

## Contrôle géologique des unités morphotectoniques de la région d'Edéa – Eséka (SW Cameroun)

Nsangou Ngapna Moussa<sup>1</sup>, Owona Sébastien<sup>1\*</sup>, Youmen Dieudonné<sup>1</sup>, Mpesse Jean Engelbert<sup>1</sup>, TckeckeMpote Frédéric<sup>1</sup>, Temfack, Mathieu<sup>1</sup>, Ganwa Alembert Alexandre<sup>2</sup>, Joseph Mvondo Ondo<sup>3</sup>, LotharRatschbacher<sup>4</sup> et Ekodeck Georges Emmanuel<sup>1</sup>.

### RÉSUMÉ

L'analyse géomorphologique structurale du bas plateau camerounais et de sa plaine côtière dans le secteur Edéa – Eséka a permis l'identification de trois unités morphotectoniques dont les altitudes décroissent en escalier d'Est en Ouest, du continent à la côte atlantique. Elle a établi la dépendance de la morphologie vis-à-vis de la géologie à travers ses hétérogénéités lithostratigraphiques renforcées par l'altération différentielle. L'unité orientale de Puma (Unité I) est un vaste plateau central surmonté à l'Est par des hauts reliefs témoignant des surrections continentales. Elle s'est développée sur le complexe cristallophyllien de l'Oubangide d'âge Néoprotérozoïque liée à l'orogénèse panafricaine (650-550 Ma). L'unité centrale d'Edéa (Unité II) se caractérise par des reliefs orientés NNE–SSW à NE–SW ; développée sur le complexe métamorphique du Nyong d'âge Paléoprotérozoïque. Il correspond à la bordure NW du craton du Congo remobilisé lors de sa collision avec le craton de Sao Francisco durant l'orogénèse Eburnéenne (2400-1800 Ma). L'unité occidentale de Mévia (Unité III) équivalente à la plaine côtière, s'est développée sur le complexe sédimentaire Atlantique d'âge Crétacé à actuel dont la mise en place est consécutive au rifting aptien de l'ouverture de l'Atlantique Sud.

**Mots clés:** Géomorphologie structurale, Complexe du Nyong, Complexe de l'Oubangide, Complexe Atlantique, SW Cameroun.

## Geologic control of morphotectonic units from the Edea-Eseka Region (SW Cameroon)

### ABSTRACT

The Low-Cameroon Plateau and coastal plain morphostructural analyses in the Edea-Eseka Region allow identification of three morphotectonic units within its, altitudes drop from East to West, from the continent to the Atlantic coast. It establishes the dependence of the morphology vis-à-vis of the geology through its lithostratigraphic heterogeneities reinforced by differential erosion. The Puma eastern unit (Unit I) is a large plateau dominated in the East by high-reliefs due to the continental escalations. It is developed on the Neoproterozoic metamorphic Oubangide complex linked to the Pan-African orogeny (650-550 Ma). The Edeacentral unit (Unit II) is characterized by NNE-SSW to NE-SW reliefs and developed on the metamorphic Paleoproterozoic Nyong complex which corresponds to the NW border of the Congo craton reactivated during the Eburnean orogeny (2400-1800 Ma) due to its collision with the Sao Francisco craton. The Mevia western unit (Unit III), equivalent to the coastal plain, is shaped on the Cretaceous to actual sedimentary Atlantic complex that the emplacement is related to the Aptian rifting of the South Atlantic Ocean opening.

**Key words:** Structural geomorphology, Nyong complex, Oubangide complex, Atlantic complex, SW Cameroon.

(1) Univ Douala, Fac Sci, DépSci de la Terre. BP. 24157, Cameroun ; (2) Université de Ngaoundéré, Faculté des Sciences, Département des Sciences de la Terre. BP. 454, Cameroun ; (3) Université de Yaoundé I, Département des Sciences de la Terre, P.B. : 812, Yaoundé, Cameroun ; (4) TU-Bergakademie Freiberg, Institut de Géologie, D-09596 Freiberg/Sachsen, Allemagne.

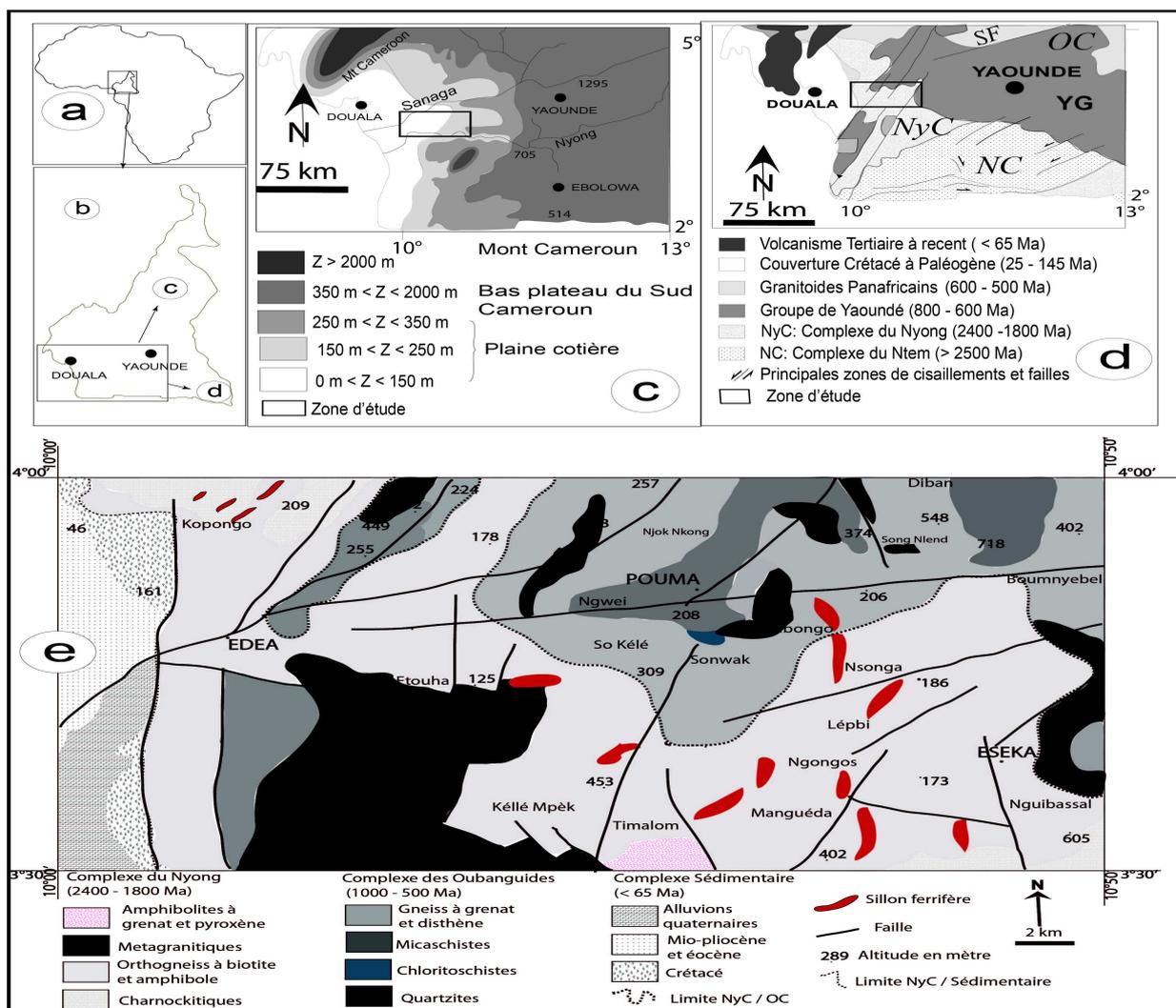
## Introduction

La SW Cameroun est constitué géologiquement de l'Archéen, du Paléo-, Néoprotérozoïque et d'une couverture Crétacé à Actuelle (Fig. 1). L'Archéen correspond au Complexe du Ntem, la portion camerounaise du craton du Congo (Maurizotet al., 1986; Feybesseet al., 1998). Le Paléoprotérozoïque équivaut au Complexe du Nyong, portion camerounaise de la Chaîne Centre Ouest Africaine (Feybesseet al., 1998; Penaye et al., 2004). Le Néoprotérozoïque est représenté ici par le Complexe de l'Oubanguide dans partie méridionale qu'est la Chaîne Panafricaine Nord Equatoriale (Nzenti et al., 1988; Owona et al., 2011b). La couverture Crétacé à actuelle correspond au bassin sédimentaire côtier Camerounais de Douala-Kribi-Campo (Maurizotet al., 1986; NjikeNgaha., 1984;

Ntamak-Nida et al., 2010). L'étude géomorphologie et structurale effectuée dans la région Edéa-Eséka (3°N30' à 4°N, 10°E à 10°E50') révèle l'existence de trois unités morphogénétiques majeures au sein du bas plateau camerounais dont le contrôle géologique à travers les variations aussi bien lithologiques (N-S et E-W) que structurales sont évaluées dans ce travail.

## 2. Contexte géologique

La région d'Edéa – Eséka est à cheval sur les complexes du Nyong, de l'Oubanguide et Atlantique. Le complexe du Nyong (NyC) d'âge Paléoprotérozoïque (2400 – 1800 Ma) appartient à la chaîne Ouest d'Afrique Centrale liée la remobilisation de la bordure Ouest du craton du Congo lors de sa collision avec le craton de Sao



**Figure 1:** 1a,b: Situation géographique de la zone d'étude. 1c: Morphologie du SW Cameroun. 1d: Esquisse géologique du SW Cameroun modifiée après Owona et al. (Soumis). 1e: Carte géologique de la Région Edéa-Eséka. Noter en 1e, les discordances stratigraphique et angulaire entre les NyC et OC d'une part et NyC et Sédimentaire d'autre part (Nsangou, 2011).

Francisco durant l'orogénèse éburnéenne Centrale (Feybesse et al., 1998; Maurizot et al., 1986; Nedelec et al., 1993; Pénaye et al., 2004). Le groupe de Govayan exploré ici (Fig. 1e) est constitué de TTG, anorthosites, métagabbros, charnockites, métapelites et métaplutonites, formations ferrifères et mylonites (Maurizot et al., 1986; Lerouge et al., 2006; Owona, 2008). Le NyC a été affecté par une déformation polyphasée marquée par la mise en place de la nappe du Nyong transporté vers l'Est sur le craton du Congo et disséquée par des couloirs de cisaillements blastomylonitiques orientés NW-SE (Feybesse et al., 1998; Maurizot et al., 1986; Nedelec et al., 1993; Pénaye et al., 2004; Lerouge et al., 2006; Owona et al., 2011b). Le complexe de l'Oubanguide (OC) ou chaîne Pan-africaine Nord Equatoriale d'âge Néoprotérozoïque ayant subi l'orogénèse Pan-Africaine (Nzenti et al., 1988; Abdelsalam et al., 2002). Le Groupe de Yaoundé exploré ici (Fig. 1e) dans sa partie occidentale est constituée de métapelites, métaplutonites, tonalites et gabbros (Toteu et al., 2006b). Sa déformation est dominée par la mise en place de la nappe de Yaoundé transportée vers le SSW sur le craton du Congo et le NyC (Nzenti et al., 1988; Mvondo et al., 2007a; Owona et al., 2011b). Cette nappe est disséquée par des cisaillements à l'instar du Cisaillement Centre Camerounais et plus tard par des failles comme celle de la Sanaga (Toteu et al., 1994b; Mvondo et al., 2007; Nzenti et al., 1988; Owona et al., 2011a,b). Le complexe

Atlantique d'âge Crétacé à actuel, de nature sédimentaire est mis en place à la faveur rifting associé à l'ouverture de l'Atlantique Sud. Il est représenté ici (Fig. 1e) par le bassin sédimentaire Kribi-Campo, Douala (Maurizot et al., 1986; Njike Ngaha., 1984).

### 3. Matériels et méthodes

L'analyse géomorphologique structurale s'est basée sur l'étude des cartes topographiques et des images MNT (Modèle numérique de terrain) de type SRTM-3. Elle a permis l'élaboration des cartes hydrographiques et d'unités morphogénétiques, les profils topographiques sériés et le bloc diagramme. Les logiciels ADOBE ILLUSTRATOR CS, SURFER 9, MAP INFO 8.5 et ArcGIS 9.3 ont été utilisés à cet effet ainsi qu'un récepteur GPS pour la localisation des points géoréférencés sur le terrain. MAP INFO a servi dans la vectorisation des courbes de niveau du secteur étudié. Le bloc diagramme a été réalisé dans SURFER 9. Le MNT a été analysé dans ArcGis 9.3 pour l'obtention des images d'ombrage et d'ensoleillement.

### 4. Résultats

#### 4-1. Hydrographie

La région Edéa – Eséka est à cheval dans les bassins versants de la Sanaga, du Nyong, de la Dibamba, du lac Ossa et du lac Mévia (Fig. 2). Le tableau 1 définit leurs paramètres hydrographiques. Ce réseau hydrographique est dendri-

**Tableau I:** Paramètres hydrographiques des principaux collecteurs

Bassin versant	Typologie secondaire	Sens et directions des écoulements	
		Majeurs	Secondaires
Sanaga	Rectangulaire, subparallèle et élongée.	N → S NNE → SSW	W → E NE → SW
Nyong	Rectangulaire, angulaire, subparallèle, élongée et treillis.	N → S, W → E NNE → SSW	SW → NE, SSW → NNE SSE → NNW
Dibamba	Angulaire.	E → W, ESE → WNW	NE → SW, SE → NW
Lac Mévia	Elongée.	N → S	E → W
Lac Ossa	Elongée.	SW → NE	-

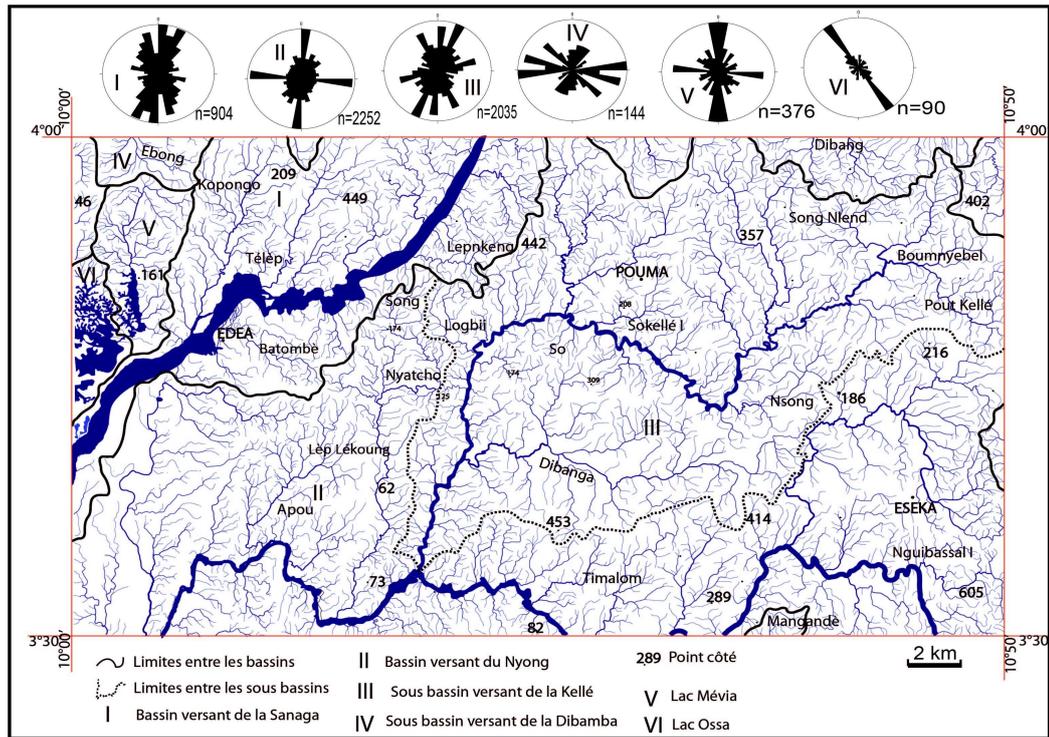


Figure 2 : Carte hydrographique et rosaces de directions de la région d'Edéa-Eséka. Noter la nature globalement dendritique de ce réseau et l'endorémisme du bassin versant du lac Mévia (V).

tique avec toutefois des tendances secondaires qui varient d'un bassin à un autre, suggérant d'une part l'existence des hétérogénéités litho-structurales et d'autre part, son guidage structural. Les paramètres géométriques déterminés dans le sous bassin-versant de la Kellé, affluent du Nyong et représentatif de l'hydrographie de la zone définit un réseau dense (l'indice de compacité de Gravelius  $KG = 27,81$  m, les densités de drainage  $Dd = 1,22/km$  et hydrographique  $Dh = 0,97$  cours d'eau au  $km^2$ ) pour un sous bassin versant au rectangle équivalent plus long que large (le périmètre  $P = 4037,83$  km et la superficie  $S = 1653,18$   $km^2$  pour une longueur  $L = 2018,35$  km, une largeur  $l = 0,82$  km avec  $L = 2461,4l$  ( $L \gg l$ ) suggérant un temps de réponse aux crues plus long.

#### 4.2 Orographie

La zone Edéa – Eséka, sur la base de la typologie, l'étagement et l'agencement spatial du relief est constitué de en 03 unités morphologiques (Unités1-3) dont les altitudes décroissent d'Est en Ouest suggérant une variation latérale lithostructurale aussi bien N-S que E-W (Fig. 3, 4, 5). Les collines et inselbergs de l'Est qui domine la zone Edéa-Esékaeti culminent à plus de

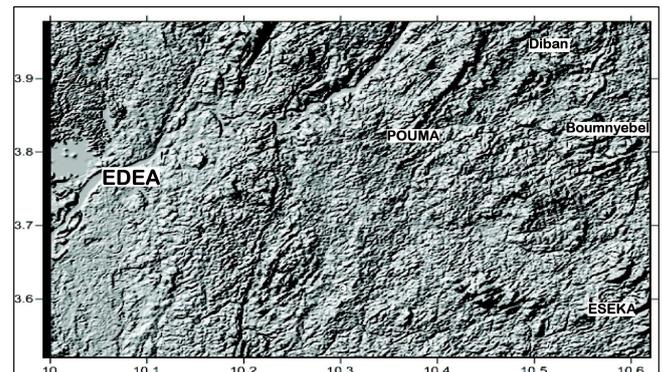


Fig. 3. Représentation du modèle numérique de terrain (MNT) de la région d'Edéa mettant en relief les entités morphogénétiques et fractures majeures.

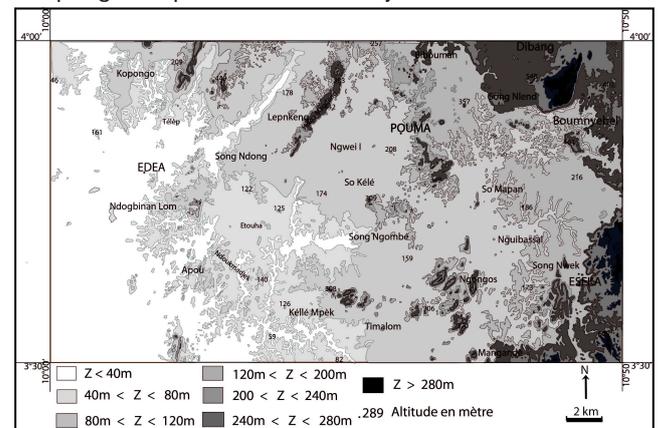
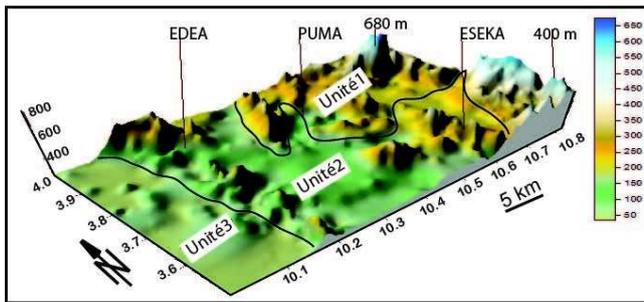


Fig.4. Carte des unités morphologiques illustrant la diminution d'altitude d'E en W, soit du continent vers la plaine côtière.

400 m. Ils constituent l'Unité1. Le plateau central orienté N-S aux altitudes comprises entre 80 à 160 m est dominé par des collines en



**Fig. 5.** Bloc diagramme avec échelle de couleurs indiquant les 03 unités morphogénétiques de la Région Edéa-avec diminution des altitudes du continent vers la côte (Fig. 3, 4). Noter le contrôle de la morphologie par la géologie (structure et lithologie) d'Est en Ouest.

demi-oranges et buttes subcirculaires NE–SW parallèle à la faille de la Sanaga dont les altitudes sont comprises entre 120 et 200 m. Il constitue l'Unité2 qui sert aussi de transition avec la plaine côtière occidentale ou Unité3. Ses altitudes moyennes sont de l'ordre de 40 m. L'Unité3 est surmontée par quelques buttes résiduelles qui avoisinent 80 m.

#### 4.3 Lithologie

La lithologie met en exergue les Complexes du Nyong, Oubanguide et Sédimentaire (Fig. 1e). Le complexe du Nyong est constitué des orthogneiss, charnockites, mylonites, amphibolites, métasyénites et métagranodiorites. Le complexe de l'Oubanguide est constitué de paragneiss, micaschistes, chloritoschistes et quartzites. Le complexe sédimentaire est constitué de conglomérats, grès grossiers, silts, argiles, calcaires, sables ferrugineux et marnes enrichies.

#### 5. Discussion

L'étude morphostructurale dans la région d'Edéa – Eséka révèle des variations morphologiques de l'Ouest vers l'Est sous le contrôle géologique (Ganwa et al., 2007; Owona et al., Submitted). L'hydrographie comparée dans les différents bassins versants montre la dominance des réseaux globalement dendritique qui se développent habituellement sur des formations cristallines et cristallophylliennes (Fig. 1, 2). Les écoulements se font globalement de l'Est vers l'Ouest, soit du continent vers l'océan Atlantique. Ils témoignent d'une diminution dans

le même sens des altitudes et suggérant une surrection continentale orientale liée à la mise en place des nappes du Nyong et de Yaounde, des horst et grabens et ; une subsidence occidentale lié à l'ouverture de l'Atlantique Sud (Mvondo et al., 2007a, MvondoOndoa et al., 2009; Owona et al., 2011b; Ngako et al., 2003; Njonfang et al., 2008; NjikeNgaha, 1984). Le réseau hydrographique globalement dendritique établit la variation aussi bien W–E que N-S des lithologies. Alors que la tendance élongée du réseau hydrographique caractérise l'environnement côtier, les tendances angulaires et subparallèles dans les bassins versants de la Sanaga, du Nyong, de la Dibamba, des lacs Ossa et Méviaétablissent le guidage par des failles à l'instar de la faille de la Sanaga (NtepeMfoumouet al., 2004; Ngako et al., 2003; Njonfang et al., 2008; MbolaNdzana et al., 2011). Les portions curvilignes des cours d'eaux épousent les plis régionaux des nappes du Nyong et de Yaoundé. L'endoréisme des bassins versants des lacs Ossa et Mévia indiquent l'existence de deux zones de dépressions dont aucun filet d'eau ne s'en échappe. Le bassin d'accumulation du lac Mevia, orienté N-S parallèlement à la côte et à la faille de la Sanaga, est lié à la fracturation. La dépression du lac Ossa serait quant à elle, créée par l'érosion différentielle des couches sédimentaires superficielles de nature calcaire, érodées par une par l'eau, elle-même stoppée en profondeur par les couches argileuses. L'hypoTh de sa création par une chute d'impactite reste à être confirmée par la minéralogie et la thermobarométrie locales.

L'orographie d'ensemble région Edéa – Eséka, en escalier d'Est en Ouest, met en relief des 03 morphofaciès identifiés à l'aide de la typologie, le modelé et l'agencement spatial du relief; du moutonnement et alignement des collines parallèles aux failles. Ces morphofaciès sont aussi liés aux différences lithostructurales des complexes du Nyong, de l'Oubanguide et Sédimentaire (Maurizot et al., 1986; Nzenti et al., 1988; Feybesse et al., 1998; Penaye et al., 2004; Owona et al., 2011b). En somme, l'analyse géomorphologique et structurale met en évidence 03 unités (Fig. 5).

L'Unité1 de Puma à l'Est, développé sur les formations cristallines et cristallophylliennes du complexe de l'Oubanguide soulevés par les surrections continentales liées au transport vers le SSW de la nappe de Yaoundé sur les complexes du Ntem et du Nyong; aux horsts et la grabens post-panafricains majeurs (Feybesse et al., 1998; Mvondo et al., 2007a; Owona et al., 2011b).

L'Unité2 d'Edéa au Centre, développé sur les formations cristallines et cristallophylliennes du complexe du Nyong soulevés par des surrections NNE-SSW à NE-SW éburnéennes à panafricaines (Feybesse et al., 1998; Penaye et al., 2004; Owona et al., 2011b). Sa limite occidentale constitue une cuesta orientée sub-N-S parallèlement à la direction du rifting sud-atlantique. Ce morphofaciès précède la plaine côtière.

L'Unité3 de Mévia à l'Ouest, développé sur le complexe sédimentaire lié au rifting de l'ouverture Aptienne de l'Atlantique Sud (NjikeNgaha, 1984).

## 6. Conclusion

A partir des variations des typologies lithologiques, des surrections continentales orientales liées aux orogénèses éburnéenne et panafricaine; et de la subsidence occidentale associée à l'ouverture de l'Atlantique Sud, l'analyse morphostructurale différencie la région d'Edéa - Eséka en 03 unités morphogénétiques de Puma, d'Edéa et de Mévia. La première à l'Est s'est développée sur les formations cristallophylliennes du complexe de l'Oubanguide soulevés par les surrections continentales post-panafricaines respectivement forte et moyenne. L'unité d'Edéa au Centre s'est forgée sur les formations cristallophylliennes du complexe du Nyong soulevés par des surrections NNE-SSW à NE-SW éburnéennes à panafricaines. Sa limite avec l'unité de Mévia à l'Ouest constitue une cuesta orientée sub-N-S parallèlement à la direction du rifting sud-atlantique. Cette unité est une plaine côtière construite sur le sédimentaire Crétacé à Actuel du bassin sé-

dimentaire de Douala-Kribi-Campo.

## Remerciements

Les auteurs sont infiniment reconnaissants au projet Université de Douala-UNESCO sur les changements climatiques qui a soutenu ce travail.

## Références

- Abdelsalam GM, Liégeois L, and Stern RJ. 2002. The Saharan Métacraton. *J Afr Earth Sci*, 34, 119-136.
- Feybesse JL, Johan V, Triboulet C, Guerrot C, Mayaga-Mikolo F, Bouchot V, EkoN'Dong J. 1998. The West Central African Belt: A model of 2.5-2.0Ga accretion and two-phase orogenic evolution. *Precamb Research*, 87, 161-216.
- Ganwa AA, Frisch W, MvondoOndoa J, Njom B. 2007. Relationships between the parameters of geomorphology and structural features in the Pan-African Fold belt of Cameroon. Example of Kombé II-Mayabo area. *J Eng Applied Science*, 2, 2, 336-341.
- Lerouge C, Coherie A, Toteu SF, Penaye J, Milesi JP, Tchameni R, Nsifa EN, Fanny MC, Deloule E. 2006. Shrimp U-Pb zircon age evidence for Paleoproterozoic sedimentation and 2.05 Ga syntectonic plutonism in the Nyong Group, south-western Cameroon: consequences for the Eburnean-Transamazonian belt of NE Brazil and Central Africa. *J Afr Earth Sci*, 44 (4-5), 413-427.
- Maurizot P, Abessolo A, Feybesse A, Johan JL, Lecompte P. 1986. Etude et prospection minière au Sud-Ouest Cameroun. *SynTh des travaux de 1978-1985. Rapport BRGM*, 85 CNRS 066, Orléans, 274 p.
- MbolaNdzana SP, Sep Nlomngan JP, Owona S, Olinga JB, Koumedjala Kamenbang B, Mousangolbohn PA, Wokwenmendang Nguet P, Nyama Atibagoua B, MvondoOndoa J. 2011. Evidence for the NE-SW extension and E-W shor-

- tening in the Sa'a-Monatéle Region, Yaoundé Group (Cameroon, Central African Fold Belt). Abstract Université de Ngaoundéré, Coll Inter RIPIESCA Nord Cameroun P97.
- MvondoOndoa J, Mvondo H, Bas den Brok. 2009. Pan-African tectonics in northwestern Cameroon: Implication for the history of western Gondwana. *Gond Research*, 16, 163–164
- Mvondo H, Owona S, MvondoOndoa J, and Essono J. 2007a. Tectonic evolution of the Yaounde segment of the Neoproterozoic Orogenic Belt in South Cameroon (Central Africa). *Can J Earth Sci*, 44, 443-444.
- Nedelec A, Minyem D, Barbey P. 1993. High P-High T anatexis of Archaean Tonalitic grey gneisses: the Esekamigmatites, Cameroon, *Precamb Research*, 62, 191-205.
- Ngako V, Affaton P, Nnangue JM, Njanko T. 2003. Pan-African tectonic evolution in central and southern Cameroon: transpression and transtension during sinistral shear movements. *J Afr Earth Sci*, 36, 207-214.
- Njike Ngaha PR. 1984. Contribution à l'étude géologique, stratigraphique et structurale de la bordure du bassin atlantique au Cameroun. Université de Yaoundé, Thèse géologie, 131.
- Njonfang E, Ngako V, Moreau Ch, Affaton P, Diot H. 2008. Restraining bends in high temperature shear zones: The "Central Cameroon Shear Zone", Central Africa. *J Afr Earth Sci*, 52, 9–20.
- NsangouNgapa M. 2011. Etude géomorphologique et structurale de la région Edéa-Eséka. Université de Douala, Mémoire Masters II, Géologie, 45.
- Ntamak-Nida MJ, Bourquin S, Makong JC, Baudin F, Mpesse JE, ItjokoNgouem C, Komguem PB, Abolo GM. 2010. Sedimentology and sequence stratigraphy from outcrops of the Kribi-Campo sub-basin: Lower Mundek Formation (Lower Cretaceous, southern Cameroon). doi:10.1016/j.jafrearsci.2010.01.004
- Ntepe N, Aka FT, Ubangoh RU, Ateba B, Nnange JM, Hell JV. 2004. The July 2002 earthquake in the Kribi region: geological context and a preliminary evaluation of seismic risk in south-western Cameroon. *J Afr Earth Sci*, 40, 163–172.
- Nzenti JP, Barbey P, Macaudière J, Soba D. 1988. Origin and evolution of the late Precambrian high-grade Yaoundé gneisses (Cameroon). *Precamb Research*, 38, 91–109.
- Oliveira EP, Toteu SF, Araújo MNC, Carvalho MJ, Nascimento RS, Bueno JF, McNaughton N, Basilici G. 2006. Geologic correlation between the Neoproterozoic Sergipano belt (NE Brazil) and the Yaounde belt (Cameroon, Africa). *J Afr Earth Sci*, 44, 4-5, 470-478.
- Owona S. 2008. Archean, Eburnean and Pan-African features and relationships in their junction zone in the South of Yaounde (Cameroon). University of Douala, Ph.D. Thesis in geology, 232.
- Owona S, MvondoOndoa J, MbolaNdzana SP, Mpesse JE, NsangouNgapna M, Nkabsaah C, Ratschbacher L, Ekodeck GE. Submitted. Geological control of morphotectonic units in the Southwest Cameroon (Central Africa). *C R Géosciences*.
- Owona S, MvondoOndoa J, Ratschbacher L, MbolaNdzana SP, Tchoua MF, Ekodeck GE. 2011b. The geometry of the Archean, Paleo and Neoproterozoic tectonics in the Southwest Cameroon. *C R Géosciences*, 343, 312-322.
- Owona S, Schulz B, Ratschbacher L, MvondoOndoa J, Ekodeck GE, Tchoua M, Affaton P. 2011a. Pan-African metamorphic evolution in the southern Yaounde Group (Oubangide Complex, Cameroon) as revealed by EMP-monzonite dating and thermobarometry of garnet metapelites. *J Afr Earth Sci*, 59, 125-139.
- Penaye J, Toteu SF, Tchameni R, Van Schmus WR, Tchakounté J, Ganwa A, Minyem D, Nsifa EN. 2004. The 2.1 Ga West Central African Belt

in Cameroon: extension and evolution. *J AfrEarthSci*, 39, 159-164.

Scanvic JY. 1983. Télédétection aérospatiale et informations géologiques. Manuels et méthodes. Edition. BRGM., 284.

Toteu SF, Van Schmus WR, Penaye J, Nyobe JB. 1994b. U–Pb and Sm–Nd evidence for Eburnean and Pan-African high-grade meta-

morphism in cratonic rocks of southern Cameroon. *Precamb Research*, 67, 321–347.

Toteu SF, Yongue FR, Penaye J, Tchakounté J, SemeMouague AC, Van Schmus WR, Deloule E, Stendal H. 2006b. U–Pb dating of plutonic rocks involved in the nappe tectonic in southern Cameroon: consequence for the Pan-African orogenic evolution of the central African fold belt. *J AfrEarthSci*, 44, 4-5, 479-493.