plus souvent le quartz, les oxydes et l'épidote; témoignant ainsi d'un métamorphisme de degré faible ou rétrograde.

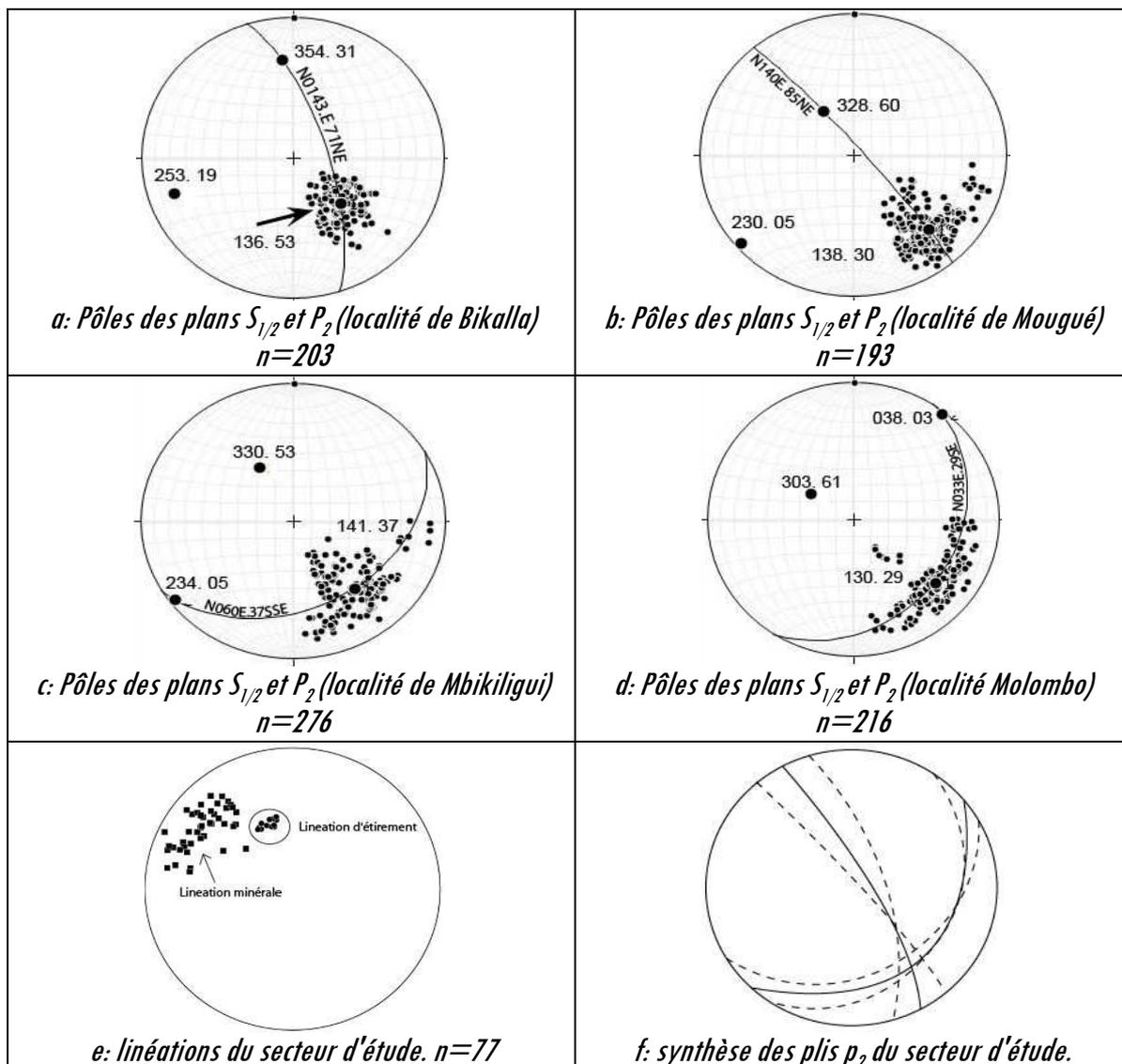


Planche 1 : Représentation stéréographique des données structurales de D_1 et D_2 .

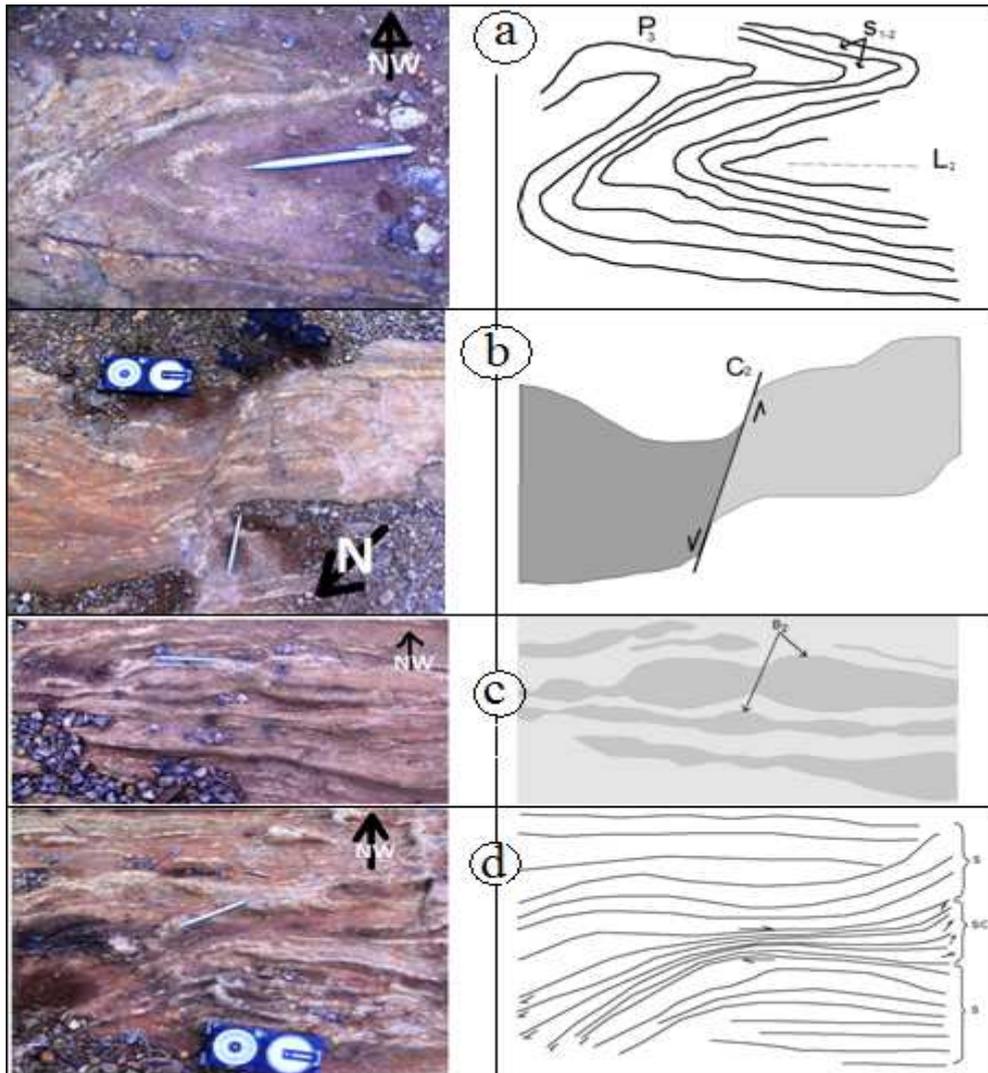


Planche 2 : Structures ductiles et leur illustration associée de la zone d'étude.

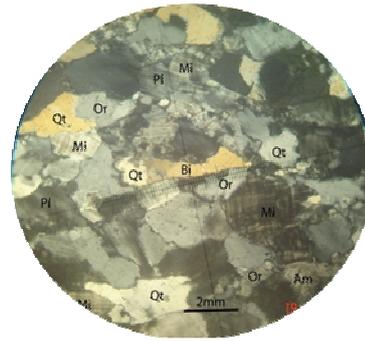
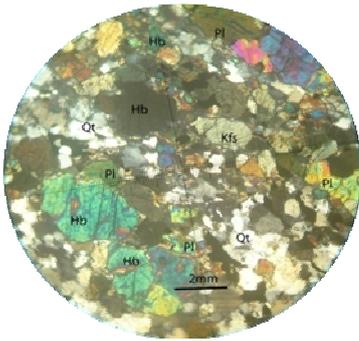
- a. Foliation ondulée par le plissement P_3 dans les métabasites de Mbikiligui.
- b. Cisaillement ductile C_2 au sein des métabasites de la localité de Mougoué.
- c. Foliation boudinée dans les environs de Bikalla.
- d. Structures S/C fragilo-ductiles dans un affleurement de métabasites à Molombo.



a: veines de quartz parallèles à $S_{1/1}$



b: veine de quartz oblique à $S_{1/2}$



c: métabasite à biotite (faciès des amphibolites).

d: métabasite à grenat (faciès des granulites).

Planche 3 : structures ductiles et microphotographies des métabasites.

4. Conclusion

Les données recueillies, indiquent que la chaîne de Ngovayang a eu une déformation polyphasée. Le premier épisode met en place une foliation S_1 , plan axial des plis P_1 . Cet épisode, très discret, a été presque entièrement transposé par le second épisode D_2 . La région étudiée a été entièrement façonnée par le second épisode D_2 . Il est syntectonique et est marquée par une schistosité S_2 , plan axial des plis P_2 et porteuse d'une linéation L_2 . Ces résultats suggèrent donc que la phase D_1 a été mise en place lors du cycle orogénique libérien. La phase D_2 se met en place pendant l'évènement thermotectonique éburnéen lors de la collision entre le craton du Congo et celui de Sao Francisco au Brésil. Quant à la déformation D_3 , elle est post-métamorphique et reste liée à l'orogénèse panafricaine.

Références

- [1] - Almeida, F.F.M., Brito Neves, B.B.de, de Carneiro, C.D.R. The origin and evolution of the South American Platform. *Earth Science Reviews* 500 (2000) 77–111.
- [2] - Ferré, E., Dereris, J., Bouchez, J.L., Lar, A.U., Peucat, J.J. The Pan-African reactivation of Eburnean and Archean provinces in Nigeria: structural and isotopic data. *Journal Geological Society London* 153, (1996) 719–728.
- [3] - Feybesse, J.L., Johan, V., Triboulet, C., Guerrot, C., Mayaga-Mikolo, F., Bouchot, V., Eko Ndong, J. The West Central African belt: a model of 2.5–2.0Ga accretion and two-phase orogenic evolution. *Precambrian Research* 87, (1998) 161–216.
- [4] - Maurizot, P., Abessolo, A., Feybesse, J.L., Johan, V., Lecomte, P. Etude et prospection minière du Sud-Ouest Cameroun. Synthèse des travaux de 1978 à 1985. BRGM Report 85 CMR 066, (1987).
- [5] - Minyem, D. Contribution à l'étude métamorphique et structurale du secteur Eséka-Makak (Cameroun, Département du Nyong et kéllé), Thèse de 3^e cycle, Univ. Ydé I, 166p (1994)
- [6] - Mvondo O., J. Caractérisation des évènements tectoniques dans le domaine sud de la chaîne panafricaine au Cameroun : styles tectoniques et géochronologie des séries de Yaoundé et de Bafia. Thèse de Doct/Ph.D, Univ. Ydé I, 170p (2009).
- [7] - Nédélec, A., Minyem, D., Barbey, P. High P–High T anatexis of Archean tonalitic grey gneisses: the Eséka migmatites, Cameroon. *Precambrian Research* 62, (1993), 191–205.

- [8] - Nsifa, E. N. Analyse structurale de la region du Rocher du Loup, Sud-ouest Cameroun. 110e `me Congre `s des Société Savantes, Montpellier 4, (1985) pp. 41–52.
- [9] - Penaye, J., Toteu, S.F., Tchameni, R., Van Schmus, W.R., Tchakounté, J., Ganwa, A., Minyem, D., Nsifa, E. N. The 2.1Ga West Central African Belt in Cameroon: extension and evolution. *Journal of African Earth Sciences* 39, (2004) 159–164
- [10] - Poidevin, J.L. Les ceintures de roches vertes de la République Centrafricaine (Mbomu, Bandas, Boufoyo, Bogoin). Contribution a ` la connaissance du Précambrien du nord du craton du Congo. Thèse Université Clermont Ferrand II, France, p. 440 + annexes (1991).
- [11] - Toteu, S. M., Van Schmus, W.R. Penaye, J. and Nyobe, J. B. U-pb and Sm-Nd evidence for Eburnian and Pan-african high-grade metamorphism in cratonic rocks of Southern Cameroon. *Prec. Res*, 67, (1994) 321-347.
- [12] - Toteu, S.F., Van Schmus, W.R., Penaye, J., Michard, A. New U–Pb, and Sm–Nd data from North-central Cameroon and its bearing on the pre-Pan-African history of central Africa. *Precambrian Research* 108, (2001) 45–73.