

CARACTÉRISATION D'UN BASSIN SÉDIMENTAIRE À L'AIDE D'UNE ANALYSE STRUCTURALE : CAS DU BASSIN GRÉSEUX DE L'INKISI AFFLEURANT À KINSHASA (RDC)

*Gloire Ganza Bamulezi
Toussaint Mugaruka Bibentyo
Espoir Mugisho Birhenjira*

Université Officielle de Bukavu, République Démocratique du Congo

Abstract

Structural analysis of data on the bedding planes orientation and oblique litages observed in the Inkisi sedimentary Basin flush in Kinshasa and its immediate surroundings has allowed to make the characterization of the basin. The paleocurrent orientation in origin of the setting up of sediments shows that the source of sediments (Chaillu Massif in Gabon) is located in the north of the basin, and the palaeoslope of the basin (10° - 20°) is not very hilly. These structural parameters obtained using the Win-tensor software (version 5 .0.2) have strengthened the hypothesis on the fluvio-deltaic nature of the basin which had been issued by Alvarez and his companions in 1995.

Keywords: Sedimentary basin, structural analysis, paleocurrent, fluvio-deltaic, Inkisi Basin, Kinshasa

Resume

L'analyse structurale des données relatives à l'orientation des plans de stratification et des litages obliques observés dans le bassin sédimentaire de l'Inkisi affleurant à Kinshasa et ses environs immédiats a permis la caractérisation dudit bassin. L'orientation des paléocourants à l'origine de la mise en place des sédiments prouve que la zone source des sédiments (massif du Chaillu au Gabon) se situe au nord du bassin, et que la paléopente de ce dernier (10° - 20°) n'est pas fort accidentée. Ces paramètres structuraux obtenus à l'aide du Logiciel Win-tensor (version 5 .0.0) ont permis de renforcer l'hypothèse relative à la nature fluvio-deltaïque du bassin qui avait été émise par Alvarez ses compagnons en 1995.

Mots clés: Bassin sédimentaire, analyse structurale, paléocourant, fluvio-deltaïque, Inkisi, Kinshasa

Introduction

Le bassin de l’Inkisi d’âge paléozoïque qui affleure à Kinshasa et ses environs immédiats est constitué d’arénite feldspathique (arkose) rouge violacée, localement verdâtre, avec des galets de roches diverses (Alvarez P. et al, 1995). Ces roches affleurent aux cotes 275 m à la sortie du Pool Malebo à l’ouest de la ville, et à 300 m à N’djili-Brasserie à l’est de la ville de Kinshasa. Ces sont des sédiments silico-clastiques du Groupe Ouest-Congolien appartenant à la chaîne panafricaine Ouest-Congo (Tack L., et al, 2001).

Cette formation gréseuse de l’Inkisi constituant le terrain de soubassement de la région de Kinshasa a été pendant longtemps sujette à discussions. Si la plupart des scientifiques s’accordent actuellement sur son appartenance au Paléozoïque, il n’en demeure pas moins vrai que la caractérisation de l’environnement sédimentologique a alimenté des débats scientifiques. Jadis interprétée comme étant une molasse tardi-panafricaine (Nicolini, 1959), cette formation gréseuse est actuellement considérée comme un édifice fluvio-deltaïque mis en place dans un bassin en extension rattaché à l’épisode Karoo.

L’analyse structurale des données relatives à l’orientation des plans de stratification (S_0) et des litages obliques (plans et/ou arqués) observés dans cette formation gréseuse a servi en la détermination des paléourants à l’origine de la mise en place des sédiments ainsi qu’en la caractérisation du bassin sédimentaire.

Localisation et cadre géologique du secteur d’étude

Encadrée entre 15,2 et 16,6 degrés de longitude Est, et entre 3,9 et 5,1 degrés de latitude Sud, la ville province de Kinshasa, capitale de la République Démocratique du Congo, a une superficie d’environ 9.984,5 km² (Wetshondo O. 2012). Kinshasa est le principal centre administratif, culturel et économique du pays et l’une de plus grandes villes d’Afrique subsaharienne. Ses limites géographiques sont :

- la province de Bandundu au nord-est et à l’est ;
- la province de Bas-Congo au sud et au sud-ouest ;
- le fleuve Congo (au niveau du Pool Malebo), frontière naturelle avec la République du Congo (Brazaville) à partir du Pool Malebo à l’ouest et nord-ouest.

Les sites visités à Kinshasa et dans les environs immédiats qui présentent les affleurements de grès de l’Inkisi sont pour la plupart, les

carrières d'exploitation industrielle ou artisanale du grès comme matériau de construction. Il s'agit de :

1. la carrière artisanale de KINSUKA
2. la carrière artisanale IMMOTEX
3. la carrière de Mont-Ngafula
4. CARRIGRES
5. La carrière de l'île de MIMOSAS
6. CAGRESSA
7. la carrière artisanale N'djilwa
8. CREC 08
9. la carrière de SAFRICAS à LUTENDELE
10. plusieurs berges du fleuve Congo et de la rivière N'djili.

La lithostratigraphie de la ville de Kinshasa et ses environs immédiats à été dressée par A. Egoroff (1955) à l'aide des données de 1 119 sondages exécutés dans la région, dont :

- 224 ont atteint le grès de l'Inkisi ;
- 30 ont atteint le grès marneux ;
- 113 ont atteint le grès tendre ;
- 220 ont été arrêtés dans les sables grossiers ;
- 74 ont été arrêtés dans les sables kaolineux
- 438 sondages restants n'ont pas présenté un intérêt quelconque en vue de l'étude du sous-sol car trop superficiels.

Ainsi, cette lithostratigraphie se présente de la manière suivante de haut en bas :

1. Alluvions récentes du fleuve Congo et des rivières
2. Sables de la Lemba (Epaisseur : de 0 à 10m)
Ravinement
3. Limons : sable fin à moyen, argileux, brun ou orangé (Epaisseur : de 0 à 30m)
Ravinement
4. Sables kaolineux (Epaisseur : de 0 à 8m)
Ravinement
5. Sables fins à très grossiers, graveleux, ravinant les termes 6 à 8, souvent même le grès de l'Inkisi. Age : post-grès polymorphe (Epaisseur : de 0 à plus de 25m)
Ravinement
6. Grès polymorphe. Silicifications vers le sommet du grès tendre (voir N°7), en bancs ou lentilles (Epaisseur 0.5 à 2m au maximum)
7. Grès tendres beiges, rosés ou blanchâtres, sans micas ni fossiles
Age indéterminé (Epaisseur : environ 30m)

Discordance

8. Grès marneux, grès argileux et schistes gréseux à deux micas, calcareux, rouges ou verts, parfois bleus, souvent fossilifères (phyllopoques, écailles des poissons) Age : Méso-cénozoïque (Épaisseur : de 10 à 15m)

Discordance

9. Socle schisto-gréseux : grès de l’Inkisi

Il en résulte que la lithostratigraphie de Kinshasa comprend deux grands ensembles formés des terrains de couverture et ceux de soubassement (Tack L. et al, 2001).

Les terrains de couverture

Les terrains de couverture regroupent les formations du Quaternaire, du Cénozoïque et celles du Mésozoïque.

Les formations du Quaternaire vont de Holocène à Pléistocène, et sont constituées des alluvions de fond des vallées, de basses et de moyennes terrasses. On trouve ensuite les sables de la Lemba, les limons, les colluvions, les sables fins à très grossiers et les sables kaolineux de couleur gris clair à jaune ocre. Ils proviennent en grande partie du remaniement, au Pliocène et au Pléistocène, de la série de sables ocre et de la série de grès polymorphes.

Les formations du Cénozoïque sont composées de deux séries :

- la série de sables ocre (0-30m) du Néogène (Kalahari supérieur) qui renferment des roches meubles à peine cohérentes, constituées des sables très fins mal classés, de teinte gris-claire en surface, jaune ocre à rouge dans la masse et peu argileux ;
- la série de grès polymorphes (0-2m) du Paléogène (Kalahari inférieur) qui comprend les sables, les meulière (grès polymorphes) et les calcaires. Cette série représente le sommet silicifié du grès tendre d’épaisseur irrégulière ne dépassant pas 2 mètres et se présentant en dalles étendues, fissurées et ravinees au sommet.

Quant aux formations du Mésozoïque, elles comprennent :

- les grès tendres (0-30 m) du Crétacé de couleur généralement blanchâtre. A d’autres endroits, on a des grès tendres qui sont rouges à jaune violacé, mauves ou diversement colorés, souvent à galets, rares argilites rouges ou brunes et conglomératiques à la base. On trouve aussi le grès crétacique indifférencié dont la limite est encore mal connue ;
- les grès marneux (0-15m) du Jurassique supérieur qui se trouveraient sur la plaine de Kinshasa ; ils contiennent des grès tendres et des argiles plus ou moins schisteuses qui ont montré la présence de quelques fossiles.

Les terrains de soubassement

Les terrains de soubassement sont constitués par le bassin gréseux de l’Inkisi faisant partie des ensembles géologiques entourant la cuvette centre du Congo (figure 1).

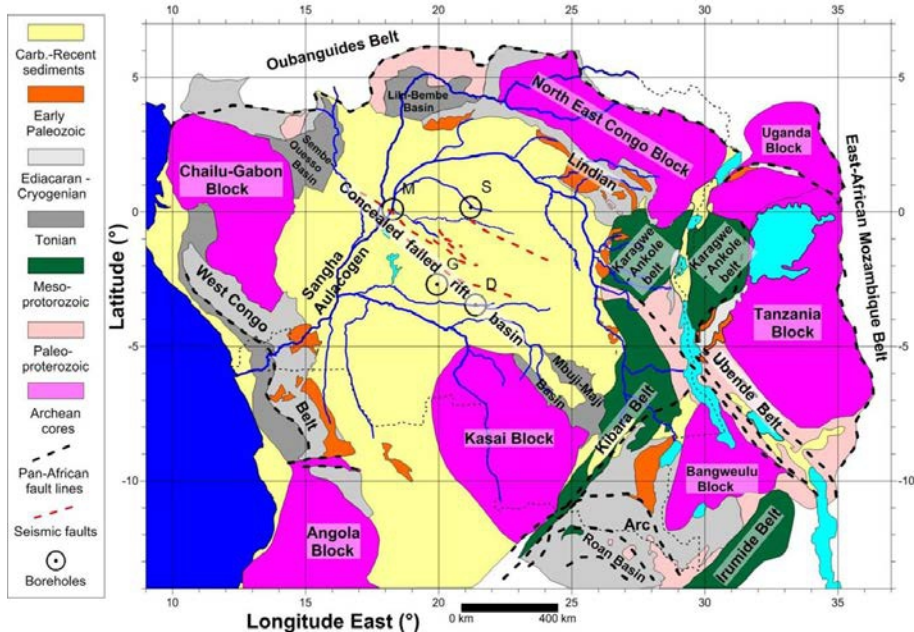
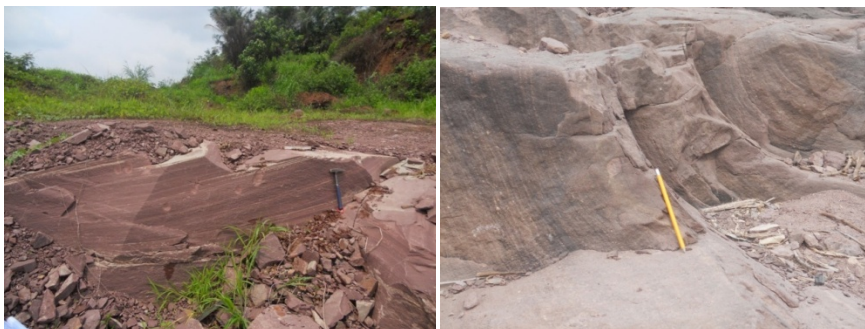


Figure 1 : Position de la formation de l’Inkisi en orange (-5°Latitude, 15°Longitude) (Kadima et al, 2011).

Materiels et methodes

Les orientations de 47 couples de plans de stratification (S_0) et de litages (figure 2) ont été prises à l’aide d’une boussole de géologue. Ces litages sont généralement obliques plans et par endroits, obliques arqués. Ces structures sédimentaires se présentent en lits inclinés appelés fore-sets (Valadas P. et al, 1995), parfois tapissés de chlorite.



A : litages obliques plans B : litages obliques arqués

Figure 2 : litages observés dans le grès de l’Inkisi

A chaque station dont les coordonnées géographiques ont été prélevées à l'aide d'un GPS, correspond un couple de mesures structurales comme l'indique le tableau ci-dessous.

Tableau I : Mesures d'Orientations des plans

| N° | Latitude | Longitude | Stratification principale (direction/pendage) | Litage oblique (direction/pendage) |
|----|-------------|--------------|--|---------------------------------------|
| 1 | 4°28'21,7'' | 15°20'57,7'' | N130°/2°NE | N60°/15°SE |
| 2 | 4°20'24,4'' | 15°12'52,1'' | N148°/5°SW | N102°/18°SSW |
| 3 | 4°20'24,4'' | 15°12'52,1'' | N148°/5°SW | N104°/16°SSW |
| 4 | 4°20'24,4'' | 15°12'52,1'' | N148°/5°SW | N93°/13°SSW |
| 5 | 4°25'30,3'' | 15°09'05,1'' | N02°/2°WNW | N145°/12°SW |
| 6 | 4°25'30,3'' | 15°09'05,1'' | N02°/2°WNW | N122°/10°SW |
| 7 | 4°25'28,9'' | 15°09'05,3'' | N02°/2°WNW | N125°/14°SW |
| 8 | 4°25'24,9'' | 15°08'32,7'' | N99°/6°NNE | N32°/15°SE |
| 9 | 4°25'24,9'' | 15°08'32,7'' | N99°/6°NNE | N33°/16°SE |
| 10 | 4°25'23,6'' | 15°08'34,6'' | N99°/6°NNE | N40°/26°SE |
| 11 | 4°25'23,6'' | 15°08'34,6'' | N99°/6°NNE | N113°/18°SSW |
| 12 | 4°25'23,6'' | 15°08'34,6'' | N99°/6°NNE | N135°/19°SW |
| 13 | 4°25'23,6'' | 15°08'34,6'' | N99°/6°NNE | N146°/22°SW |
| 14 | 4°25'23,6'' | 15°08'34,6'' | N99°/6°NNE | N59°/25°SE |
| 15 | 4°25'24,6'' | 15°08'35,6'' | N99°/6°NNE | N98°/15°SSW |
| 16 | 4°20'13,1'' | 15°12'46,8'' | N66°/5°SE | N133°/15°SW |
| 17 | 4°20'13,1'' | 15°12'46,8'' | N150°/4°SW | N33°/28°SE |
| 18 | 4°20'11,7'' | 15°12'44,2'' | N156°/8°SW | N158°/15°SW |
| 19 | 4°20'11,7'' | 15°12'44,2'' | N156°/8°SW | N143°/19°SW |
| 20 | 4°20'12,1'' | 15°12'38,8'' | N105°/3°SSW | N135°/18°SW |
| 21 | 4°20'10,1'' | 15°12'40,3'' | N72°/5°SE | N95°/15°SSW |
| 22 | 4°20'10,1'' | 15°12'40,3'' | N72°/5°SE | N103°/15°SSW |
| 23 | 4°20'10,1'' | 15°12'40,3'' | N72°/5°SE | N104°/15°SSW |
| 24 | 4°20'03,9'' | 15°12'42,7'' | N78°/6°NW | N60°/13°SE |
| 25 | 4°20'03,2'' | 15°12'42,9'' | N78°/6°NW | N77°/20°SE |
| 26 | 4°20'00,7'' | 15°12'43,4'' | N25°/1°NW | N49°/20°SE |
| 27 | 4°19'55,9'' | 15°12'42,4'' | N160°/2°NE | N160°/14°SW |
| 28 | 4°19'41,9'' | 15°13'03,6'' | N169°/13°SW | N168°/25°SW |
| 29 | 4°19'41,9'' | 15°13'03,6'' | N169°/13°SW | N148°/26°SW |
| 30 | 4°19'41,9'' | 15°13'03,6'' | N169°/13°SW | N143°/36°SW |
| 31 | 4°19'41,9'' | 15°13'03,6'' | N169°/13°SW | N148°/40°SW |
| 32 | 4°19'41,9'' | 15°13'03,6'' | N169°/13°SW | N150°/65°SW |
| 33 | 4°19'41,9'' | 15°13'03,6'' | N169°/13°SW | N164°/87°SW |
| 34 | 4°19'38,0'' | 15°13'12,3'' | N166°/4°SW | N115°/23°SW |
| 35 | 4°19'38,5'' | 15°13'13,7'' | N166°/4°SW | N75°/25°SE |
| 36 | 4°19'38,5'' | 15°13'13,7'' | N166°/4°SW | N33°/25°SE |
| 37 | 4°19'38,5'' | 15°13'13,7'' | N158°/6°SW | N120°/20°SW |
| 38 | 4°19'39,7'' | 15°13'26,1'' | N160°/3°SW | N55°/18°SE |
| 39 | 4°19'39,7'' | 15°13'26,1'' | N160°/3°SW | N50°/19°SE |
| 40 | 4°19'39,7'' | 15°13'26,1'' | N160°/3°SW | N44°/20°SE |
| 41 | 4°22'06,8'' | 15°10'57,1'' | N89°/6°SSE | N63°/12°SE |
| 42 | 4°22'07,4'' | 15°10'58,2'' | N89°/6°SSE | N97°/23°SSW |
| 43 | 4°22'07,4'' | 15°10'58,2'' | N89°/6°SSE | N118°/20°SW |
| 44 | 4°22'07,6'' | 15°10'58,2'' | N168°/2°SW | N99°/15°SSW |
| 45 | 4°19'44,2'' | 15°13'38,5'' | N128°/9°SW | N17°/10°SE |
| 46 | 4°19'44,2'' | 15°13'38,5'' | N128°/9°SW | N111°/14°SW |
| 47 | 4°19'44,2'' | 15°13'38,5'' | N95°/5°SSW | N165°/10°SW |

Le logiciel Win-tensor version 5.0.2 : interactive program for paleostress reconstruction designed by Damien Delvaux (Delvaux D., 2010) a permis de faire l'analyse structurale de données contenues dans le tableau ci-haut en vue d'orienter les paléocourants dans les formations gréseuses de l'Inkisi. En premier lieu, ce traitement consiste en la détermination pour chaque station, de la ligne d'intersection entre la stratification principale (S_0) et le litage oblique. Ensuite, il s'agit de trouver la perpendiculaire à la ligne d'intersection trouvée précédemment (figure 3). L'orientation de cette perpendiculaire correspond à celle du paléocourant recherché à cette station.

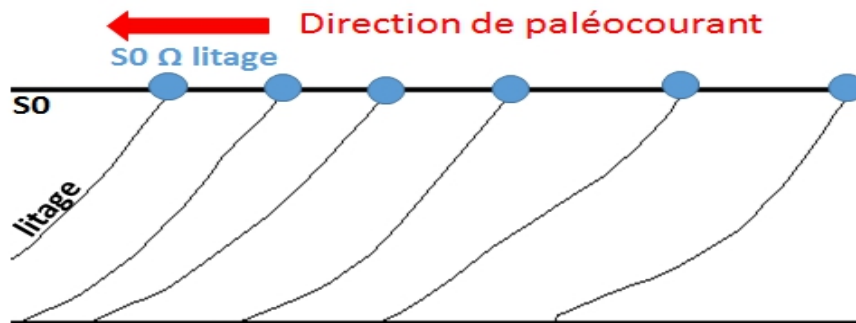


Figure 3 : Sens de paléocourant à partir de l'orientation la stratification et du litage

Resultats

Les résultats suivants ont été obtenus :

- la direction et le plongement de 47 lignes de paléocourant (tableau II) ;

Tableau II : Orientations des paléocourants

| N° | Latitude | Longitude | Ligne de courant (direction/plongement) |
|----|-------------|--------------|--|
| 1 | 4°28'21,7'' | 15°20'57,7'' | N157°/16°SE |
| 2 | 4°20'24,4'' | 15°12'52,1'' | N179°/15°SSE |
| 3 | 4°20'24,4'' | 15°12'52,1'' | N179°/13°SSE |
| 4 | 4°20'24,4'' | 15°12'52,1'' | N161°/11°SE |
| 5 | 4°25'30,3'' | 15°09'05,1'' | N49°/10°SW |
| 6 | 4°25'30,3'' | 15°09'05,1'' | N11°/10°SW |
| 7 | 4°25'28,9'' | 15°09'05,3'' | N28°/13°SW |
| 8 | 4°25'24,9'' | 15°08'32,7'' | N139°/18°SE |
| 9 | 4°25'24,9'' | 15°08'32,7'' | N139°/19°SE |
| 10 | 4°25'23,6'' | 15°08'34,6'' | N139°/30°SE |
| 11 | 4°25'23,6'' | 15°08'34,6'' | N20°/12°SW |
| 12 | 4°25'23,6'' | 15°08'34,6'' | N29°/8°SW |
| 13 | 4°25'23,6'' | 15°08'34,6'' | N47°/17°SW |
| 14 | 4°25'23,6'' | 15°08'34,6'' | N156°/30°SE |
| 15 | 4°25'24,6'' | 15°08'35,6'' | N08°/21°SSW |
| 16 | 4°20'13,1'' | 15°12'46,8'' | N62°/14°SW |
| 17 | 4°20'13,1'' | 15°12'46,8'' | N117°/26°SE |
| 18 | 4°20'11,7'' | 15°12'44,2'' | N70°/7°SW |
| 19 | 4°20'11,7'' | 15°12'44,2'' | N44°/11°SW |
| 20 | 4°20'12,1'' | 15°12'38,8'' | N50°/15°SW |

| | | | |
|----|-------------|--------------|-------------|
| 21 | 4°20'10,1'' | 15°12'40,3'' | N15°/11°SW |
| 22 | 4°20'10,1'' | 15°12'40,3'' | N26°/11°SW |
| 23 | 4°20'10,1'' | 15°12'40,3'' | N27°/11°SW |
| 24 | 4°20'03,9'' | 15°12'42,7'' | N155°/19°SE |
| 25 | 4°20'03,2'' | 15°12'42,9'' | N167°/26°SE |
| 26 | 4°20'00,7'' | 15°12'43,4'' | N138°/19°SE |
| 27 | 4°19'55,9'' | 15°12'42,4'' | N70°/16°SW |
| 28 | 4°19'41,9'' | 15°13'03,6'' | N77°/25°SW |
| 29 | 4°19'41,9'' | 15°13'03,6'' | N41°/15°SW |
| 30 | 4°19'41,9'' | 15°13'03,6'' | N42°/25°SW |
| 31 | 4°19'41,9'' | 15°13'03,6'' | N50°/28°SW |
| 32 | 4°19'41,9'' | 15°13'03,6'' | N57°/65°SW |
| 33 | 4°19'41,9'' | 15°13'03,6'' | N74°/74°SW |
| 34 | 4°19'38,0'' | 15°13'12,3'' | N17°/21°SSW |
| 35 | 4°19'38,5'' | 15°13'13,7'' | N157°/24°SE |
| 36 | 4°19'38,5'' | 15°13'13,7'' | N118°/22°SE |
| 37 | 4°19'38,5'' | 15°13'13,7'' | N17°/16°SSW |
| 38 | 4°19'39,7'' | 15°13'26,1'' | N137°/17°SE |
| 39 | 4°19'39,7'' | 15°13'26,1'' | N132°/17°SE |
| 40 | 4°19'39,7'' | 15°13'26,1'' | N127°/18°SE |
| 41 | 4°22'06,8'' | 15°10'57,1'' | N132°/7°SE |
| 42 | 4°22'07,4'' | 15°10'58,2'' | N10°/17°SSW |
| 43 | 4°22'07,4'' | 15°10'58,2'' | N39°/15°SW |
| 44 | 4°22'07,6'' | 15°10'58,2'' | N02°/15°SSW |
| 45 | 4°19'44,2'' | 15°13'38,5'' | N141°/7°NW |
| 46 | 4°19'44,2'' | 15°13'38,5'' | N15°/10°SSW |
| 47 | 4°19'44,2'' | 15°13'38,5'' | N104°/10°NW |

- la représentation de 47 lignes de courant sur le canevas de Wulff/hémisphère inférieure (figure 4) ;

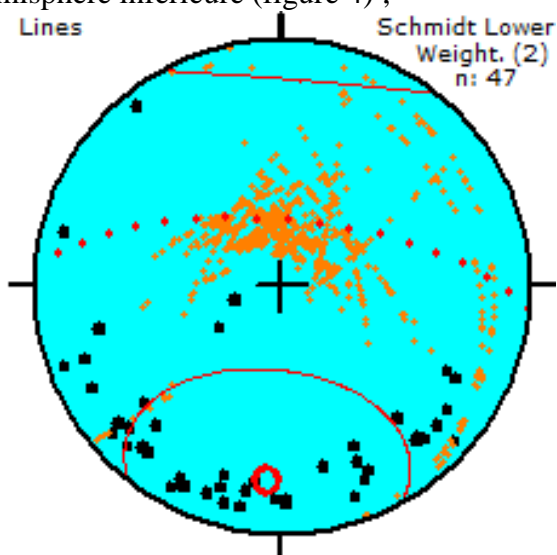


Figure 4 : 47 lignes de paléocourant sur canevas de schmidt/hémisphère inférieure (points noirs sont paléocourants)

- une représentation statistique des azimuts de 47 lignes de courant sur la rosace de fréquence (figure 5) ;

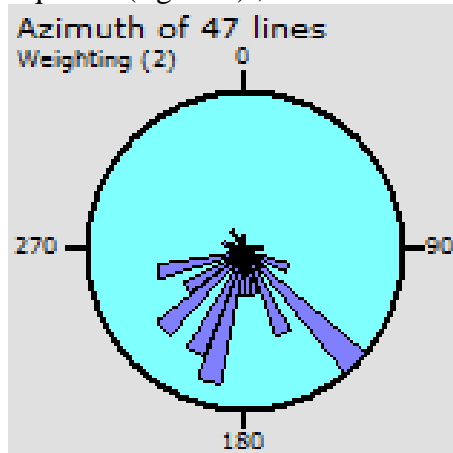


Figure 5 : Azimuts de 47 lignes de courant sur la rosace de fréquence

- une représentation statistique des plongements de 47 lignes sur la rosace de fréquence. La classe modale se trouvant entre 15° et 20° (figure 6).

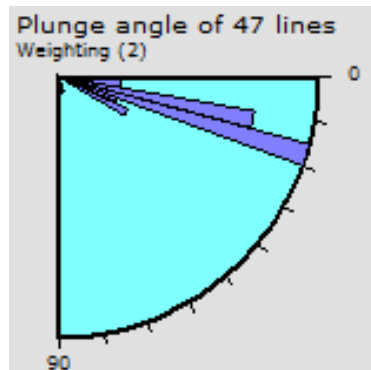


Figure 6 : Plongements de 47 lignes de courant sur la rosace de fréquence

Discussion et conclusion

En analysant les résultats obtenus, il ressort que l'orientation des paléocourants indique une mise en place des sédiments à partir d'une source située au Nord. Ceci conforte l'hypothèse d'une alimentation du bassin à partir du socle du Chaillu (au Gabon), fortement latéritisé, vraisemblablement surélevé et basculé vers les sud (figure 7) (Alvarez et al, 1995).

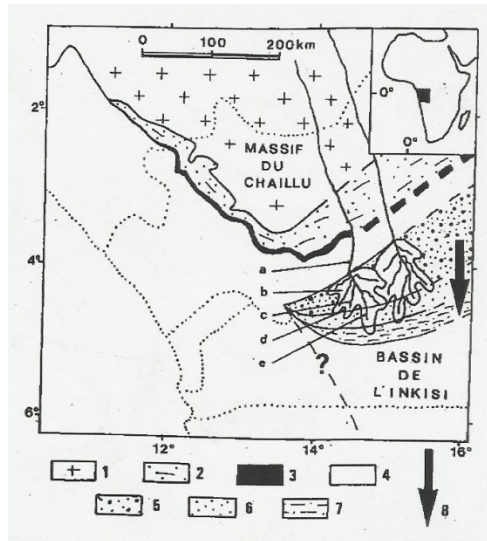


Figure 7 : Paléogéographie idéalisée du bassin fluvio-deltaïque de l'Inkisi :a-fleuve ; b- plaine deltaïque ; c-chenal distributeur de la plaine deltaïque ; d-baie ; e-chenal d'embouchure du front du delta ;1-socle granito-gneissique ; 2-Formation grésosfeldspathique ; 3-Formation de la diamicite supérieure ; 4-Soubassement anté-Inkissi ;5-7 Edifice deltaïque de la formation de l'Inkisi ; 5-Sables fins à grossiers de la laine alluviale ; 6-Sables moyens à fins du cône deltaïque ;7-argilites sableuses du prodelt ;8-Direction de progradation deltaïque (Alvarez P. et al., 1995).

Toutefois, une dispersion de ces lignes de courant ancien est remarquable ; certains sont orientés NE-SW et d'autres NW-SE. Ces deux orientations correspondraient à une échelle réduite, aux directions des méandres qui caractérisent souvent les milieux deltaïques. Cette hypothèse est confortée par les valeurs faibles de plongement comprises entre 10 et 20°, et qui attestent que le paléorelief du bassin ne présente pas une paléopente fort accidentée. En effet, les méandres se développent lorsque la topographie (pente) du bassin ne permet pas un écoulement unidirectionnel.

En conclusion, il ressort de cette étude que l'analyse structurale des paléocourants dans le bassin de l'Inkisi corrobore l'hypothèse d'un édifice fluvio-deltaïque d'Alvarez et ses compagnons (1995), tout en réfutant celle d'une molasse continentale tardi-panafricaine énoncée par Nicolini P. (1959).

References:

- Alvarez P ; Maurin, J.C. Et Vicat J.P. (1995). La formation de l'Inkisi (Supergroupe Ouest-congolien) en Afrique Centrale (Congo et Zaïre) : un delta d'âge Paléozoïque comblant un bassin en extension. *Journal of African Earth Sciences*, vol.20, n°2, pp 119-131.
- Delvaux, D. (2010). Tectonic stress Inversion (Win-tensor user guide) (unpublished).

- Egoroff, A. (1955): Esquisse géologique provisoire du sous sol de Léopoldville d'après les données de sondage. Service géologique du Congo-Ruanda-Urundi.
- Kadima, E., Delvaux, D., Sebagenzi, S.N., Tack, L., Kabeya, M. (2011). Structure and geological history of the Congo Basin: An integrated interpretation of gravity, magnetic and reflection seismic data. *Basin Research* 23, 499-527
- Nicolini, P. (1959). Le synclinal de la Nyanga (Zone de la boucle du Niari). Contribution à l'étude de la minéralisation stratiforme du Moyen-Congo. *Bulletin Direction Mines Géologie, A.E.F.*10.178p
- Tack L., Wingate M.F.D., Liegeois J.P., Fernandez- Alonzo M., Deblond A. (2001). Early Neoproterozoic magmatism (1000 à 490 Ma) of the Zadinian and Mayumbian Groupe (Bas-Congo) on set of Rodinia rifting at the western edge of the Congo craton. *Precambrien research*.
- Valadas, B. (2004). Géomorphologie dynamique. Ed. Armand Colin, Paris.
- Wetshondo, O.D. (2012). Caractérisation et valorisation des matériaux argileux de la Province de Kinshasa (RDC). Thèse Université de Liège, Belgique.