



## La Terrasse Ebebda (centre du Cameroun) : preuve d'une migration de la confluence Mbam-Sanaga

Ondoa Augustin Désiré BALLA<sup>1\*</sup> et Simon NGOS III<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université de Ngaoundéré, BP 454 Ngaoundéré, Cameroun

<sup>2</sup> Laboratoire de Géologie du Sédimentaire et du Pétrole de l'Université de Yaoundé I, BP 812 Yaoundé, Cameroun

\* Correspondance, courriel : [augustelecompte2007@yahoo.fr](mailto:augustelecompte2007@yahoo.fr)

### Résumé

La compréhension de la mise en place de la terrasse située à la confluence Mbam- Sanaga, et le fonctionnement de cette zone, ont conduit à certaines observations qui ont permis la reconstitution du paléochenal de cette confluence. Une étude comparative a été menée sur les différents sites afin de ressortir des similitudes entre les fleuves et terrasse. Ainsi à l'issue des prélèvements effectués, des analyses ont donné les résultats permettant de décrire sa mise en place. Le recueil géomorphologique et sédimentologique réalisé, dégage les caractères suivants: les mesures faites sur des galets indiquent un écoulement global NE-SW, perpendiculaire à l'orientation de leur grand axe SE-NW; les galets et les alluvions prélevés sur les trois sites, présentent des indices leur attribuant un agent de transport et d'usure de type fluvial; Le cortège minéralogique des trois systèmes présente les minéraux des roches volcaniques dans le Mbam et la Terrasse. Preuve que la mise en place de la terrasse a été faite par le Mbam et non la Sanaga comme vulgairement appelée «terrasse de la Sanaga»; la carte géomorphologique de la confluence permet de reconstituer le profil au moment de la mise en place des alluvions et d'envisager une évolution future de ce fleuve ; la dénivellation de l'ordre de vingt mètres entre la terrasse et le Mbam laisse envisager que, le creusement latéral que subit le fleuve Sanaga du côté Sud du pont en direction de la localité d'Ebebda pourra affecter les populations de cette localité dans les années avenir.

**Mots-clés :** *Sanaga, Mbam, terrasse alluviale, Ebebda, sédimentologie, géomorphologie.*

### Abstract

**The Ebebda Terrace (Central Cameroon) : evidence of migrating Mbam-Sanaga River confluence**

Understanding of the implementation of the terrace situated at the Sanaga-Mbam confluence, and the operation of this area led to the reconstruction of a paleochannel. A study conducted at the three sites, as well as the analyses, done; permit us to describe its implementation. Geomorphological and sedimentological collection made liberates the following characters: measurements made on pebbles indicate a NE-SW flow perpendicular to the orientation of the major axis, pebbles and silt collected from the three sites have indices assigning agent transport and fluvial wear; mineralogical the three systems present minerals of volcanic rocks in the Mbam and Terrace. The geomorphological map of the confluence can

reconstruct the profile at the time of implementation of alluvium and consider the future of the river. The slope in the order of twenty meters between the terrace and the Mbam, shows that the river suffers a widening effect by its sides in south and may affect the surrounding populations later.

**Keywords :** *Sanaga, Mbam, terrace alluvial, Ebebda, sedimentology, geomorphology.*

## 1. Introduction

Les paysages quaternaires ont connu parfois de profondes modifications sur le plan de la géomorphologie avec des conséquences sur le réseau hydrographique et les peuplements humains entre autres. Les terrasses en général constituent de bons témoins des modifications géomorphologiques. Plusieurs terrasses Quaternaire ont été décrites en Afrique centrale. Même si leur datation se pose encore, elles constituent des éléments de base de l'évolution géomorphologique de la rivière et une bonne connaissance de celle-ci peut permettre d'orienter les aménagements futurs. La confluence entre les fleuves Sanaga et Mbam à Ebebda sur la route Yaoundé-Bafia offre l'occasion d'une telle étude à travers la terrasse alluviale qui est observée sur la rive nord, deux kilomètres après le pont d'Ebebda. C'est une terrasse qui affleure sous forme d'un niveau à galets dont la mise en place fluviale ne semble faire aucun doute. Cette terrasse a été étudiée sur les plans de sa nature et de son origine, de la sédimentologie et de la géomorphologie Balla Ondo, (2006). La Sanaga est le plus grand fleuve et le long au Cameroun avec un bassin de drainage d'environ 140 000km<sup>2</sup> qui représente environ 30% de la superficie du pays (*Figure 1*). La zone d'étude est située à la confluence des fleuves Sanaga et Mbam soit entre les coordonnées géographiques 11° 10' et 11° 20' de la longitude Est et de 4° 20' et 4° 30' de latitude Nord. La région appartient au plateau sud-camerounais. La terrasse objet de la présente étude est située à une altitude de 400 m, soit topographiquement 20 m au dessus du cours actuel du Mbam et de la Sanaga (*Figure 2*). Le présent papier a pour objet de présenter l'évolution paléogéographique de cette zone de confluence et de faire une projection sur le futur qui permette d'orienter l'aménagement et l'urbanisation de la zone.

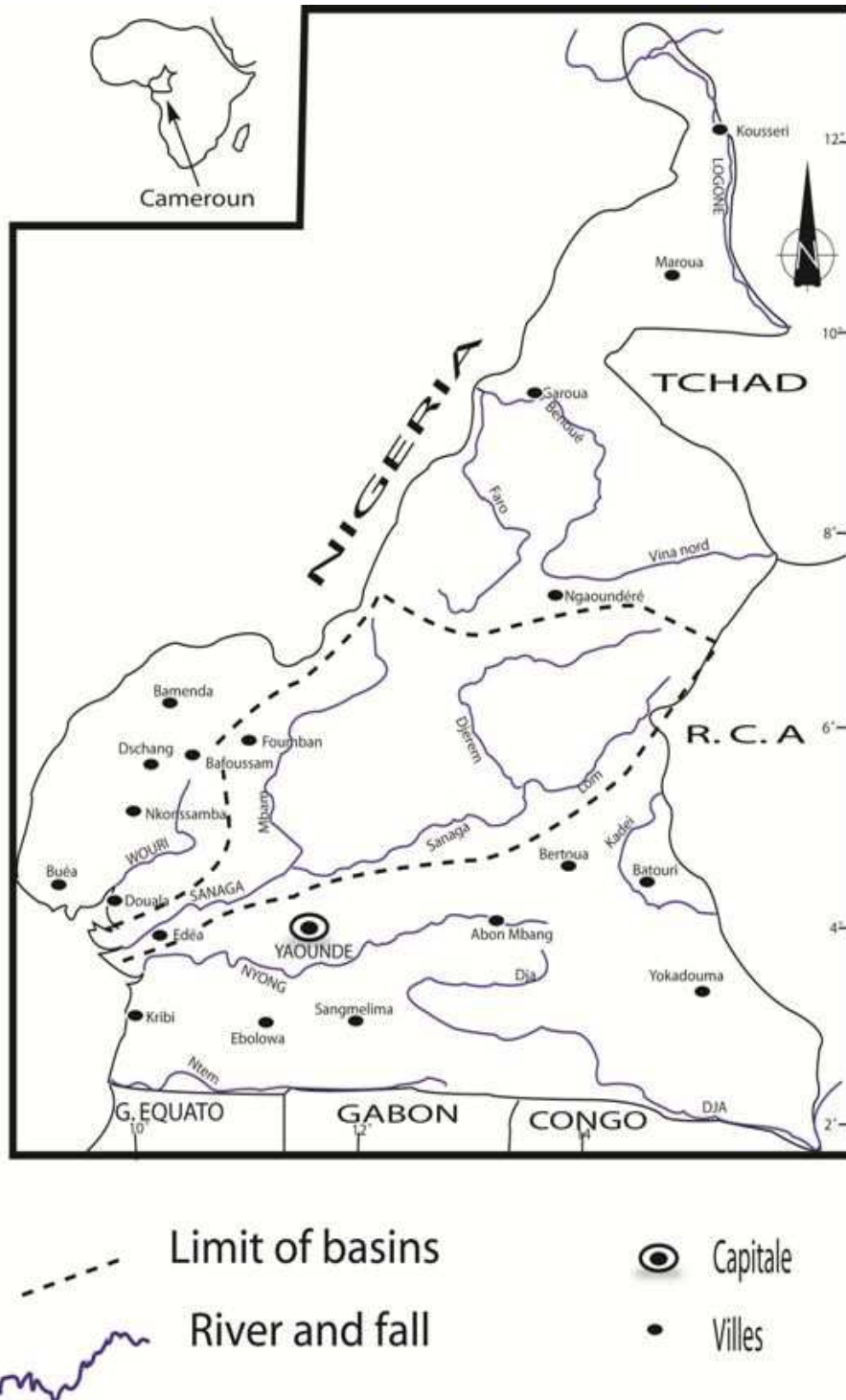


Figure 1 : Le bassin de Sanaga et ses principaux affluents (1/ 5000000)

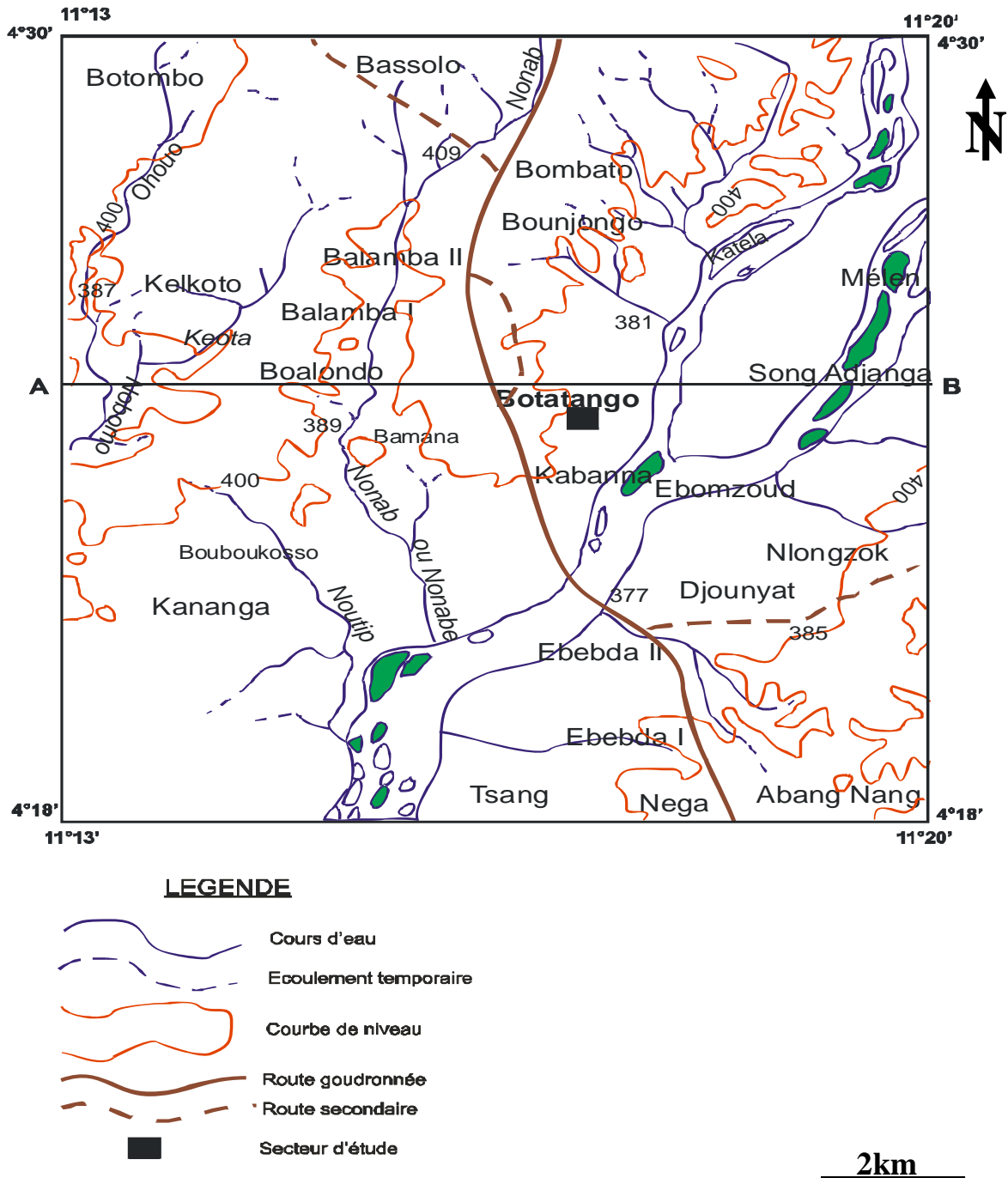


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Géologie de la région

Le relief du bassin de la Sanaga est fortement accidenté ; les altitudes varient de 350m dans la dépression moyenne de la Sanaga jusqu'à plus de 2000m sur les montagnes de la dorsale camerounaise. Ainsi Ebebda est constitué de trois grandes unités topographiques :

- une unité comprise entre 600 et 800m d'altitude. Elle correspond au relief montagneux et se présente sous forme de bande NNW- SSE. Cette unité occupe près de 10% de la région.
- une unité comprise entre 400 et 600m d'altitude
- une unité ayant des altitudes de moins de 400m

Le bassin de la Sanaga est presque occupé en totalité par le socle précambrien recouvert par endroit des « formations de couverture » qui sont en proportion d'assez faible étendue Dubreuil et al., (1975). Dans le cadre particulier du secteur d'étude, la géologie de Yaoundé et Bafia est liée à la reconnaissance du socle. Les grandes unités morphologiques structurales ainsi que les limites des différentes formations pétrographiques ont été esquissées par OWONA, (1998) au Sud de Yaoundé. NZENTI, (1987) identifie trois épisodes tectoniques  $D_1$  ;  $D_2$  ;  $D_3$ , importants sur le plan structural dans la zone de Yaoundé. Une évolution polyphasée du métamorphisme du faciès des granulites au métamorphisme du faciès des schistes verts est constatée par MVONDO, (2000). On trouve des formations volcaniques de part et d'autre du bassin de la Sanaga. Elles sont beaucoup plus concentrées dans la région de l'Ouest traversée par le Noun qui se jette dans le Mbam. Du point de vu pétrographique, nous rencontrons la série gneissique de Bafia au Nord avec une inter-stratification d'amphibolite ; en passant par les séries de Sa'a, ou sont mis en évidence les protholithes gneissiques para-dérivés et ortho-dérivés. Les travaux de recherche au niveau de la confluence Mbam-Sanaga ont été menés sur trois sites dans le but de comparer les différents résultats : sur la Terrasse alluviale située dans la localité de Botatango, sur le fleuve Mbam et sur le fleuve Sanaga. Ces travaux se sont déroulés en deux phases : une première phase sur le terrain une seconde phase en laboratoire.

## 2-2. In situ

Outre toutes les autres observations, le prélèvement des échantillons sur la terrasse et dans les deux fleuves ainsi que la prise des mesures sur l'orientation de quelques galets pour déterminer les paléo courants, ont fait l'objet d'une étude approfondie.

### 2-2-1. Echantillonnage

Le prélèvement des échantillons a eu lieu pendant la grande saison sèche (Décembre- Mars). C'est ainsi que neuf échantillons ont été prélevés. Ces sédiments ont été prélevés à des endroits différents et assez éloignés les uns des autres (**Tableau 1**). Lors du prélèvement, le sédiment est stocké provisoirement dans un sac en plastique étanche, soigneusement fermé et étiqueté. Un seul et même numéro attribué au moment du prélèvement est repris lors de son analyse, de son traitement et du stockage des informations.

**Tableau 1 : Différents sites de Prélèvement des Echantillons**

| ECHANTILLONS     | LIEU DE PRELEVEMENT | COORDONNEES GEOGRAPHIQUES      |
|------------------|---------------------|--------------------------------|
| BAI <sub>3</sub> | TERRASSE            | 11° 16' 30'' E / 4° 24' 30'' N |
| BAI <sub>4</sub> | TERRASSE            | 11° 18' 12'' E / 4° 24' 22'' N |
| BAI <sub>5</sub> | TERRASSE            | 11° 17' 54'' E / 4° 23' N      |
| MB <sub>1</sub>  | MBAM                | 11° 22' 18'' E / 4° 34' 12'' N |
| MB <sub>2</sub>  | MBAM                | 11° 22' 30'' E / 4° 35' 20'' N |
| MB <sub>3</sub>  | MBAM                | 11° 23' 47'' E / 4° 35' 25'' N |
| SA <sub>1</sub>  | SANAGA              | 11° 15' 42'' E / 4° 22' 58'' N |
| SA <sub>2</sub>  | SANAGA              | 11° 15' 48'' E / 4° 22' N      |
| SA <sub>3</sub>  | SANAGA              | 11° 19' 12'' E / 11° 14' N     |

### 2-2-2. Recherche des paléo courants de dépôt à partir des galets

La méthode de Ngos, (1987) a été utilisée pour mesurer la plus grande dimension des plus gros galets visibles et à retenir celle du galet de rang 5 (L5). Il faut préciser que seules les mesures effectuées sur la fraction grossière sont retenues. Les galets mis en place par un courant fluvial ont tendance à s'orienter préférentiellement en fonction du paléo courant qui les a déposés. S'ils sont bien observables dans le plan de sédimentation la mesure de l'orientation de leur grand axe permet d'estimer la direction des paléo courants.

### 2-3. Analyses en laboratoire

Les essais faits au laboratoire portent nécessairement sur les échantillons représentatifs. C'est ainsi par exemple que l'on prend 200g de sable pour une analyse granulométrique. Mais il faut que les résultats obtenus à partir de cet échantillon représentent réellement les caractéristiques de l'ensemble du matériau dans lequel on a fait le prélèvement.

#### 2-3-1. Analyse granulométrique

L'échantillon de sable est soumis à des quartages successifs jusqu'à l'obtention de 200g de matériau ; ceci pour que la précision soit bonne, la durée de l'essai acceptable et pour faciliter les calculs. Cet échantillon est séché à l'étuve puis tamisé à l'aide d'une tamiseuse électro magnétique qui procède par vibration.

#### - Le sorting index de TRASK $S_o$ :

C'est un indice de classement donné par la formule.  $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}}$  (1)

Il convient de noter ses limites

- $S_o < 1.23$  ; très bon classement (sédiment très bien classé)
- $1.23 < S_o < 1.41$  : bon classement (sédiment bien classé)
- $1.41 < S_o < 1.74$  : moyen classement (sédiment moyennement classé)
- $1.74 < S_o < 2,00$  : mauvais classement (sédiment mal classé)
- $S_o > 2,00$  très mauvais classement ou sédiment très mal classé (Fuchtbauer, 1959 in Tchouatcha, 2005)

#### - Indice de déviation des quartiles ( $Qd\Phi$ )

C'est aussi un indice de classement plus exactement d'hétérométrie. Le sédiment est d'autant mieux classé que sa valeur se rapproche de zéro NDJENG, (1978). Sa formule est la suivante :

$$Qd\Phi = \frac{Q_1 \times Q_3}{2} \quad (2)$$

#### - Coefficient d'Asymétrie ( $A_s$ )

Il exprime la répartition des éléments par rapport à la médiane  $Q_2$ . Sa formule est :

$$A_s = \frac{Q_1 \times Q_3}{Q_2^2} \quad (3)$$

Ses limites sont les suivantes :

- Si  $A_s = 1$ , le mode ou le sommet de la courbe de fréquence coïncide avec le diamètre moyen : il s'agit ici d'un sédiment dit évolué.
- Si  $A_s > 1$ , le classement maximum s'effectue du côté des éléments fins. La symétrie est dite positive : se sont des dépôts de fond de bassin ;
- Si  $A_s < 1$ , le classement maximum s'effectue du côté des éléments grossiers. La symétrie est dite négative et il s'agit là des dépôts torrentiels. Il convient toute fois d'apporter certaines réserves à ce paramètre en raison de la non prise en compte de la fraction inférieure à 50  $\mu\text{m}$ .

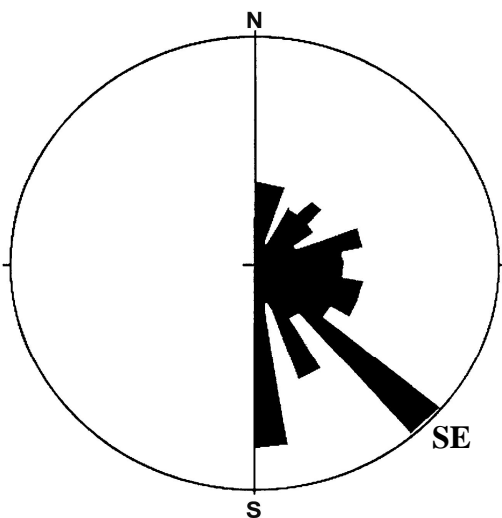
### 2-3-2. Analyse des minéraux lourds

Leur détermination et leur examen permettent d'une part de saisir la nature pétrographique de la roche dont ils sont issus et d'autre part de préciser l'aire géographique à laquelle appartient la roche source. Autrement dit de préciser la province distributrice.

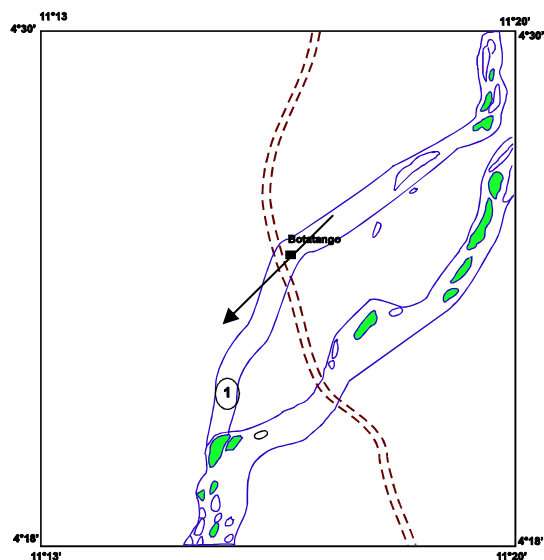
## 3. Résultats

### 3-1. Résultats in situ

La reconstitution des paléo courants des dépôts s'est faite à partir des galets orientés. Les galets mesurés remplissent les deux conditions suivantes :  $L > 10\text{cm}$  et  $L > 2l$  ( $L$  : plus grande longueur et  $l$  : largeur). Les mesures faites sur 80 galets sont reportées sur une rose de distribution. L'orientation préférentielle du grand axe des galets est suivant la direction SE-NW (*Figure 3*) qui est perpendiculaire à la direction majeure du paléo courant montrant un écoulement général NE-SW (*Figure 4*).



**Figure 3 :** *Rosace présentant la direction du grand axe des galets*



**Figure 4 :** *Sens des paléo courants lors de la mise en place de la terrasse*

### 3-2. Résultats en laboratoire

#### 3-2-1. Granulométrie des sables

Cette technique a été utilisée pour bien démontrer la nature fluviale des sédiments étudiés. (Vatan, 1967) et (Pauwel et al., 1992) ont défini des indices calculables à partir des résultats du tamisage des sables. Il s'agit des quartiles  $Q_3$ ,  $Q_2$ ,  $Q_1$  qui sont des dimensions des mailles des tamis correspondant respectivement aux pourcentages 75%, 50%, 25% (cumulation inverse), permettant de calculer les paramètres de TRASK. Les résultats des différents calculs de tous ces indices sédimentométriques sont consignés dans le **Tableau 2** ci-dessous

**Tableau 2 : Indices Sédimentométriques**

| Echantillon<br>s | Indices Sédimentométriques |         |         |       |           |       |
|------------------|----------------------------|---------|---------|-------|-----------|-------|
|                  | $Q_1$                      | $Q_2$   | $Q_3$   | So    | Qd $\phi$ | As    |
| BAI <sub>3</sub> | 1.50                       | <0.05mm | <0.05mm | >2mm  | -         | -     |
| BAI <sub>4</sub> | >4mm                       | 0.700   | <0.05mm | >2mm  | -         | -     |
| BAI <sub>5</sub> | >4mm                       | 0.633   | <0.05mm | >2mm  | -         | -     |
| MB <sub>1</sub>  | 1.583                      | 0.940   | 0.750   | 1.424 | 0.617     | 1.397 |
| MB <sub>2</sub>  | 1.500                      | 0.850   | 0.700   | 1.463 | 0.525     | 1.453 |
| MB <sub>3</sub>  | 1.416                      | 0.850   | 0.740   | 1.383 | 0.523     | 1.450 |
| SA <sub>1</sub>  | 1.750                      | 1.500   | 0.850   | 1.434 | 0.731     | 0.661 |
| SA <sub>2</sub>  | 2.133                      | 1.666   | 0.850   | 1.584 | 0.906     | 0.653 |
| SA <sub>3</sub>  | 1.660                      | 1.125   | 0.760   | 1.477 | 0.630     | 0.996 |

Les sédiments prélevés sur la terrasse sont pour la plupart des galets, des sables grossiers. Les valeurs des indices granulométriques et sédimentométriques sont celles des sédiments mal classés, mal triés à l'image des dépôts turbides en général hétérométriques, les valeurs de  $So > 2mm$ . Les valeurs des indices granulométriques et sédimentométriques des échantillons de la Sanaga et du Mbam sont celles des sédiments moyennement classés de ce fait bien triés. Les pentes des courbes cumulatives sont fortes.

#### 3-2-2. Les minéraux lourds

Le cortège minéralogique des échantillons prélevés dans les trois sites d'étude est constitué des minéraux presque semblables en partie. Mais nous relevons la présence de certains minéraux lourds dans le Mbam ce sont des minéraux tels que l'augite, l'olivine qui sont d'origine volcanique et se retrouvent également sur la terrasse. Pourtant ces minéraux ne se voient pas dans les sables de la sanaga. Dans le Mbam la fréquence de l'augite est de 5% alors que sur la terrasse elle est de 2 % en moyenne et celle de l'olivine est de 5,66% dans le Mbam et 2,66% sur la terrasse.

## 4. Discussion

Les alluvions et les galets prélevés sur la terrasse permettront ici de donner l'origine exacte de cette dernière. C'est ainsi que sur la morphologie des galets, de même que les analyses faites sur les surfaces des grains de quartz dans le cadre de la dynamique sédimentaire ont permis d'attribuer à ces éléments un agent de transport et d'usure de type fluviale.



L'étude granulométrique des alluvions de la terrasse indique un mauvais classement des sédiments turbides. L'observation de la rosace de distribution indique une orientation du grand axe des galets NW – SE qui serait perpendiculaire à l'écoulement des paléo courants. Le cortège minéralogique éruptif que nous découvrons dans les alluvions de la terrasse permet de rattacher cette dernière au fleuve Mbam d'où l'origine fluviatile de cette terrasse. L'étude géomorphologique de la région présente une dénivellation du relief entre la terrasse et le Mbam de l'ordre de 20 m correspondant au creusement du fleuve depuis la mise en place de la terrasse. L'allure actuelle du chenal du Mbam permet de reconstituer son chenal au moment de la mise en place de la terrasse (Figure 5a).

Si les phénomènes causant ce recul persistent (creusement), il sera fort possible que cette confluence se retrouve d'ici quelques temps encore plus loin en amont de la position actuelle et les populations de la localité d'Ebebda vers laquelle ce creusement s'avance risqueront d'être affectés (position (3) Figure 5c).

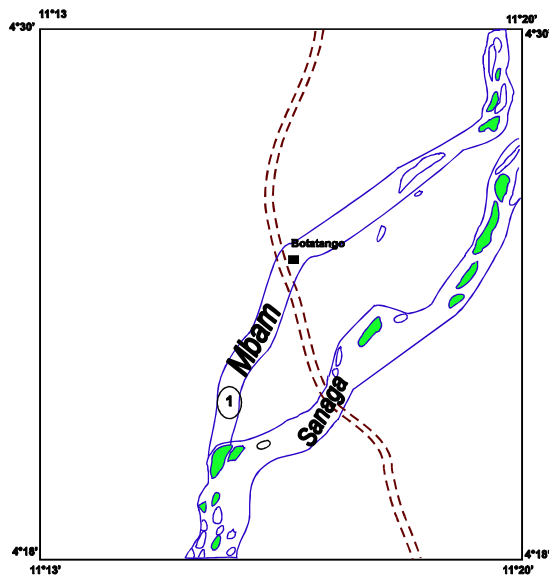


Figure 5a : Position ancienne de la confluence

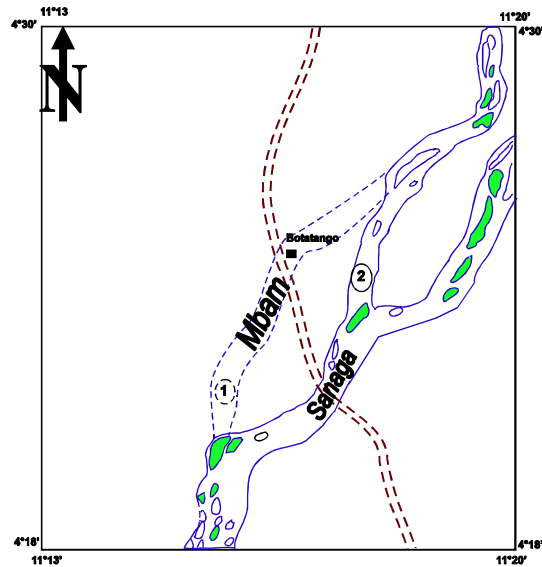


Figure 5b : Position actuelle de la confluence

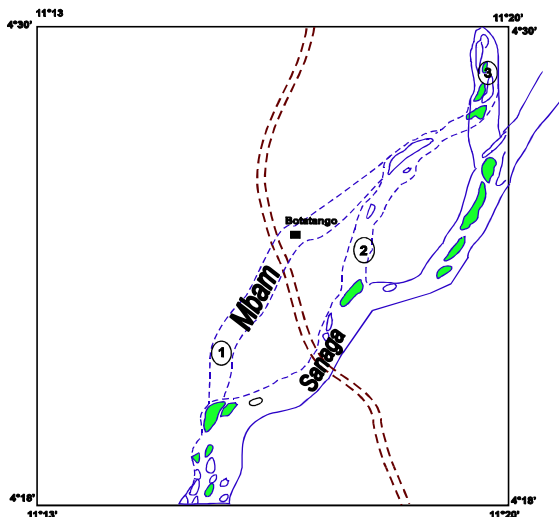


Figure 5c : Position future de la confluence

**LEGENDE**

- ① Position ancienne du cours d'eau Mbam
- ② Position actuelle du cours d'eau Mbam
- ③ Position future du cours d'eau Mbam
- Cours d'eau
- - - Paléochenal du cours d'eau
- - - Route actuelle servant de repère
- Terrasse

2km

Figure 5 : Modèles d'évolution de la confluence Mbam-Sanaga

## 5. Conclusion

L'étude de la terrasse alluviale de la rive nord au pond d'Ebebda située à la confluence du Mbam et de la Sanaga associée à celle des deux fleuves permettent de comprendre la mise en place des alluvions et l'évolution du système hydrographique de cette zone de confluence avec possibilité d'extrapolation à court terme. Les différentes analyses faites sur les alluvions prélevées au niveau des lits de la Sanaga et du Mbam ainsi qu'au niveau de la terrasse de Botatango ont conduit aux conclusions nous permettant d'attribuer à cette terrasse l'originalité du fleuve Mbam, suite à la succession des résultats dont nous disposons à l'issue des analyses faites. Le dénivelé actuel de l'ordre de vingt mètres entre la terrasse et le Mbam nous amène à nous poser la question si les populations de la localité d'Ebebda au rythme de creusement latéral du lit du cours d'eau de la Sanaga ne seront pas affectées ou envahis par des eaux plus tard.

## Références

- [1] - VATAN, A. Manuel de Sédimentologie. Paris, technique édition (1967) 397 pages
- [2] - DUBREUIL, P ; GUISCARFRE, J ; NOUVELOT, J. F et OLIVRY, J.C.,. Le bassin de la rivière Sanaga « Monographie hydrologique ORSTOM N° 3 (1975)»
- [3] - NDJENG. E. Etude Sédimentologique des niveaux à galet et à sable au Sud de l'Adamaoua (Cameroun).Thèse 3<sup>ème</sup> cycle Université Dijon France(1978).
- [4] - NGOS III S. Etude Sédimentologique des bassins permien de Saint-Dié et de Champenay (Vosges) Paléogéographique et Tectonique. Thèse de Doct. Univ. Nancy I(1987), 205 P
- [5] - NZENTI, J.P. Pétrogenèse des migmatites de Yaoundé (Cameroun); élément pour un modèle géodynamique de la chaîne panafricaine Nord Equatoriale. Thèse de Doctorat, Université de Nancy I (1987) 147p
- [6] - OWONA, S. Contribution à l'étude pétro structurale et de la signature morphologique des métamorphites du sud de Yaoundé Mémoire MST, Fac. Sc. Université de Yaoundé., (1998)
- [7] - MVONDO OWONO, F. Contribution à l'étude Tecto-Métamorphique du secteur Mfou. Maîtrise MST. Univ. Yaoundé I (2000)
- [8] - TCHOUATCHA, M. S. Etude sédimentologique de quelques faciès sableux crétacés du secteur oriental du bassin de Douala : genèse et signification paléo environnementale. Mémoire de D.E.A Université de Yaoundé I (2005) 101 p
- [9] - BALLA ONDOA, A D. Etude de la terrasse alluviale au nord du pond d'Ebebda ; implication paléogéographique. Mémoire de DEA Université de Yaoundé I (2006), 58 P
- [10] - PAUWEL et al (19992)