

Géologie/Geology

## Mise en évidence, sur la bordure ouest du craton du Congo, de fossés d'effondrement d'Age Protérozoïque supérieur, masqués par les formations phanérozoïques de la cuvette du Zaïre

Jean-Paul VICAT, Pierre GIOAN, Yves ALBOUY, Maurice CORNACCHIA, Loïc GIORGI et Patrick BLONDIN

*Résumé* — Le volcanisme basique à la base du super-groupe Ouest-Congolien marque, vers 1 000 M.a., la formation de fossés d'effondrement au sein du craton du Congo. Dans les bassins, où l'épaisseur de dépôts peut atteindre 4 000 m, se sont accumulées des formations de la couverture protérozoïque, plissée au Pan-Africain, ainsi que des sédiments phanérozoïques.

### Evidence of Upper Proterozoic rifts buried under the Phanerozoic deposits of the Zaïre basin on the Western border of the Congo craton

*Abstract* — Basic vulcanism at the base of the West Congolian supergroup reveals the formation of troughs about 1,000 M.a. ago within the Congo craton. There, sequences of the Proterozoic cover folded during the Pan-African episode and Phanerozoic sediments remain.

*Abridged English Version* — I. INTRODUCTION. — Geological and geomorphological observations suggest that the Congo and Oubangui rivers flow in a reactivated infracambrian aulacogen ([1], [2]). The geometry of this zone is specified by recent geophysical and geological data obtained in Congo, Zaïre and the Central African Republic.

II. GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL DATA. — An aeromagnetic survey of the eastern Congo [3], along with gravimetric maps of the Congo, Central African Republic and Zaïre [4] reveal several basins beneath the Phanerozoic cover of the Zaïre Basin (*Pl.*). Our interpretation of gravimetric anomalies indicates that the "Plateau des Cataractes", zone of subsidence extends 2.5 km deep into the Mbé basin near Brazzaville and deepens towards the NE (4 km from Mbé) [5]. The Bouenza sequence continues into the Gamboma-Owando basin where it is 4 km deep. These basins are cross-cut by uplifted blocks oriented NE-SW (M'Bridge and Kindamba horsts) or oriented NW-SE (Mossaka, Sangha-Mbandaka, Basankusu horsts) where the crystalline basement is less than 1 km deep. To the north, in the Central African Republic, along the Bangui gravimetric anomaly, about 3 km of Precambrian deposits have been preserved [8]. The basins are bordered on their western edge by the N 30° E Lali-Bouenza dextral strike-slip fault ([1], [3]). To the east, there is no such obvious limit, and horsts and basins extend into Zaïre [7]. The relationship between the Liranga, Mbé and Zaïre basins are underlain by positive gravimetric trends, indicating a substratum intruded by basic vulcanism.

Along the eastern margin of the West Congolese belt, the autochthonous cover sequences folded about 600 M.a. ago [8]. Deformations decreased distally and rapidly away from the belt, but Precambrian deposits preserved in the basins were probably folded. In the "Plateau des Cataractes", the upper detritic sequences unconformably overlie the incompetent carbonate lower sequences, folded in a NE-SW direction and metamorphosed in the epizone. The intensity of folding and metamorphism increases towards the Chaillu basement. The

Note présentée par Michel DURAND-DELGA.

0249-6313/89/03091207 \$ 2.00 © Académie des Sciences

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 27.09.0201

Cote : B M P173

07 NOV. 1989

Bouenza sequence has been metamorphosed in to greenschist facies, with two superimposed schistosités. The folding in a NE-SW direction, superposed on the NW-SE West Congolese directions, results from the Combian phase [9], in line with a NNW-SSE shortening constituting the latest Pan-African episode in the Congo.

To the north, the sinistral strike-slip fault bordering the Sembe-Ouessou basin limits the Precambrian cover of the stable zones [13]. East of this boundary, the Precambrian cover was folded and metamorphosed around 630 M.a. ago [8], during the Pan-African episode, with NNW-SSE shortening [10]. The northern boundary of the Congo craton is underlain near 4°N by a pair of gravimetric anomalies which are typical of collision zones [11]. Between 15° and 18°E, on the northern extension of the Impfondo basin, the boundary of the craton is not clearly defined, since NS gravimetric trends are parallel to regional sinistral strike-slip faults. Here, the Proterozoic deposits folded along a N-S trend.

III. GEOTECTONIC SYNTHESIS. — In the Pan-African West Congolese belt ([5], [12]), the Kibarian cycle may be related to an episode of intraplate magmatism ([13], [14]), marked by intrusions of basic magma around 950 M.a. ago ([11], [17]) into the Chaillu and Kasai basements, as well as the Proterozoic cover.

In Zaïre, tholeiitic magmas, associated with the Lower Tillite sequence, reveal the formation of a continental rift locally reaching the proto-oceanic stage [16]. In this rift, the West Congolese sediments were deposited. This rift is considered by some authors ([17], [18]) as an aulacogen, *i.e.* an oceanic domain cutting a craton.

In the Congo, the magmas associated with the Sembe-Ouessou and Bouenza sequences are either slightly alkalic or tholeiitic and similar to the abyssal tholeiites [10]. They reveal the formation of basins N? S? E? W? the future West Congolese Fold belt. In the eastern Bouenza sequence more recent sediments were deposited equivalent to the West Congolese and Lindian-Oubanguian sequences. During the Pan-African episode, the basins constituted a weak zone which exhibits folding related to the late Pan-African Combian event, which in turn probably resulted from transpressional movements along NE-SW major faults.

After the Pan-African episode, the rift was reactivated during the opening of the South Atlantic Ocean ([1], [7], [19]). The Mbé, Liranga and Impfondo basins are linked to the depressions of Dekese and Samba, where a thick Phanerozoic cover has been preserved [7]. In the reactivated basins, Mesozoic sequences outcropping on the eastern border of the Congo River Basin have probably also been preserved. Jurassic deposits are indeed observable in the Mbé basin [7]. More recently, the fault system was reactivated, guiding the regional drainage pattern [20].

IV. CONCLUSION. — Extensional basins transversal of the West Congolian Fold Belt display a sizeable thickness of sediments (3 to 4 km) deepening towards the center of the craton. This extension phase is marked by basic vulcanism dated roughly 950 M.a. ago. Deformation in these basins resulted from transpressional movements between the Chaillu and Kasai Archean nuclei during the Pan-African episode, perhaps in relation to collision along the northern margin of the Congo Craton. These basins were reactivated during the opening of the Atlantic Ocean and have also been active more recently.

I. INTRODUCTION. — Des critères géomorphologiques et géologiques ont permis de suggérer que les fleuves Congo et Oubangui coulent dans l'axe d'un « aulacogène » infracambrien réactivé (« aulacogène » du Bas-Congo et de la Sangha) ([1], [2]) qui s'étend

sur environ 1 000 km en direction SSW-NNE depuis l'Angola jusqu'en Centrafrique. L'interprétation des données géophysiques et de nouvelles observations réalisées au Congo permettent de préciser les caractéristiques géologiques et structurales de cette zone complexe.

II. DONNÉES GÉOLOGIQUES ET GÉOPHYSIQUES. — Le levé aéromagnétique de la partie congolaise de la cuvette du Zaïre [3] et les cartes gravimétriques du Congo, de la Centrafrique et du Zaïre [4] confirment l'existence de plusieurs bassins sous les dépôts phanérozoïques de la cuvette (*pl.*).

L'interprétation des anomalies gravimétriques montre que dans le prolongement de la zone subsidente du Plateau des Cataractes, le bassin de Mbé, profond de 2,5 km aux environs de Brazzaville, s'approfondit vers le Nord-Est pour atteindre 4 km à Mbé [5]. Dans le prolongement NE de la série de la Bouenza, le bassin de Gamboma-Owando atteint une profondeur de 3 km. Au Nord, les bassins de Liranga et d'Impfondo atteignent respectivement des profondeurs de 4 et 3 km. Ces bassins sont séparés par des horsts d'orientation NE-SW (ride de M'Bridge, horst de Kindamba), ou NW-SE (horsts de Mossaka, de la Sangha-Mbandaka et de Basankusu) où le socle se trouve à moins de 1 km de profondeur. Plus au Nord, en Centrafrique, environ 3 km de sédiments précambriens sont conservés au niveau de l'anomalie gravimétrique négative de Bangui [6] alors que le bassin de Carnot ne présente pas d'épaississement de la couverture phanérozoïque.

Le linéament N30° E Lali-Bouenza ([1], [3], [7]) qui marque la terminaison sud-est du massif du Chaillu limite ces bassins à l'Ouest. À l'Est, il n'existe pas de limite aussi nette, les bassins communiquant, sous les dépôts récents, avec la cuvette du Zaïre où environ 3,5 km de sédiments sont conservés entre Samba et Dekese [7]. La relation du bassin de Mbé avec les dépôts de la cuvette est soulignée par des axes gravimétriques positifs qui signalent probablement des injections de roches basiques dans le substratum.

Sur la bordure est de la chaîne ouest-congolienne la couverture autochtone d'âge protérozoïque supérieur est plissée et métamorphisée dans l'épizone vers 600 M.a. [8]. L'analyse de la déformation montre que ces dépôts ont été soumis seulement à l'influence du raccourcissement SW-NE responsable de l'édification de la chaîne ouest-congolienne voisine. La déformation s'atténue rapidement quand on s'éloigne de la chaîne mais les sédiments précambriens conservés dans les bassins sont probablement plissés. En effet, dans la région du Plateau des Cataractes, les formations détritiques qui couronnent l'Ouest-Congolien reposent en disharmonie sur les formations carbonatées sous-jacentes, plissées et épimétamorphiques. L'intensité du plissement, de direction NE-SW, augmente en se rapprochant du massif du Chaillu : la série de la Bouenza est affectée de deux schistosités superposées et d'un métamorphisme de faciès schiste vert à chlorite. Les observations microtectoniques montrent que ces déformations, caractérisées par une direction de raccourcissement proche de NNW-SSE se superposent aux déformations ouest-congoliennes. Ces directions tectoniques NE-SW, transversales à celles de la chaîne ouest-congolienne, sont attribuées à la phase tectonique combienne [9] qui est responsable des derniers mouvements pan-africains connus au Congo.

Plus au Nord, le décrochement sénestre N-S, qui borde le bassin de Sembé-Ouessou à l'Ouest, limite à l'Est les formations précambriennes peu tectonisées qui reposent sur le socle du Chaillu [10]. Au-delà de cette limite, les séries de Sembé-Ouessou sont plissées et métamorphisées au Pan-Africain vers 630 M.a. [8]. La déformation traduit une direction de raccourcissement NNW-SSE [10].

Vers 4° de latitude Nord, la limite septentrionale du craton du Congo est soulignée au Cameroun par un couple d'anomalies gravimétriques E-W, de grande longueur d'onde, typiques des zones de collision [11]. Plus loin, entre 15° et 18° de longitude Est, dans le prolongement nord du bassin d'Impfondo, les directions gravimétriques méridiennes, parallèles aux grands décrochements sénestres régionaux [2], ne permettent pas de définir la limite du craton. Dans cette zone les formations du Lindien-Oubanguien sont plissées selon une direction sensiblement N-S [6].

II. SYNTHÈSE GÉOTECTONIQUE. — Dans la chaîne ouest-congolienne, édifiée au Pan-Africain ([5], [12]), le cycle kibarien semble correspondre, vers 1000 M.a. [13], à un épisode de magmatisme intraplaque [14]. Cet épisode distensif est souligné par des magmas basiques, contemporains des séries de la Tillite inférieure et de la Bouenza dont l'âge se situe vers 950 M.a. environ ([8], [15]). Ces magmas recoupent le socle du Chaillu et du Kasai, ainsi que les séries précambriennes de couverture. Ils affectent aussi probablement le substratum de la cuvette car le gradient important des anomalies de Bouguer au niveau des horsts et des grabens implique l'existence d'un socle injecté de roches denses. Au Zaïre les magmas tholéitiques associés à la série de la Tillite inférieure traduisent l'installation d'un rift continental atteignant localement le stade proto-océanique [16]; ce rift recueille les dépôts du super-groupe Ouest-Congolien. L'assimilation de ce rift à un aulacogène [17], c'est-à-dire un rift océanique partageant un craton, reste controversée [18]. Les magmas qui recoupent au Congo les séries de Sembé-Ouessou, sont faiblement alcalins, ou tholéitiques et semblables aux tholéites abyssales [10]; les dolérites associées à la série de la Bouenza ont des compositions chimiques identiques. Ces magmas soulignent, au front de la future chaîne ouest-congolienne, l'installation des bassins où se déposent les faciès orientaux de la série de la Bouenza ainsi que des séries plus récentes, équivalentes de l'Ouest-Congolien et du Lindien-Oubanguien. Au Pan-Africain, lors de l'édification de la chaîne ouest-congolienne, ces bassins constituent, au sein du craton du Congo, une zone mobile préférentielle qui enregistre les déformations combiennes (fini pan-africaines) transversales à celles de la chaîne ouest-congolienne voisine. Les failles majeures NE-SW ont probablement guidé le rapprochement en transpression des socles du Chaillu et du Kasai lors de cet événement.

Postérieurement au Pan-Africain, le sillon a été réactivé lors de l'ouverture de l'Atlantique Sud ([1], [7], [19]). Les bassins de Mbé, Liranga et Impfondo s'ouvrent vers l'Est, au Zaïre, sur des dépressions du soubassement de la cuvette, centrées sur Samba et Dekese, où sont conservés des sédiments phanérozoïques épais [7]. Des séries mésozoïques, analogues à celles que l'on connaît sur le bord est de la cuvette du Zaïre, sont donc probablement conservées dans les bassins réactivés à l'Est du linéament Lali-Bouenza. Le Jurassique (étage de Stanleyville) a d'ailleurs été signalé plusieurs fois à l'affleurement dans le bassin de Mbé sous le recouvrement crétacé et tertiaire [7].

Plus récemment, les failles de direction NE-SW, NW-SE et N-S ont joué car elles conditionnent le réseau hydrographique régional [20]. Le Congo et l'Oubangui coulent dans une zone déprimée dissymétrique, limitée à l'Ouest par la faille Lali-Bouenza et à l'Est par une ligne de reliefs qui borde le fleuve Congo [1].

IV. CONCLUSION. — Au front de la chaîne ouest-congolienne, le craton du Congo est découpé en horsts et grabens où s'observent des épaisissements sédimentaires importants (3 à 4 km). La phase de distension responsable de ces structures est marquée vers 950 M.a. par la mise en place de magmas basiques contemporains des séries de base du

super-groupe Ouest-Congolien. Cette zone, interprétée jadis comme un simple aulacogène ([1], [2]), présente une géométrie plus complexe : bordée à l'Ouest par le décrochement Lali-Bouenza elle se prolonge vers l'Est et communique, sous le recouvrement récent, avec les dépôts de la cuvette du Zaïre. Au Pan-Africain (600 M.a.) cette zone de faiblesse, située entre les socles du Chaillu et du Kasai, a fonctionné en transpression, peut-être en liaison avec la collision le long de la bordure septentrionale du craton du Congo. Sa réactivation lors de l'ouverture de l'Atlantique Sud a permis la conservation de sédiments phanérozoïques. Elle a ensuite joué jusqu'à une époque récente.

Note remise le 14 novembre 1988, acceptée après révision le 6 septembre 1989.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] J. W. SCHROEDER, *Bull. Ver. Schweiz. Petroleum-Geol. Ing.*, 47, n° 113, 1981, p. 31-37.
- [2] J. L. POIDEVIN, *Ann. Mus. Roy. Afr. Centr.*, Tervuren Belg., sér. in-8° Sci. Géol., n° 91, 1985, 75 p.
- [3] J. MELOUX, M. BIGOT et J. C. VILAND, *Plan minéral de la République Populaire du Congo*, B.R.G.M., I-II, 1983, 725 p.
- [4] R. GODIVIER, A. LEGELEY et Y. ALBOUY, *Levés gravimétriques de reconnaissance, Congo, Gabon*, O.R.S.T.O.M., 1986. Y. ALBOUY et R. GODIVIER, *Cartes gravimétriques de la République Centrafricaine*, O.R.S.T.O.M., 1981. L. JONES, P. L. MATHIEU et H. STRENGLER, *Gravimétrie, Ann. Mus. Roy. Congo belg.*, Tervuren, Sc. géol., n° 36, 1960, 46 p.
- [5] B. R. BYAMUNGU, P. LOUIS et R. CABY, *J. Afric. Earth. Sci.*, 6, n° 5, 1987, p. 767-772.
- [6] M. CORNACCHIA et L. GIORGI, *Ann. Mus. Roy. Afr. Centr.*, Tervuren, Belg. sér., in-8°, Sci. Géol., 93, 1986, 51 p.
- [7] P. GIRESE, *Sci. Géol.*, Bull. 35, n° 4, 1982, p. 183-206.
- [8] H. DIANZENZA-NDEFI, *Thèse Doct. 3<sup>e</sup> cycle*, Univ. de Strasbourg, 1983, 134 p.
- [9] G. BIGOTTE, *Bull. Dir. Mines géol., A.E.F.*, n° 9, 1959, 186 p.
- [10] J.-P. VICAT et P. J. VELLUTINI, *Precamb. Res.*, 37, 1987, p. 57-69.
- [11] J. F. DUMONT, *Géodyn.*, 1, n° 1, 1986, p. 13-19.
- [12] R. CABY et G. HOSSIE, *10<sup>e</sup> Coll. Géol. A.F.R.*, Montpellier, 1979, p. 50-51.
- [13] L. CAHEN, D. LEDENT et L. TACK, *Bull. Soc. Belge Géol.*, Bruxelles, 87, n° 2, 1978, p. 101-102.
- [14] L. FRANSEN et L. ANDRÉ, *Precamb. Res.*, 38, 1988, p. 215-234.
- [15] L. CAHEN, *Precamb. Res.*, 18, 1982, p. 73-86.
- [16] R. T. LUBALA, B. MANTEKA, D. KAPENDA et A. B. KAMPUNZU, *4<sup>e</sup> Coll. Geol. Afr.*, Berlin, 1987, publication occasionnelle C.I.F.E.G., n° 12, 1987, p. 83-84.
- [17] M. P. COWARD, *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 104, 1981, p. 215-259.
- [18] F. BOUZOUYOU et R. TROMPETTE, *Bull. Soc. Géol. France*, 6, 1988, p. 889-896.
- [19] J.-P. VICAT et P. J. VELLUTINI, *Ann. Univ. Brazzaville*, 12-13, 1976-1977, p. 17-28.

J.-P. V. et M. C. : *Faculté des Sciences,*  
*Université de Bangui, B.P. n° 908, Bangui, Centrafrique;*  
 P. G. : *Faculté des Sciences, Université de Brazzaville, B.P. n° 69, Brazzaville, Congo;*  
 Y. A. : *O.R.S.T.O.M., 70-74, route d'Aulnay, 93140 Bondy;*  
 L. G. et P. B. : *Institut polytechnique,*  
*Université de Bangui, B.P. n° 1450, Bangui, Centrafrique.*

## EXPLICATIONS DE LA PLANCHE

Plan de situation (a) et carte géologique simplifiée (b). a.1 : zones affectées par les orogénèses pan-africaines ou plus récentes; 2 : cratons stable durant l'orogénèse pan-africaine; 3 : localisation des fossés d'effondrement. b. 1 : couverture phanérozoïque; 2 : couverture protérozoïque d'âge indifférencié; 3 : couverture d'âge protérozoïque supérieur de la chaîne ouest-congolienne; 4 : série de la Bouenza; 5 : séries de la Tillite inférieure, de la Louila, de la Tillite supérieure et séries équivalentes au Gabon, au Zaïre et en Angola; 6 : unités métamorphiques de l'axe de la chaîne ouest-congolienne; 7 : zone mobile centrafricaine; 8 : craton du Chaïllu; 9 : craton du Kasai affleurant ou masqué par la couverture phanérozoïque de la cuvette du Zaïre; 10 : principales intrusions basiques; 11 : limite gravimétrique du craton du Congo; 12 : axes gravimétriques négatifs; 13 : axes gravimétriques positifs; 14 : principaux accidents déduits des données géophysiques; 15 : localisation des zones où l'épaisseur de la couverture du craton dépasse 2500 m; 16 : localisation des zones où l'épaisseur de la couverture du craton est inférieure à 1000 m (A : horst de M'Bridge; B : horst de Kindamba; C : horst de Mossaka; D : horst de la Sangha; E : horst de Mbandaka; F : horst de Besankusu); 17 : localisation des zones à couverture phanérozoïque épaisse; 18 : failles reconnues (traits pleins) ou supposées (traits pointillés); 19 : décrochements; 20 : direction des plis d'âge pan-africaine. I : Ouest-congolien; II : Francevillien; III : système de l'Ogoué; IV : séries de Sembé-Ouessou; V : Lindien-Oubanguien; LB : linéament Lali-Bouenza; PC : plateau des Cataractes.

*Location (a) and geological sketch map (b). a. 1: areas reworked during the Pan-African or later events; 2: cratonic areas; 3: location of the basins. b. 1: Phanerozoic cover; 2: Proterozoic cover; 3: Upper Proterozoic cover of the West-Congolian belt; 4: Bouenza sequence; 5: Lower Tillite, Louila, Upper Tillite and equivalent sequences of Gabon, Zaïre and Angola; 6: metamorphic units of the West-Congolian belt; 7: Central African mobile area; 8: Chaïllu basement; 9: Kasai basement (exposed or buried under the Phanerozoic cover of the Zaïre basin); 10: major basic intrusive rocks; 11: gravity border of the Congo craton; 12: negative gravity trend; 13: positive gravity trend; 14: major faults according to geophysical data; 15: location of areas where the thickness of the craton cover is greater than 2,500 m; 16: location of areas where the thickness of the craton cover is less than 1,000 m (A: M'Bridge horst, B: Kindamba horst; C: Mossaka horst; D: Sangha horst; E: Mbandaka horst; F: Basankusu horst); 17: location of thick Phanerozoic cover area; 18: established (full line) or inferred (dotted line) faults; 19: transverse faults; 20: direction of the Pan-African folding. I: West-Congolian; II: Francevillian; III: Ogoué system; IV: Sembe-Ouessou sequence; V: Lindian-Oubanguian; LB: Lali-Bouenza lineament; PC: Plateau des Cataractes.*

