Annales de l'Université Marien NGOUABI, 2010 ; 11 (4) : 59-65 Sciences et Techniques ISSN : 1815 – 4433 www.annales-umng.org



BASSE PALEOLATITUDE DU CRATON OUEST AFRICAIN A L'EDIACARIEN-CAMBRIEN INFERIEUR

 F. BOUDZOUMOU¹, D. VANDAMME², P. AFFATON², J. GATTACCECA²
¹Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Marien Ngouabi, B.P. 69, Brazzaville, Congo. <u>florentboudzoumou@yahoo.fr</u>
²CEREGE, Aix-Marseille Université, CNRS, B.P. 80, Europôle Méditerranéen de l'Arbois, 13545 Aix-en-Provence Cedex 04, France.

RESUME -

Des travaux paléomagnétiques sont réalisés formations sur les du Néoprotérozoïque-Cambrien inférieur de la couverture du craton ouest-africain, dans les bassins du Gourma et des Volta et la partie occidentale de l'Anti-Atlas. L'aimantation est portée essentiellement par la magnétite et l'hématite. Les directions moyennes des sites sont calculées à partir des composantes de hautes températures situées entre 500 et 670°C. Deux tests positifs de pli sont obtenus à partir des sites de Tin Dioulaf, dans le bassin du Gourma et d'Ait-Abdallah 2 et 4, dans l'Ouest l'Anti-Atlas. Les Pôles de Géomagnétiques Virtuels obtenus à partir des directions moyennes indiquent des basses paléolatitudes qui placent le craton ouestafricain en position subéquatoriale au cours de la période Ediacarien-Cambrien inférieur. Ces résultats consolident l'hypothèse de la "Terre boule de neige" qui place les masses continentales en position subéquatoriale à *cette époque.*

Mots clés : Bassin du Gourma ; Bassin des Volta ; Anti-Atlas ; Ediacarien ; Cambrien inférieur ; Pôle géomagnétique virtuel ; Paléolatitude ; Terre boule de neige

ABSTRACT

A paleomagnetic study was carried out *Neoproterozoic-Lower* on Cambrian formations of the West African craton cover in the Gourma and Volta basins and the western Anti-Atlas area. Hematite and magnetite bear the magnetisation. The mean directions of the sites are calculated on high temperature components situated between 500° and 670°C. Two positive fold tests are gotten from Tin Dioulaf site, in the Gourma basin, and Ait-Abdallah 2 and 4 sites, in the western Anti-Atlas area. The Virtual Geomagnetic Poles obtained from mean directions display low paleolatitudes which place the West-African craton in sub-equatorial position during the Ediacarian-Lower Cambrian. These results enhance the Snowball Earth hypothesis which places the continental landmasses in subequatorial position during this period.

Key words : Gourma basin ; Volta Basin ; Anti-Atlas ; Ediacarian ; Lower Cambrian ; Virtual Geomagnetic Pole ; Paleolatitude ; Snowball Earth

INTRODUCTION

Le craton ouest-africain (figure 1) est constitué par un socle archéenpaléoprotérozoïque portant une couverture néoprotérozoïque à quaternaire, et entouré de chaînes plissées panafricaines et hercyniennes

De récentes données paléomagnétiques sont obtenues sur des échantillons provenant

des bassins du Gourma et des Volta et de la partie occidentale de l'Anti-Atlas. Elles permettent de contraindre la paléolatitude de mise en place des formations surmontant les dépôts glaciogéniques attribués à l'évènement Marinoen. Ces directions moyennes sont comparées à quelques directions connues dans la couverture du craton ouest-africain.



Figure 1. Carte géologique du craton ouest-africain, d'après Deynoux et al. (2006) simplifiée. Légende : 1-Archéen et Paléoprotérozoïque ; 2- Chaînes plissées du Panafricain et Calédono-hercynien ; 3-Couvertures néoprotérozoïque et paléozoïque ; 4- Couverture postpaléozoïque ;

Sites : 1- Gourma, 2-3 Volta, 4- Anti-Atlas

GEOLOGIE

Dans le craton ouest-africain (figure 1), le socle archéen-paléoprotérozoïque est représenté, dans le Nord par la dorsale Réguibat et les boutonnières de l'Anti-Atlas, et dans le Sud par la dorsale de Man et les boutonnières de Kéniaba et Kayes. Ce socle est constitué de gneiss, de micaschistes et de schistes renfermant localement des marbres et des cipolins. Il est recoupé par des granitoïdes panafricains et éburnéens et des roches basiques (Mortaji et al., 2000).

Dans l'Anti-Atlas, l'évènement éburnéen est daté par U-Pb sur zircon entre 2.2 et 2.0 Ga (Thomas et al., 2002; Walsh et al., 2002). La couverture, d'âge néoprotérozoïque à paléozoïque, est représentée par une lithostratigraphie variée dépendante des localités (figure 2).



Figure 2. Lithostratigraphie du bassin du Gourma, des Volta et de l'Anti-Atlas. A- Gourma (Miningou, 2006) ; B- Volta (Affaton, 1990) ; C- Anti-Atlas (Gasquet et al., 2005, simplifié).

Sites : Gourma ; TD-Tin Dioulaf ; Volta ; Bu-Buipe ; Ko-Koundjouaré ; Bk-Barkoissi 1 et 2 ; Ka-Kabalipe : Anti-Atlas ; A-Ait Abdallah 2 et 4 ;I- Ida Ougnidif

Dans le bassin du Gourma, la lithostratigraphie comprend huit formations discordantes (Miningou, 2006). Ces formations sont composées de grès fins à moyens, parfois quartzitiques et conglomératiques, de siltstones, de shales, de carbonates et de silexites. L'épaisseur de ces formations atteint 570 m.

Dans le bassin des Volta, la lithostratigraphie comprend trois supergroupes discordants et constitués de grès, conglomérats, siltstones, shales, carbonates et silexites. Le Supergroupe moyen contient des roches glaciogéniques attribuées au Marinoen (Nédelec et al., 2007) et est daté à 660±9 Ma par la méthode Rb-Sr sur fraction argileuse fine (Clauer et al, 1982). Le Supergroupe supérieur est formé par la molasse d'âge cambro-ordovicien (Affaton, 1990).

Dans l'Ouest de l'Anti-Atlas, la lithostratigraphie atteint près de 13 km d'épaisseur et comprend trois unités (Gasquet et al., 2005). Elle renferme des conglomérats, grès, quartzites, shales, carbonates et des roches volcaniques comme les ignimbrites, andésites, cinérites, spilites et kératophyres. ultrabasiques Des roches formant des ophiolites y sont décrites (Gasquet et al., 2005). L'unité supérieure renferme une formation glaciogénique et débute à l'Ediacarien.

DONNEES PALEOMAGNETIQUES

Les échantillons étudiés sont représentés par des grès fins, des carbonates et des silexites. Les directions moyennes des aimantations (Fisher, 1953) sont obtenues sur les composantes de hautes températures (500-670°c) portées par l'hématite et la magnétite et présentées sur le tableau I. Les Pôles Géomagnétiques Virtuels (tableau I) sont calculés à partir des directions moyennes.

Dans le Gourma, la direction moyenne du site de Tin Dioulaf se situe dans le quadrant SE. Elle est validée par un test positif de pli (McFadden, 1990). Dans la partie occidentale de l'Anti-Atlas, la direction moyenne des sites d'Ait-Abdallah 2 et 4 est, comme dans le Gourma, validée par un test positif de pli (MacFadden, 1990). Cette direction se retrouve dans le quadrant E. Dans le bassin des Volta, les directions des sites de Buipe, Koundjouaré et Barkoissi 1 et 2 sont validées par un test positif de conglomérat obtenu sur le site de Kabalipe situé dans le Supergroupe supérieur. Ces directions se trouvent dans le quadrant NE, après rotation de la direction de Koundjouaré à son antipode.

DISCUSSION

Les séquences lithostratigraphiques étudiées renferment des formations glaciogéniques attribuées au Marinoen (Deynoux et al., 2006; Shields et al., 2007). Les sites concernés dans cette étude sont situés au dessus de ces formations glaciogéniques (figure 2). Les Pôles Géomagnétiques Virtuels calculés, à partir des directions moyennes, présentés sont dans la projection stéréographique, hémisphère sud (figure 3).

Dans le bassin du Gourma, le site de Tin Dioulaf représente le cap carbonate de l'évènement glaciaire du Marinoen daté autour de 635 Ma (Deynoux et al., 2006 ; Shields et al., 2007). La direction moyenne de ce site, contrainte par un test positif de pli de McFadden (1990), est primaire. Elle définit un Pôle Géomagnétique Virtuel néoprotérozoïque et post-marinoen, correspondant à l'âge probable de la diamictite qu'il surmonte.

Dans le bassin des Volta, les directions des sites de Buipe, Koundjouaré, Barkoissi 1 et Barkoissi 2 sont contraintes par un test positif de conglomérat. Les paléopôles obtenus sont post-marinoens. Cependant, ils différent du paléopôle de Tin Dioulaf contraint par le test positif de pli de McFadden (1990).

Dans l'Anti-Atlas, les sites d'Ait Abdallah 2 et 4 situés dans la série de base de l'Adoudounien attribué à l'Ediacarien-Cambrien inférieur (Gasquet et al., 2005) sont contraints par le test positif de pli de McFadden (1990). Les Pôles Géomagnétiques Virtuels, obtenus à partir des sites d'Ait Abdallah 2 et 4 et de Ida Ougnidif, se placent à l'Est et rejoignent le paléopôle Cambrien (Plon=77°, Plat=8°) de la formation CO 7&8 du Groupe de la Falaise d'Atar de Mauritanie (Perrin et al., 1988) dont l'âge est situé entre 517 Ma et 542 Ma.

Les paléolatitudes obtenues sur l'ensemble des sites étudiés se situent entre 13.6°S et 2.6°S. Ces valeurs placent le craton ouest-africain en position subéquatoriale dans la période correspondant à la mise en place de la glaciation globale du Marinoen. Des basses paléolatitudes comparables sont décrites dans le bassin de Taoudéni par Perrin et al. (1988).

Tableau I. Directions moyennes et Pôles Géomagnétiques Virtuels du craton Ouest africain

Pôle Géomagnétique Virtuel sud									
D	Ι	k	α95	Lon	Lat	dp	dm	Plat	
130.5	16.2	48.5	7.0	68.5	-35.8	3.7	7.2	8.3	
23.8	5.1	18.2	16.1	102.5	65.5	8.1	16.1	2.6	
188.1	20.2	6.6	23.2	159.0	67.6	12.8	24.3	10.5	
5.5	16.2	20.4	20.8	111.4	84.2	11.0	21.4	8.3	
17.0	17.1	21.3	14.8	94.6	73.2	7.9	15.3	8.7	
91.3	6.4	8.6	17.4	78.1	0.4	8.8	17.5	3.2	
93.8	25.9	12.2	14.4	67.3	3.4	8.4	15.6	13.6	
	D 130.5 23.8 188.1 5.5 17.0 91.3 93.8	D I 130.5 16.2 23.8 5.1 188.1 20.2 5.5 16.2 17.0 17.1 91.3 6.4 93.8 25.9	Pôle G D I k 130.5 16.2 48.5 23.8 5.1 18.2 188.1 20.2 6.6 5.5 16.2 20.4 17.0 17.1 21.3 91.3 6.4 8.6 93.8 25.9 12.2	D I k α95 130.5 16.2 48.5 7.0 23.8 5.1 18.2 16.1 188.1 20.2 6.6 23.2 5.5 16.2 20.4 20.8 17.0 17.1 21.3 14.8 91.3 6.4 8.6 17.4 93.8 25.9 12.2 14.4	Pôle Géomagnétique Vir D I k α_{95} Lon 130.516.248.57.068.523.85.118.216.1102.5188.120.26.623.2159.05.516.220.420.8111.417.017.121.314.894.691.36.48.617.478.193.825.912.214.467.3	Pôle Géomagnétique Virtuel sud D I k α_{95} Lon Lat 130.516.248.57.068.5-35.823.85.118.216.1102.565.5188.120.26.623.2159.067.65.516.220.420.8111.484.217.017.121.314.894.673.291.36.48.617.478.10.493.825.912.214.467.33.4	DIkα95LonLatdp130.516.248.57.068.5-35.83.723.85.118.216.1102.565.58.1188.120.26.623.2159.067.612.85.516.220.420.8111.484.211.017.017.121.314.894.673.27.991.36.48.617.478.10.48.893.825.912.214.467.33.48.4	D I k α95 Lon Lat dp dm 130.5 16.2 48.5 7.0 68.5 -35.8 3.7 7.2 23.8 5.1 18.2 16.1 102.5 65.5 8.1 16.1 188.1 20.2 6.6 23.2 159.0 67.6 12.8 24.3 5.5 16.2 20.4 20.8 111.4 84.2 11.0 21.4 17.0 17.1 21.3 14.8 94.6 73.2 7.9 15.3 91.3 6.4 8.6 17.4 78.1 0.4 8.8 17.5 93.8 25.9 12.2 14.4 67.3 3.4 8.4 15.6	DIkα95LonLatdpdmPlat130.516.248.57.068.5-35.83.77.28.323.85.118.216.1102.565.58.116.12.6188.120.26.623.2159.067.612.824.310.55.516.220.420.8111.484.211.021.48.317.017.121.314.894.673.27.915.38.791.36.48.617.478.10.48.817.53.293.825.912.214.467.33.48.415.613.6

D et I: Déclinaison et Inclinaison; k: Paramètre de précision ; α_{95} : Demi-angle du cône de confiance à 95% ; Plon / Plat: longitude / Latitude du paléopôle ; dp/dm : Demi axes du niveau de confiance à 95%; Plat : Paléolatitude.



Figure 3. Pôles paléomagnétiques des bassins du Gourma, des Volta et de l'Anti-Atlas, avec le pôle de la Formation CO 7& 8 du Groupe de la falaise d'Atar (Perrin et al., 1988), présentés dans l'hémisphère sud. Sites : 1- Tin Dioulaf ; 2- Buipe ; 3- Koundjouaré ; 4- Barkoissi 1 ; 5- Barkoissi 2 ; 6-Ait Abdallah2-4 ; 7- Ida Ougnidif ; 8- CO 7& 8.

CONCLUSION

Les sites étudiés dans les basins du Gourma et des Volta et dans l'Anti-Atlas sont contraints par des tests statistiques de pli (McFadden 1990) et de conglomérat. Ces sites sont considérés comme porteurs d'aimantations primaires, détectées dans les composantes de haute température et portées par l'hématite et la magnétite.

BIBLIOGRAPHIE

- 1. Affaton P., 1990. Le bassin des Volta (Afrique de l'Ouest) : une marge passive, d'âge protérozoïque supérieur, tectonisée au Panafricain (600±50 Ma). Editions ORSTOM, Collection Etudes et Thèses, Paris, 500 p.
- 2. Clauer N., Caby R. Jeannette D. Trompette R., 1982. Geochronology of sedimentary and metasedimentary Precambrian rocks of the West African craton. Precambrian Res; 18: 53-71.
- 3. Deynoux M., Affaton P., Trompette R., Villeneuve M., 2006. Pan-African tectonic evolution and glacial events registered in Neoproterozoic to Cambrian cratonic and foreland basins of West Africa, J Afr Earth Sci; 46: 397-426.
- 4. Fischer R.A., 1953. Dispersion on a sphere. Proc R Soc London; A 217: 295-305.
- 5. Gasquet D., Levresse G., Cheilletz A., Azizi-Samir M. R., Mouttaqi A., 2005. Contribution to a geodynamic reconstruction of the Anti-Atlas (Morocco) during Pan-African times with the emphasis on inversion tectonics and metallogenic activity at the Precambrian–Cambrian transition. Precambrian Research; 140: 157–182.
- 6. McFadden P.L., 1990. A new fold test for paleomagnetic studies. Geophys J Int; 103: 163-169.
- 7. Miningou M., 2006. Genèse des indices polymétallifères des formations néoprotérozoïques (1000-544 Ma) dans la région du Béli (Burkina Faso) : contrôle structural, nature des fluides, rôle de la silice, Thèse Univ. Paul Cezanne Aix Marseille III, 303 p.
- 8. Mortaji A., Ikenne M., Gasquet D., Barbey P., Stussi J.M., 2000. Les granitoïdes paléoprotérozoïques des boutonnières du Bas Drâa et de la Tagragra d'Akka (Anti-Atlas occidental, Maroc) : un élément du puzzle géodynamique du

Les paléopôles obtenus sont attribuables à la période allant de l'Ediacarien au Cambrien inférieur et présentent des paléolatitudes basses qui placent le craton ouest-africain en position subéquatoriale pendant la mise en place de la glaciation globale du Marinoen. Ce résultat appui l'hypothèse de la Terre boule de neige ("Snow ball Earth") qui place l'essentiel des masses continentales à cette époque à basse latitude.

craton Ouest-Africain. J Afr Earth Sci; 31: 523-538.

- 9. Nedelec A., Affaton P., France-Lanord C., Charriere A., Alvaro J., 2007. Sedimentology and chemostratigraphy of the Bwipe Neoproterozoic cap dolostones (Ghana, Volta basin): a record of microbial activity in a peritidal environment. C.R. Geoscience, 339.
- Perrin M., Elston D.P., Moussine-Pouchkine A., 1988. Paleomagnetism of Proterozoic and Cambrian strata, Adrar de Mauritanie, cratonic West Africa. Journal of Geophysical Research; 93: 2159-2178.
- Shields G.A., Deynoux M., Culver S.J., Brasier M.D., Affaton P., Vandamme D., 2007. Neoproterozoic glaciomarine and cap dolostone facies of the soutwestern Taoudeni Basin (Walidiala Valley, Senegal/Mali, NW Africa). C.R. Geoscience; 339: 186-199.
- Thomas R.J., Chevallier L.P., Gresse P.G., Harmer R.E., Eglington B.M., Armstrong R.A., De Beer C.H., Martini J.E.J., De Kock G.S., Macey P.H., Ingram B.A., 2002. Precambrian evolution of the Sirwa Window, Anti-Atlas Orogen, Morocco. Precambrian Research; 118: 1-57.
- Walsh G.J., Aleinikoff J.N., Benziane F., Yazidi A., Armstrong T.R., 2002. U–Pb zircon geochronology of the Paleoproterozoic Tagragra de Tata inlier and its Neoproterozoic cover, western Anti-Atlas, Morocco. Precambrian Research; 117: 1–20.