

Les sous-groupes Schisto-calcaire et de la Mpioka dans la chaîne panafricaine West-Congo: Témoins de l'évolution paléoclimatique post-Cryogénien, Province du Kongo Central, R.D. Congo

[The Schisto-limestone and Mpioka subgroups in the Pan-African West-Congo chain: Witnesses of post-Cryogenic paleoclimatic evolution, Kongo Central Province, D.R. Congo]

L. O. Tuema, M. J. A. Makutu, M. T. Kanika, and C. M. E. Cibambula

Université de Kinshasa, Faculté des Sciences, Département des Géosciences/Géologie, Post Office Box 190, Kinshasa XI, RD Congo

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Above the upper Diamictite of West Congolian Group, carbonate rocks of the Schisto-Calcaire Subgroup are superimposed, topped by the Bangu-Niari conglomerates and the Mpioka formations. Just as lithology varies from low to high, climates change regularly during sedimentation. By the presence of evaporites and bioherms of *Collenia* and *Cryptozoon* in the Kwilu and Lukunga formations, the Schisto-Calcaire Subgroup is characterized by a hot and arid climate developed in the Ediacaran after the glaciation of the Marinoen (635 Ma). The coarser-filled hollows than the grains of the substratum, the clast-to matrix-supported structures and the nature of its moderately misclassified clasts in large volumes of clays and silt indicate that the Bangu-Niari conglomerate has developed in a periglacial environment during the Terneuvien. The granular and repeated bedding of shales from the Lower and Upper Mpioka formations of Cambro-Ordovician age is reminiscent of the varval rhythms of periglacial lakes. These various previous elements show that after the non-longitudinal Marine Snowball, the Congo-Sao Francisco megacraton successively underwent a dry tropical climate and a temperate climate of proglacial regions.

KEYWORDS: Upper Diamictite, Schisto-Calcaire, conglomerate, climate, hot, evaporites, bioherms, glaciation, Marinoen, palaeoenvironment, periglacial, granular and repeated bedding, varval rhythms, Congo-Sao Francisco megacraton.

RESUME: Au-dessus de la Diamictite supérieure du Groupe Ouest-Congolien, se superposent les roches carbonatées du Sous-groupe Schisto-Calcaire surmontées par les conglomérats de Bangu-Niari et les formations de la Mpioka. Tout comme la lithologie varie de bas en haut, les climats changent régulièrement lors de la sédimentation. Par la présence des évaporites et des biohermes à *Collenia* et à *Cryptozoon* dans les formations de Kwilu et de Lukunga, le Sous-groupe Schisto-Calcaire est caractérisé par un climat chaud et aride développé à l'Ediacarien après la glaciation du Marinoen (635 Ma). Les creux à remplissage plus grossier que les grains du substratum, les structures clast- à matrix-supported et la nature de ses clastes modérément mal classés dans des grands volumes d'argiles et de silt indiquent que le conglomérat de Bangu-Niari s'est développé dans un paléomilieu périglaciaire au cours du Terneuvien. Le litage granoclassé et répété de shales des formations de la Basse- et de la Haute-Mpioka d'âge Cambro-Ordovicien rappelle celui des rythmites varvaires des lacs d'environnement périglaciaire. Ces différents éléments précédents montrent qu'après le Snowball marinoen non latitudinal, le mégacraton du Congo-Sao Francisco a successivement subi un climat tropical sec et un climat tempéré de régions proglaciaires.

MOTS-CLEFS: Diamictite supérieure, Schisto-calcaire, conglomérat, climat, chaud, évaporites, biohermes, glaciation, Marinoen, paléomilieu, périglaciaire, litage granoclassé, rythmites varvaires, mégacraton du Congo-Sao Francisco.

1 INTRODUCTION

L'évolution climatique du Cryogénien (850 à 635 Ma) est très particulière, surtout à cause du plus grand nombre d'épisodes glaciaires dont les trois principaux bien connus sont: la glaciation de Kaigas entre 750-740Ma, la glaciation du Sturtien datée à 717,4-711,5 Ma et la glaciation du Marinoen à 635,5 Ma. L'universalité de ces épisodes glaciaires fait penser à l'existence de la glace couvrant tous les océans. Cette hypothèse de la Terre, une boule de neige (Snowball earth model) énoncée par Hoffmann et al. (1998) a été développée en réponse à la preuve paléomagnétique irréfutable de la glaciation de basse latitude obtenue sur les formations de Nantuo en Chine ($636,3 \pm 4,9\text{Ma}$) et de Gaub ($635,5 \pm 0,6 \text{Ma}$) en Namibie.

Les dépôts de carbonates consécutifs à ces épisodes glaciaires témoignent des changements climatiques qui s'en sont suivis. Dans le Groupe Ouest-Congolien, la Formation de la Diamictite supérieure datant du Marinoen est surmontée du Sous-groupe Schisto-Calcaire sous-jacent lui-même aux dépôts très épais du conglomérat de Bangu-Niari et grés-argileux des formations de la Basse- et de la Haute-Mpioka (Fig.1). Les climats étant les moteurs de la sédimentation tant au niveau de la production des particules que du transport et de la mise en place de celles-ci, la question est de savoir lesquels ont régi cette variation des dépôts postérieurement au snowball cryogénien ? La réponse à cette question est rendue possible par un examen minutieux de toutes les caractéristiques minéralogiques, sédimentologiques, lithologiques, tectoniques ou paléontologiques susceptibles de fournir une explication d'ordre paléoclimatique sur des échantillons collectés au cours des campagnes de terrain effectuées entre 2010 et 2016 dans le degré carré de Ngungu compris entre 5° et 6° de latitude Sud et entre 14° et 15° de longitude Est (Fig.2).

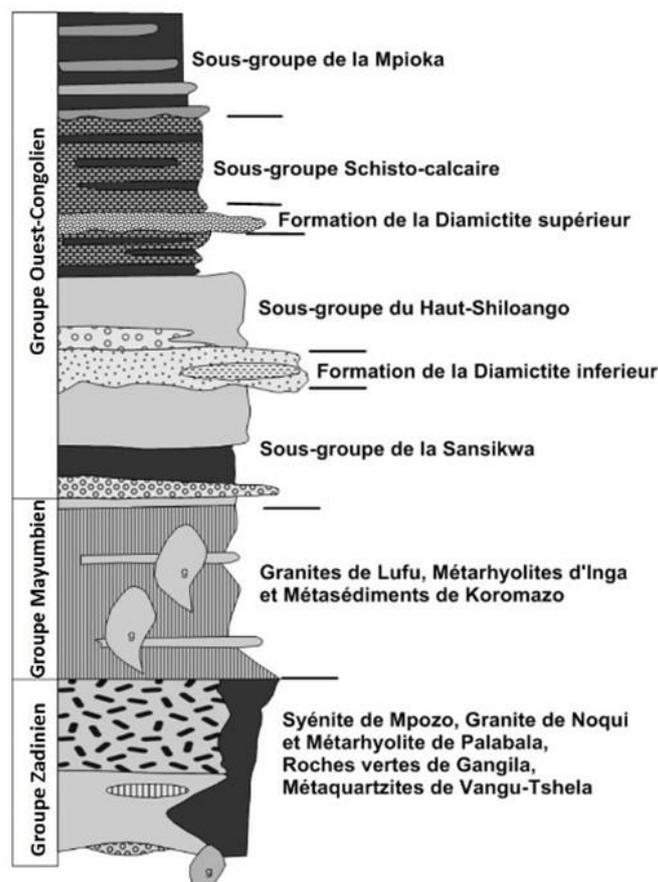


Fig. 1. Log lithostratigraphique du Supergroupe West-Congo (Pedrosa-Soares et al., 2008)

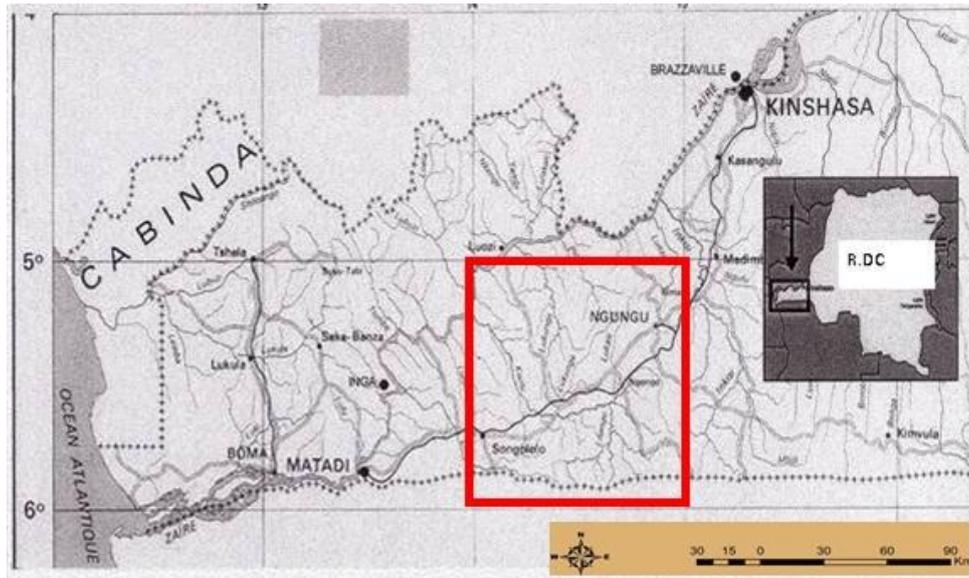


Fig. 2. Localisation du degré carré de Ngungu

2 DESCRIPTION DES ROCHES

2.1. Dans le Sous-groupe Schisto-Calcaire, quelques faciès montrent des évaporites et de pseudomorphoses d'évaporites. Trois faciès sont présentés à titre d'exemple, à savoir :

- Le calcaire grossièrement lité de Bangu-Langa qui renferme des cristaux de calcite en forme de croix de saint André englobés dans une matrice micritique (photo 1);
- La dolomie interstratifiée de la grotte Bangu-Langa qui est constituée des cristaux de calcite en forme de fer de lance (photo 2) et des cristaux prismatiques allongés de calcite (photo 3) englobés dans une matrice dolomicritique;
- Le calcaire stromatolitique du camp JVL au sud-est de Mbanza-Ngungu présentant un agencement vertical des formes *Collenia* L.L.H-S et *Cryptozoon* S.H-C (photo 4) et de forme *Cryptozoon* S.H-V (photo 5) si l'on se réfère aux terminologies de Logan et al., (1964).

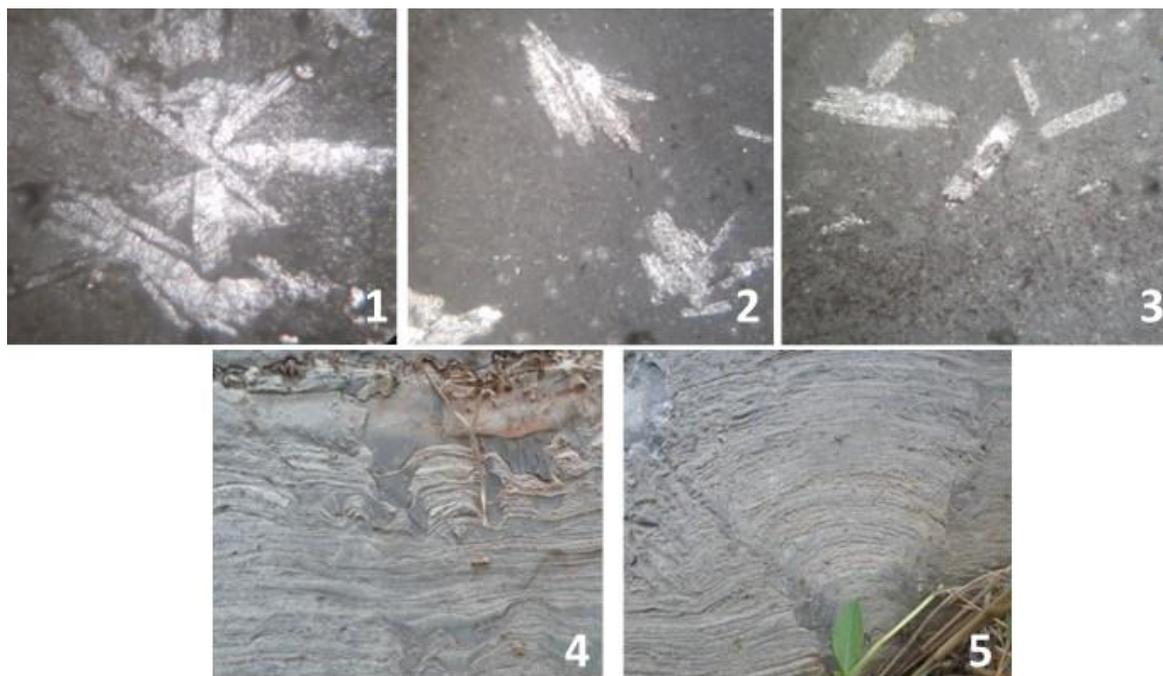


Photo 1. Cristaux de calcite en forme de croix de saint André dans une matrice micritique.

Photo 2. Cristaux de calcite en forme de fer de lance dans une matrice dolomiticritique.

Photo 3. Cristaux prismatiques de calcite.

Photo 4. Agencement vertical des formes *Collenia* L.L.H-S et *Cryptozoon* S.H-C.

Photo 5. Forme *Cryptozoon* S.H-V.

2.2. Dans la Formation du conglomérat de Bangu-Niari affleurant au bas de la falaise, communément appelée « Massif de Bangu », on observe divers faciès :

- Un conglomérat à matrice calcaire de couleur grise englobant des clastes calcaires et chertueux plus ou moins dispersés. Ces clastes arrondis, subarrondis et subanguleux sont souvent disposés en structure rotationnelle autour des clastes émoussés (photo 6);
- Un conglomérat à matrice argilo-gréseuse de couleur rouge englobant des clastes anguleux à subanguleux, subarrondis et allongés de couleur grisâtre et blanchâtre; le granoclassement vertical cyclique confère à la roche un litage. Dans certains lits, les clastes sont imbriqués et dispersés tandis que dans d'autres, ils sont jointifs (photo 7);
- Un conglomérat montrant une intercalation des lits de shale épais d'un centimètre; dans la partie inférieure, ce conglomérat montre un granoclassement impur; les clastes calcaires de couleurs grisâtre et noirâtre sont arrondis, subanguleux à anguleux et parfois en baguettes subanguleuses de quelques millimètres à 2 centimètres de long. Ces clastes sont englobés dans une matrice argilo-calcaire de couleur grisâtre. Dans la partie supérieure, les clastes subarrondis à subanguleux de couleurs grisâtre et noirâtre sont englobés dans une matrice de couleur gris verdâtre; les plans de litage montrent parfois des creux à remplissages grossiers (photo 8).

2.3. Dans la Formations de la Basse- et de la Haute-Mpioka visibles vers le haut du Massif de Bangu et sur le plateau de même nom, on observe :

- Des shales finement lités de couleur rouge; les lits généralement continus vers le bas de la roche deviennent lenticulaires vers le haut; de rares lentilles silteuses ou argileuses s'intercalent parmi les lits argileux ou silteux (Photo 9);
- Des shales finement lités de couleur blanc-brun; le litage se traduit par une alternance des lits argileux de couleur brune avec des lits silteux de couleur blanchâtre; par leur épaissement, les uns prédominent sur les autres; on note parfois des lentilles silteuses; vers le haut, les lits argileux devenus rares de forme lenticulaire et en biseaux, et les lits silteux s'entrecroisent; on observe également des creux sur les plans de litage (Photo 10);

- Au microscope, les shales finement lités de couleur rouge (WN9) montrent des lits plans parfaitement granoclassés de siltites sableuses, des siltites argileuses et des argilites; quand l'argile est abondante, la limite entre les lits est presque plane et nette; les fines paillettes de muscovite et de biotite sont disposées parallèlement au litage; on note aussi la présence des micro-creux sur les argilites (Photo 8).

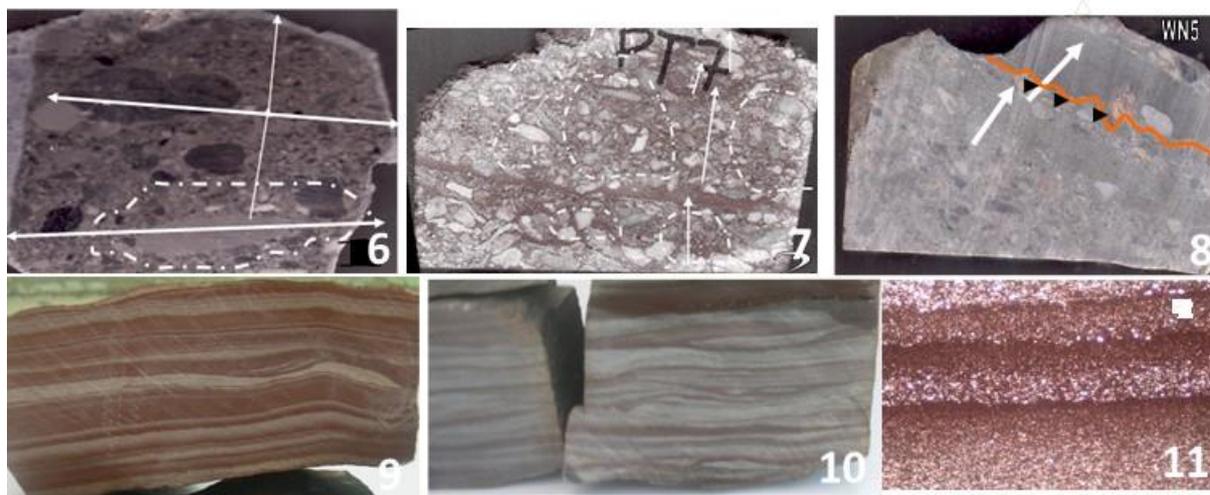


Photo 6. Des clastes en disposition rotationnelle autour de galets allongés.

Photo 7. Litage granoclassé dans le conglomérat.

Photo 8. Creux à remplissage plus grossier que les grains du substratum.

Photo 9. Des rares et petites lentilles silteuses en intercalations dans des lits silteux et argileux.

Photo 10. Les lits argileux devenus rares de forme lenticulaire et en biseaux.

Photo 11. Vue microscopique du litage planaire parfaitement granoclassés de siltites sableuses, des siltites argileuses et des argilites.

3 DISCUSSION ET CONCLUSION

Des caractéristiques minéralogiques, sédimentologiques et lithologiques susceptibles de fournir une explication d'ordre paléoclimatique, nous retenons les suivantes:

- La morphologie variée des cristaux de calcite en de croix de Saint André, en fer de lance et en prisme aplati traduit l'épigénéisation des cristaux de gypse ou de l'anhydrite par la calcite en présence des hydrocarbures dans le domaine supratidal tel qu'observé dans la côte des Pirates au sud du golfe persique et dans les sebkhas d'Abu Dhabi (Clarke et Talbacka, 1980; Tucker, 1995). La présence des évaporites dans la Formation de Kwilu et la base de la Formation de Lukunga du Sous-groupe Schisto-calcaire témoigne d'un dépôt sous un climat chaud et aride après le Snowball marinoen (635 Ma). Ce climat tropical sec, favorable au développement des biohermes à *Collenia* et à *Cryptozoon* tel qu'observé dans le pool d'Hamlin sur la côte Ouest de l'Australie (Playford et Cockbain, 1976), s'accorde avec la latitude moyenne de 30°S du mégacraton du Congo-Sao Francisco vers 550 Ma suivant les reconstitutions paléomagnétiques du Supercontinent de Gondwana (Powell, 1995; Meert et al, 1997; Tohver et al., 2006). Ces hypothèses confirment l'âge fini-Ediacarien attribué à ces formations par Cibambula (2016).

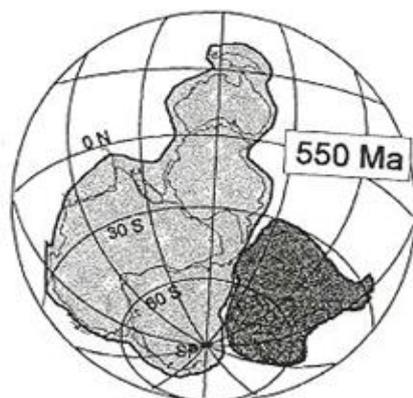


Fig. 3. Paléopoles du Supercontinent Panotia incluant le Gondwana juxtaposé à la marge Est de Laurentia vers 550 Ma selon Powell (1995)

b) Pour le dépôt du conglomérat de Bangu-Niari, Cibambula et al. (2013) a démontré que par la présence des creux à remplissage plus grossier que les grains du substratum, les éventails alluviaux du conglomérat de Bangu-Niari se sont bien développés dans les plaines périglaciaires. Dans ces régions, dépourvues des lourdes pluies tropicales qui inhibent la préservation des cônes alluviaux, la fonte de neige à l'approche de l'été dans des montagnes très élevées issues du rejeu des failles justifierait l'action intermittente des courants de turbidité. Ce paléomilieu périglaciaire se justifie également, selon Eyles et Januszczak (2004), par ses structures clast- à matrix-supported et par la nature de ses clastes modérément mal classés dans des grands volumes d'argiles et de silt ainsi que par son aire d'alimentation Schisto-calcaire disposée en hauts plateaux étagés suite au rejeu des failles listriques dans le bassin en pull-apart de la Basse-Sangha initié dans le Supercontinent de Rodinia lors du cycle orogénique West Congo daté du Néoprotérozoïque (Tack et al., 2001; Cibambula et al., 2013; Pedrosa-Soares et al., 2008). Les reconstructions paléomagnétiques faites par Meert et al. (1997) et Tohver et al. (2006) en se référant aux travaux de Dalziel (1997) confirment cette situation climatique du mégacraton du Congo-Sao Francisco près du cercle polaire vers 525 Ma.



Fig. 4. Paléopoles du Supercontinent du Gondwana reconstitué sur base des données paléomagnétiques compilées par Dalziel (1997)

c) Le litage granoclassé et répété alternativement de siltites sableuses, de siltites argilo-sableuses et des argilites silteuses de shales des formations de la Basse- et de la Haute-Mpioka est une forme de rythmites. Elles proviennent des changements réguliers des courants dans le transport ou la production des sédiments mais, de courte durée d'origine saisonnière ou tidale pouvant subir une perturbation influant sur l'épaisseur des lits individuels (Cibambula, 2016). Cette texture rappelle celle des rythmites varvaires des lacs d'environnement périglaciaire et des environnements de la mer Baltique (Olausson et Olsson, 1969; Baudin et al., 2007). La présence des couches claires sablonneuses séparées par des couches argileuses stratifiées parallèlement représentent respectivement le produit de sédimentation normale d'été et d'hiver dans les varves granoclassées tel que suggéré par ailleurs dans les bassins lacustres périglaciaires par Sturm et Matter (1978) et par Baudin et al. (2007). Cibambula (2016) a justifié le développement des rythmites varvaires de la Mpioka par le fait que dans les lacs stratifiés de hautes latitudes, la fraction boueuse en suspension très fine est piégée à la thermocline permanente et

libérée au même moment que précipitent les phases insolubles d'ions alcalino-ferreux, notamment le fer et le manganèse; ceux-ci sont stables seulement dans les eaux anoxiques de l'hypolimnion qui imprègnent ainsi les lamines argileuses au sommet de chaque cycle. Il a également confirmé ce climat par la présence des scours à remplissages argileux et silteux communs aux dépôts à grains grossiers de fans alluviaux fluviaux et de plaines alluviales proglaciaires. A ces hautes latitudes, similaires à celles d'environ 60° et de 40° du craton de São Francisco-Congo situé au centre du Supercontinent du Gondwana respectivement à 510 Ma (Meert et al., 1997; fig.5a) et à 505-485 Ma (Gray et al., 2006; fig.5b et c), le lac de la Mpioka était alimenté essentiellement par des cours d'eau issus de la fonte des neiges aux hautes latitudes telles que celles de la région alpine (Allen et Allen, 2005). Et aussi le passage de grès aux siltites et/ou argilites dans le Sous-groupe de la Mpioka, résulterait de changements à long terme des conditions hydrodynamiques ou encore des systèmes fluviaux d'alimentation du bassin; il est vraisemblable que dans des temps géologiques un couplet de rythmites saisonnières se soit produit pendant plusieurs années; ces changements répétés et rythmiques engendreraient des séquences épaisses en fonction de l'influence paléoclimatique des cycles astronomiques si l'on se référait à la théorie de Milankovitch (1941): les bancs à grains grossiers et les bancs à grains fins sont respectivement identiques aux lamines claires et aux lamines sombres dans les varves.

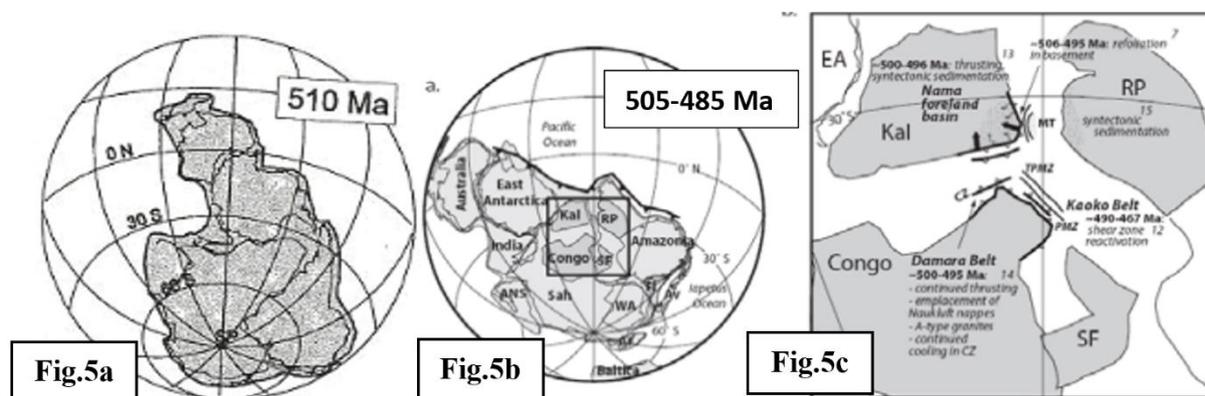


Fig. 5. Paléopôles du Supercontinent du Gondwana à 510 Ma sur base des données paléomagnétiques compilées par Meert et al. (1997) et à 505-485 Ma en accord avec Gray et al. (2006)

Après le Snowball marinoen non latitudinal, le mégacraton du Congo-Sao Francisco subit successivement un climat tropical sec responsable du dépôt des évaporites dans le Sous-groupe Schisto-Calcaire à l'Ediacarien terminal et un climat tempéré de régions proglaciaires lors de dépôt du conglomérat de Bangu-Niari ainsi que des formations de la Basse- et de la Haute-Mpioka depuis de le Terreneuvien jusqu'au Cambro-Ordovicien.

REFERENCES

- [1] Allen, J.R. et Allen, P.A. (2005): *basin analysis*. Principles and applications, 2th edition, Blackwell publishing, 549p.
- [2] Baudin, F., Tribouillard, N. et Trichet, J. (2007): *Géologie de la matière organique*, Soc. Géol. De France, Vuibert, 263p.
- [3] Cibambula, C.M.E., Makutu, M.J.-A., Kanika, M.T., Mvuemba, N.F., Nzau, M.C., Mabedi, T.H., Mayombo, B.E. et Mutamba, N.R. (2013): Dépôt du conglomérat de Bangu-Niari et analyse morphogéométrique des fractures dans l'avant pays de la chaîne panafricaine West Congo: cas du secteur de Kimpese, *Rev. Cong. Sci. Nucl. Vol. N°27 (2013)*, 90-110.
- [4] Cibambula, C.M.E. (2016): Le Sous-groupe de la Mpioka: un flysch de la chaîne Panafricaine West Congo dans la Province du Kongo Central (R.D. Congo), *Th. Doc. Inédit, Dép. Géosc., Univ. Kinshasa*, 185p.
- [5] Clark, D.N. et Talbacka, L. (1980): The Zechstein deposits of southern Denmark, in: The Zechstein Basin with Emphasis on Carbonate Sequences, Füchtbauer, H. and Peryt, T. (eds). Stuttgart, *E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 9 (1980)*, 205-231.
- [6] Dalziel, I.W.D. (1997): Neoproterozoic-Paleozoic geography and tectonics: Review, hypothesis, environmental speculation, *Geol. Soc. Amer. Bull.* 109, 16-42.
- [7] Eyles, N. et Januszczak, N. (2004): 'Zipper-rift': a tectonic model for Neoproterozoic glaciations during the breakup of Rodinia after 750Ma. *Earth Sci. Rev.* 65, 1-73.
- [8] Gray, D. R., Foster, D. A., Goscombe, B. D., Passchier, C.W. and Trouw, R. A. J. (2006): 40Ar/39Ar thermochronology of the Pan-African Damara orogen, Namibia, with implications for tectonothermal and geodynamic evolution. *Prec. research*, 150, 49-72.

- [9] Hoffman, P. F., Kaufman, A. J., Halverson, G. P., Scharg, D. P. (1998): A Neoproterozoic Snowball Earth. *Sci.* 281, 1342-1346.
- [10] Logan, B.W., Rezak, R., Ginsburg, R.N. (1964): Classification and environmental significance of algal stromatolites. *Journ. of Geol.*, 72, 68-83.
- [11] Meert, J.G., Eide, E.A. and Torsvik, T.H. (1997): The Nama Group revisited, *Geophys. J. Int.* 129, 637-650.
- [12] Milankovitch, M.M. (1941): *Kahnon der Erdbestrahlung e Anwendung auf das Eiszeiten-problem*, Ed. Sp. Acad. Royale Serbe, Belgrade, 633p.
- [13] Olausson, E. et Olsson, I.U. (1969): Varve stratigraphy in a core from Gulf of Aden, *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.* 6. 87-103.
- [14] Pedrosa-Soares, A.C., Alkimim, F.F., Tack, L., Noce, C.M., Bambinski, L.C.S. et Martins-Neto, M.A. (2008): Similarities and difference between the Brazilian and African counterparts of the Neoproterozoic Araçuaí-West Congo orogen. Pre-Cenozoic correlations across the South Atlantic region, *Geol. Soc., London, Special Publ.* 294, 153-172.
- [15] Playford, P.E. et Cockbain, A.E. (1976): Modern algal stromatolites at Hamlin pool, a hypersaline barred basin in Shark Bay, western Australia in M.R. Walter (Ed.), *Stromatolites. Developments in Sedimentology*, 20, Elsevier, 389-411.
- [16] Powell, C.McA. (1995): Are Neoproterozoic glacial deposits preserved on the margin Laurentia related to fragmentation of two supercontinents ?, *Geology* 23, 1053-1054.
- [17] Sturm, M. et Matter, A. (1978): *Turbidites and varves in lake Brienz (Switzerland): deposition of clastic detritus by density currents*, John Wiley, 60p.
- [18] Tack, L., Wingate, M.T.D., Liégeois, J.P., Fernandez-Alonso, M., Deblond, A. (2001): Early Neoproterozoic magmatism (1000-910 Ma) of the Zadinian and Mayumbian Groups (Bas-Congo): onset of Rodinia rifting at the western edge of the Congo craton, *Prec. Res.*, 110, 277-306.
- [19] Tohver, E., D'Agrella-Filho, M.S., Trindade, R.I.F. (2006): Paleomagnetic record of Africa and South America for 1200-500 Ma interval, and evaluation Rodinia and Gondwana assemblies, *Prec. Research* 147, 193-222.
- [20] Tucker, M. (1995): *Sedimentary petrology. An introduction to the origin of sedimentary rocks*, Geoscience texts, Blackwell Science, Oxford, 260p.