

Calcaires de Kwilu (Kongo Central, R.D. Congo) dans la zone de transition de la chaîne West-Congo: lithostratigraphie et sédimentologie.

BONGWELE O. G.^{1*}, MPIANA K. C.², PREAT A.³

Paper History

Received:
July 26, 2016
Revised:
January 28, 2017
Accepted:
September 09, 2017
Published:
March 30, 2018

Keywords:

Neoproterozoic,
Kwilu, Carbonates,
Lithostratigraphic,
paleoenvironmental,
Isotopic analysis.

ABSTRACT

Kwilu limestone (Kongo Central province, D.R. Congo) in the transition zone of the West-Congo belt: lithostratigraphy and sedimentology.

The research consists of a lithostratigraphic and paleoenvironmental study of carbonates (Neoproterozoic) using the drill hole DH8, in the transition zone of the West-Congo belt, area of contact between Mayumbien / Zadinien rocks and Ouest Congolien rocks.

A petrographic study of 183 thin sections, helped to define a standard sequence of three main microfacies reflecting the passage of high subtidal environments to emerged environments (supratidal) with evaporite formation (Sebkha). This sequence has been affected by diagenesis showing partially overlapping phases: dolomitisation, anhydritization, microsparitiation and silicification. The succession of microfacies is showing the passage of subtidal to supratidal environment.

Macroscopically, subtidal bottom is laminated, gray or green (association of chlorite and micas) and made by blue-green algae often well preserved but sometimes slumped, collapsed and intersected by enterolithic structures while supratidal parts are homogeneous rocks (microspar) gray or black color.

The Carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and Oxygen ($\delta^{18}\text{O}$) isotopic analyzes highlight the influence of CO_2 (vadose environments) and an increase in temperature (about 70 °C) reached during the depositional of this stratigraphic series. The increase of temperature is due to the burial of the series and tectonics affecting the region. The values of $\delta^{18}\text{O}$ (between -8.95 ‰ and -11.45‰) are far from the standard values of Neoproterozoic seawater. This reflects a microsparitization due to meteoric fluid with mass reduction of 1 to 2 ‰. While $\delta^{13}\text{C}$ values (-1.83 and -2.99 ‰) reflect the vadose environments during sedimentation. Two lithostratigraphic units were recognized: C3a and C2.

¹Centre de Recherches Géologiques et Minières (CRGM), 44, Av. de la Démocratie, Kinshasa/Gombe.

²Université de Kinshasa (Unikin), Faculté des Sciences, B.P. 190, Kinshasa XI

³Université Libre de Bruxelles (ULB), Campus de Solbosch, Blvd Roosevelt, Bruxelles, Belgique.

* To whom correspondence should be addressed.: bongweleguy@gmail.com

INTRODUCTION

Les formations carbonatées appartenant au Néoprotérozoïque de la Province du Kongo Central, groupe des Cataractes, ancienne formation du Schisto-Calcaire, affleurant entre Mbanza Ngungu et Songololo restent assez mal connues sur le plan stratigraphique et n'ont fait objet d'études détaillées avec des techniques modernes que lors de la dernière décennie [PREAT et al., 2003; POIDEVIN, 2004; FRIMMEL et al., 2006; DELPOMDOR et al., 2013].

Ces carbonates sont du Néoprotérozoïque et appartiennent à la chaîne West-Congo. Le Néoprotérozoïque est l'une des ères les plus importantes de l'histoire de la Terre, car elle a été caractérisée par le développement des premiers supercontinents stables à savoir Rodinia (1,1 à 0,9 Ga) ensuite celui de Gondwana issu de la dislocation de Rodinia (550 – 500 Ma); avec la formation de larges ceintures orogéniques et des changements climatiques forts importants (glaciations à large échelle); développement des microorganismes facilité par une atmosphère oxydante et apparition des eucaryotes à la fin du Néoprotérozoïque [ALAVAREZ et MAURIN, 1990; MAURIN, 1993; ALVAREZ, 1995; ZHAO et al.,

2006; POIDEVIN, 2004; DELPOMDOR, 2013A].

La chaîne West-Congo (1 à 0,5 Ga) s'étend sur 1300 km, le long de la marge occidentale du craton du Congo à partir du sud-est de la République du Gabon, en passant par la République du Congo et l'Ouest de la République démocratique du Congo jusqu'au nord de la République d'Angola. Elle est composée d'un avant-pays à l'Est et d'un domaine d'arrière-pays à l'Ouest. Le style et le degré de métamorphisme différencient les deux domaines. Le domaine d'avant-pays est constitué de roches faiblement à non métamorphisées tandis que celui de l'arrière-pays est caractérisé par un métamorphisme BP-HT. [TACK et al., 2001; STRAATHOF, 2011].

Cette chaîne, atteint sa largeur maximale autour de latitude 5°S dans la Province du Kongo Central en R.D. Congo; laquelle partie constitue la référence pour la description générale de la chaîne West-Congo [FRIMMEL et al., 2006]. (Figure 1)

CONTEXTE GEOLOGIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Le Supergroupe West-Congo, sur le plan stratigraphique, est divisé en groupes. On a de bas en haut: le Zadinien, le Mayumbien

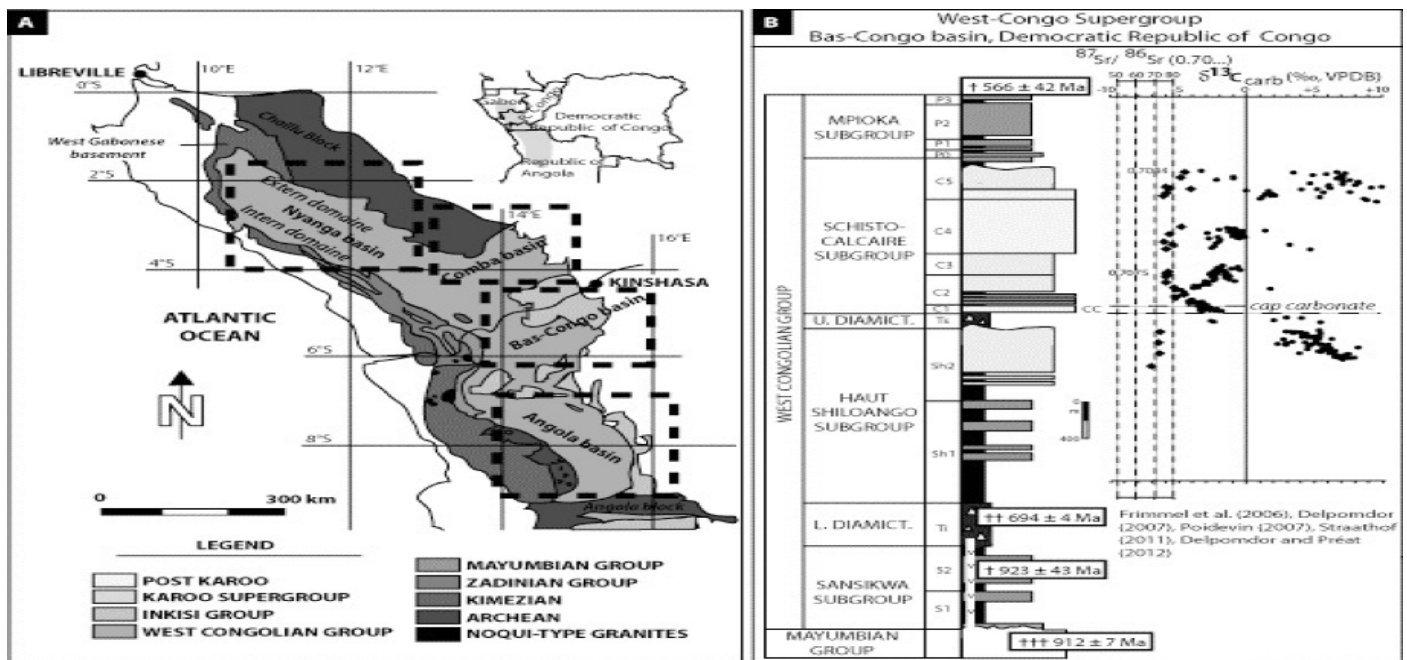


Figure 1 : (A) Esquisse géologique de la chaîne Ouest-Congo en Afrique Centrale [MODIFIÉ D'APRÈS FRIMMEL et al, 2006]. (B) log stratigraphique synthétique combiné avec les courbes isotopiques du ^{13}C et du ^{86}Sr du Groupe Ouest-Congolien en R.D. Congo [MODIFIÉ D'APRÈS TAIT et al, 2011 IN DELPOMDOR et al., 2013].

et l'Ouest-Congolien [DELPOMDOR, 2013A et B].

Les carbonates étudiés dans ce travail appartiennent au groupe Ouest-congolien.

Le Groupe Ouest-Congolien a connu plusieurs subdivisions lithostratigraphiques [DELHAYE et SLUYS, 1923 ; VANDERIJST, 1928 et 1932 ; CAHEN, 1978]. Dans ce travail, nous adoptons la nouvelle subdivision, issue des travaux bibliographiques du projet "Bas Congo (BC)", projet de coopération entre le MRAC et le CRGM pour la mise à jour de la géologie du Bas Congo en RD Congo [BAUDET et al., 2013].

Ainsi, l'Ouest-Congolien, dorénavant baptisé "Groupe des Cataractes" est subdivisé en sous-groupes comme suit (de bas en haut) :

- Sous-groupe de la Sansikwa ;
- Sous-groupe du Haut-Shiloango ;
- Sous-groupe de la Lukala ;
- Sous-groupe du Mpioka ;

Les calcaires étudiés, dans le cadre de ce travail, appartiennent au sous-groupe de Lukala.

La notion d'un ensemble ayant été contestée, notamment par le retrait de l'Inkisi du Groupe des Cataractes, les derniers travaux de mise à jour de la géologie du Bas Congo par le groupe de travail du projet "BC" a proposé une nouvelle stratigraphie en remplaçant le terme « Schisto-Calcaire » par un nom plus approprié lié à l'échelle locale. C'est ainsi que le nom de la cité de Lukala, lieu de la cimenterie, au cœur du Sous-groupe a été pris pour désigner ce Sous-groupe [BAUDET et al. 2013].

Le Sous-groupe de Lukala, ancien Schisto-Calcaire (C) a été divisé par DELHAYE et SLUYS [1923], en 4 unités, soit C1 à CIV, puis en cinq formations, soit C1 à C5, par LEPERSONNE et al. [1973]. Les carbonates de la partie basale du Schisto-Calcaire sont de couleur rose, constitués de dolomies avec fines laminations et apports significatifs des clastiques particulièrement dans les lamines de base où s'observe une rythmicité des sédiments, des déformations à petite échelle des sédiments mous et une stratification entrecroisée des carbonates rose et gris tandis que la partie supérieure est constituée d'interstratifications de grès argileux, calcaires oolithiques et argileux, dolomie ainsi que calcaire dolomitique.

Le sous-groupe totalise une épaisseur avoisinant 1200m et a été divisé en formations : (i) de Kwilu (C1) ; (ii) de la Lukunga (CII) ; (iii) du Bangu (CIII) et (iv) de la Ngandu (CIV).

La lithostratigraphie du groupe des Cataractes (ancien schisto-calcaire) dans la zone médiane (zone de contact avec les roches du Mayumbien/Zadinien) n'a pas encore fait objet d'étude détaillée. Ainsi, 23 sondages carottant de 60m de profondeur en moyenne ont été exécutés (DH1 - DH23) dans cette zone afin de permettre une étude stratigraphique détaillée.

Ces roches sont datées du Néoprotérozoïque supérieur (Ouest - Congolien) et appartiennent, suivant les descriptions de LEPERSONNE, au sous-groupe du Schisto-Calcaire, formation de Kwilu indifférencié (C1). [LEPERSONNE, 1951 et 1973 ; DELPOMDOR, 2007].

Dans la zone d'étude (Figure 2), sur le plan litho stratigraphique (Figure 3), la formation de Kwilu (C1 - C3) n'a pas été étudiée en détails, raison pour laquelle la littérature parle de Kwilu indifférencié (C1) [DELHAYE et SLUYS, 1923 ; LEPERSONNE, 1973 ; CAHEN, 1978 ; FRIMMEL, 2006 ; DELPOMDOR, 2007].

Ainsi dans les lignes qui suivent nous étudions en détails ces roches en nous servant des lames minces et des analyses isotopiques de Carbone et Oxygène afin de déterminer les différentes unités litho stratigraphiques et leur environnement de dépôt.

METHODOLOGIE

Un échantillonnage systématique de la colonne du forage suivant un pas de plus ou moins 30 cm a été réalisé. Au total, 200 échantillons ont été prélevés pour une longueur totale de 63 mètres. La position stratigraphique de chaque échantillon est indiquée sur le log détaillé. Ces échantillons ont servi à la fabrication des lames minces avec une épaisseur standard de 30 microns.

Les lames minces ont été analysées à l'aide d'un microscope polarisant où les différents microfaciès ont été analysés et classifiés suivant le modèle de FLUGEL [2004].

Le Log détaillé du sondage a été élaboré et un modèle sédimentaire a été proposé en tenant compte des observations microscopiques et des similitudes avec d'autres bassins sédimentaires anciens.

Enfin, 35 échantillons ont été sélectionnés à partir des faciès

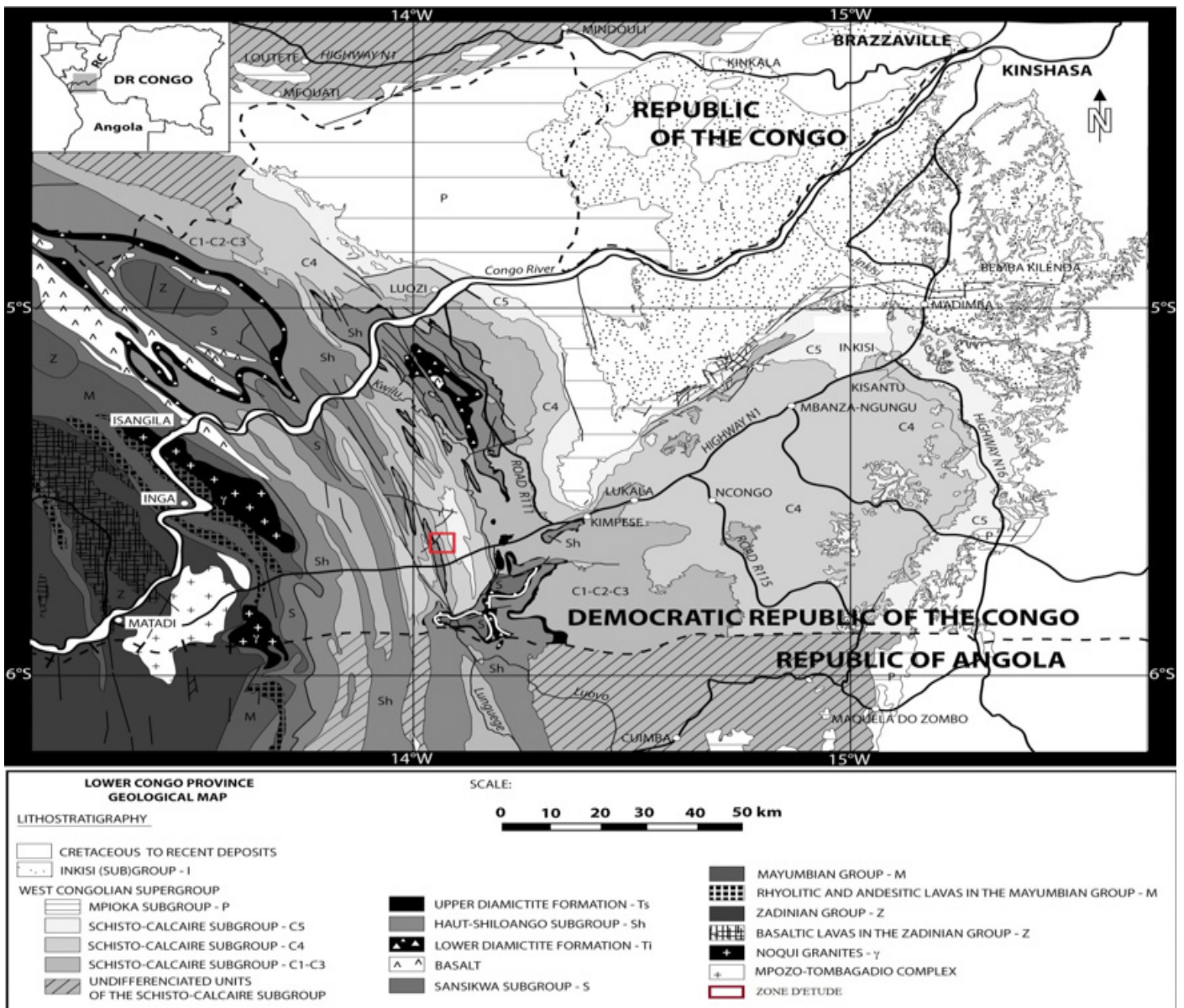


Figure 2| Distribution géographique du groupe des Cataractes

West Congo	Ouest Congolien (Cataractes)	Mpioka	Lianzama-Kabuzi	P8	Shales, Quartzite et quartzites feldspathique	566	
			Vampa	P1	Shales, quartzites et conglomérats		
		Lukala	Ngandu	C5	Calcaires, shales, dolomie, ...	575	calcaire à algues, oolithes et cyanobactéries
			Bangu		Oolithes, calcaires, shales, dolomies, ...		
			Lukunga	C4	Calcaires, shales, dolomies, Stromatolithes...	calcaire à stromatolithes	
		Kwilu	C3	Calcaire, shales, calcaire argileux, ...		calcaire à oolithes et pisolithes	
				Calcaires siliceux, shales et intercalations gréseuses.			Calcaire à mattes cyanobactériennes
		Haut Shiloango		C1	Dolomie	635	Cap carbonate
			Diamictite Supérieur	D5	Dimictite Marinoan		
			Sekelolo	Sh11	calcaire, quartzite, shales, dolomie		
		Sansikwa	Petite Bembezi	Sh1	shales calcareux, quartzite et conglomérats	650	
			Diamictite Inférieur	D1	Diamictite sturtian	>700	
			Swil	Sw11	Phyllite, shales, ...	923 ± 43	
			Swi	Sw1	Arkoses, conglomérats		
	Mayumbien						

Figure 3| Subdivision du Groupe des Cataractes

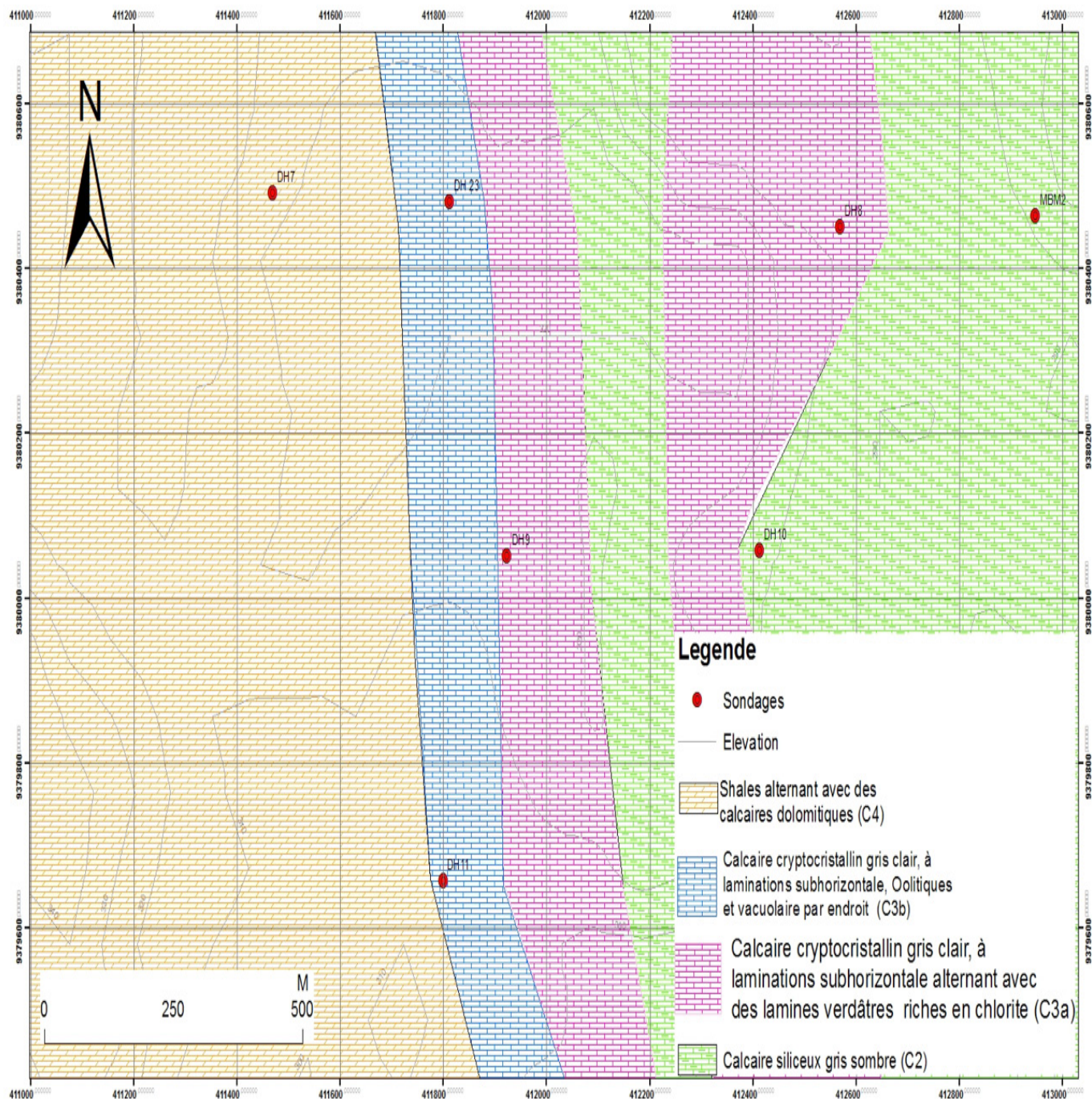


Figure 4 | Esquisse géologique locale après corrélation des différents sondages

homogènes observés au microscope pour les analyses isotopiques de carbone ($\delta^{13}\text{C}$) et d'oxygène ($\delta^{18}\text{O}$). Les poudres, préparées au préalable, ont été dissoutes dans 100% d'acide phosphorique (densité > 1.9) à 75°C utilisant le modèle de préparation des carbonates en ligne Kiel III avec un spectromètre de masse modèle Thermo Finnigan 252 à l'Institut de Géologie et de Minéralogie de l'Université d'Erlangen (Allemagne). Toutes les valeurs ont été calculées en ‰ par rapport aux valeurs standards V-PDB en donnant à l'échantillon standard, le NBS19 les valeurs suivantes : +1.95 ‰ pour le $\delta^{13}\text{C}$ et -2.20 ‰ pour le $\delta^{18}\text{O}$. Un écart de 0.06 ‰ par rapport aux valeurs standards est toléré, si non les valeurs doivent être corrigées.

Ainsi, les compositions isotopiques de ces deux éléments permettent de déterminer les types d'environnements dépositionnels ainsi que les différents processus sédimentaires et diagénétiques ayant joués après le dépôt des sédiments.

Cette esquisse géologique montre que, contrairement à ce qui est écrit dans la littérature sur cette partie du Kongo Central :

formations de Kwilu indifférencié [DELHAYE *et* SLUYS, 1923 ; LEPERSONNE, 1951 *et* 1973 ; CAHEN, 1978], la zone d'étude est constituée de plusieurs unités stratigraphiques réparties d'Est en Ouest allant de la plus ancienne (C2) à la plus récente (C4). (**Figure 4** et **Figure 5**)

Modèle Sédimentaire

La connaissance de la sédimentation et la diagenèse des carbonates récents peut conduire à une meilleure interprétation des carbonates anciens [PURSER, 1980]. Sur base de l'étude des environnements actuels, il est possible d'interpréter les observations pétrographiques afin d'établir les mécanismes sédimentaires qui ont joué un rôle majeur dans la sédimentation des carbonates anciens [BARTHURST, 1975 ; CLARK, 1980]. Ainsi, Le choix du modèle sédimentaire constitue une démarche importante dans la représentation de l'environnement étudié.

La **Figure 6** montre la séquence standard des microfaciès du sondage étudié. Sur base de cette séquence, on peut ainsi




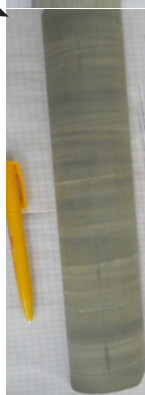
Profondeur (m)		Epaisseur (m)	Brève description	Interprétation	
De	A				
0.00	1.00	1.00	Horizon humifère	Altération	
1.00	3.85	2.85	Argile latéritique		
3.85	13.11	9.26	Argile bariolée		
			Calcaire gris clair à grains fins, homogène vacuolaire, à stylotites et dépourvu des lamines millimétriques de shales verdrâtres	C3a	
13.11	21.11	8.00			
21.11	23.31	2.20	cavité		
23.31	62.75	39.44	Calcaire gris clair dépourvu des lamines de shales		
62.75	89.01	17,6	Calcaire silicieux gris sombre	C2	

Figure 5|Log synthétique du sondage DH8 (Echelle verticale négligeable)

déterminer un modèle sédimentaire (Figure 7).

Cette séquence représente l'évolution d'une zone subtidale élevée avec apports détritiques, matras à cyanobactéries (MF1 et MF2) vers une zone supratidale évaporitique – de type sebka marquée par une forte altération diagénétique (MF3) (Planche 1).

MICROFAGES	DESCRIPTION	INTERPRETATION	
3	Microsparite avec ou sans relique de mattes cyanobactéries	Sebkha	Supratidal
2b	Mudstone de laminations ondulatoires brechifiées, déchiquetées, à cyanobactéries	Platiers à cyanobactéries	Intertidal
2a	Mudstone de laminations plane parallèle à cyanobactéries		
1	Mudstone argilo-détritique	Lagon	Subtidal

Figure 6| Séquence standard des microfaciès du forage DH8

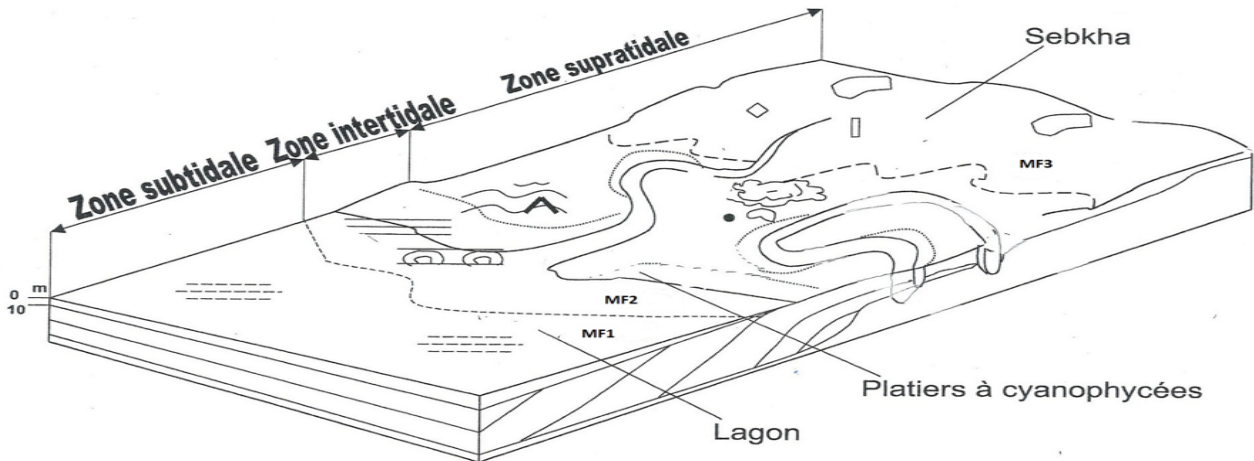
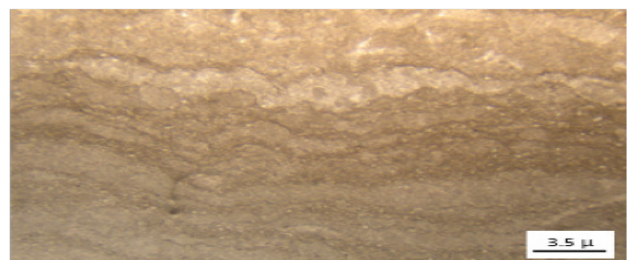


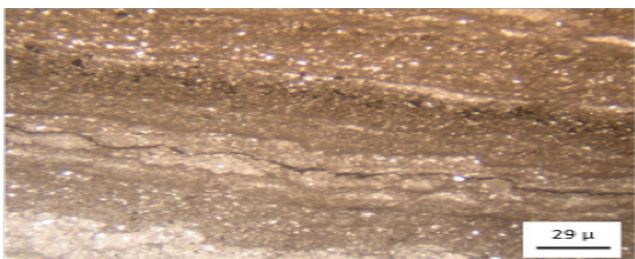
Figure 7| Modèle sédimentaire du platier tidal du Néoprotérozoïque supérieur de Kwilu au Kongo Central (R.D.C) tel que proposé dans ce travail avec les microfaciès (MF1 - MF3) de la séquence standard modifié d'après GINSBURG & HARDIE [1975], KINSMAN [1966]. Echelle verticale indicative et pas d'échelle horizontale



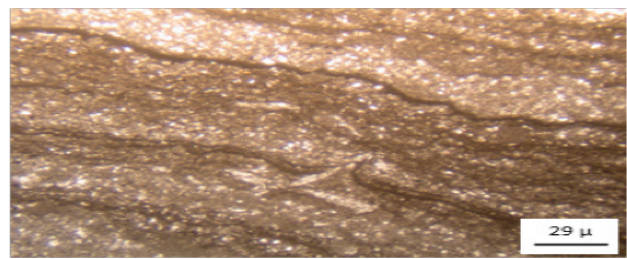
Stylolithes horizontal dans une microsparite



Entrolithes dans une microsparite avec reliques de mattes



Micro slump avec niveau de pyrite dans un mudstone



Rosette de gypse dans un mudstone



Effondrement d'une lamine de mat à cyanobactérie. Notez le niveau des microcristaux blancs juste au dessus de la mat. (Mudstone)



Baguette de chlorite dans un mudstone homogène

Planche 1|Evolution sédimentaire du dépôt

Log détaillé

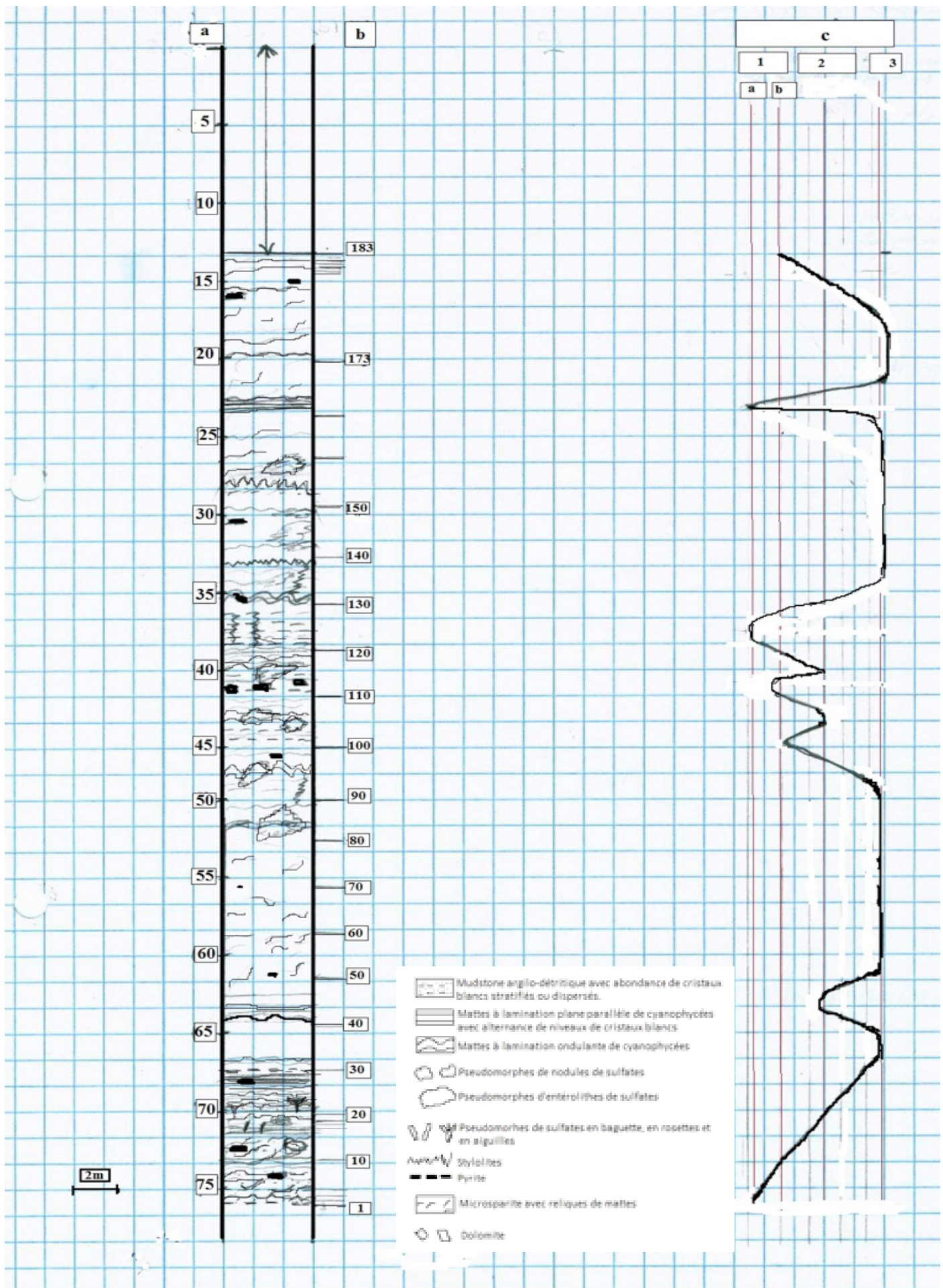


Figure 8| Log détaillé du forage DH8. (a) Profondeur Forage, (b) Echantillon Lame Minces, (c) Microfaciès et Profil lithologiques

Diagenèse

L'étude pétrographique du sondage DH8 a permis d'identifier deux phases principales de diagenèse (Figure 9) :

- Diagenèse précoce contrôlée par les conditions de surface lors de la sédimentation. Cette phase inclut les processus de sédimentation, de dolomitisation, d'anhydritisation et une partie de la calcitisation - microsparitisation;
- Diagenèse semi-tardive à tardive contrôlée par l'élévation de température et de pression mais aussi par la nature physico-chimique des fluides. Cette phase inclut la calcitisation-microsparitisation, la silicification et la

pression-dissolution.

L'évolution du dépôt allant de la zone subtidale (mattes régulières planes et parallèle) passant par la zone de balancement des vagues (mattes ondulantes et/ou déchiquetées) jusqu'à la zone supratidale (microsparite homogène) est mise en évidence dans la Planche 2.

Géochimie Isotopique

Les isotopes de l'oxygène et ceux du carbone ont été étudiés dans le cadre de ce travail. L'oxygène est un marqueur des Paléotempératures et le Carbone fournit de précieuses informations Paléo environnementales. Néanmoins, l'interprétation précise de leurs enregistrements isotopiques fait l'objet de discussions car les processus qui les contrôlent sont nombreux, complexes et dépendent des conditions locales (altitude, végétation, régime hydrologique...) [TUCKER and WRIGHT, 1990 ; JACOBSEN et KAUFMAN, 1998]

Les valeurs de $\delta^{13}C$ sont fortement négatives et éloignées des valeurs isotopiques des carbonates standards du Néoprotérozoïque. Ces valeurs sont comprises entre -1.83 et -2.99 V-PDB représentant des allègements de 7‰.

Les valeurs obtenues de $\delta^{18}O$ sont négatives (de -8.95 à -11.4 V-PDB) et bien allégées (Tableau 1) comparativement aux carbonates étudiés par FRIMMEL et al.[2006] et DELPOMDOR [2007] et ceux des bassins régionaux de Nyanga (Gabon) et Sangha (Congo Brazza), étudiés par PREAT et al. [2013A] et qui conservent les valeurs standards de l'eau de mer du Néoprotérozoïque.

Les résultats des analyses isotopiques sont consignés dans le Tableau 1, et leurs corrélations avec les valeurs isotopiques d'eau de mer Néoprotérozoïque sont illustrées par la Figure 10a.

Ces allègements traduisent : (i) une augmentation de la

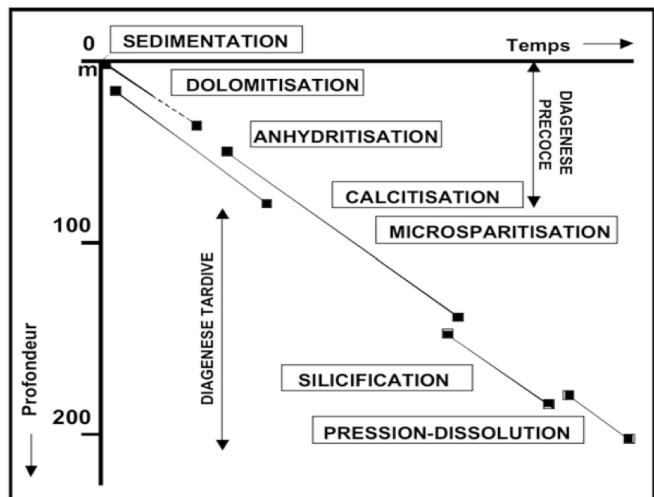
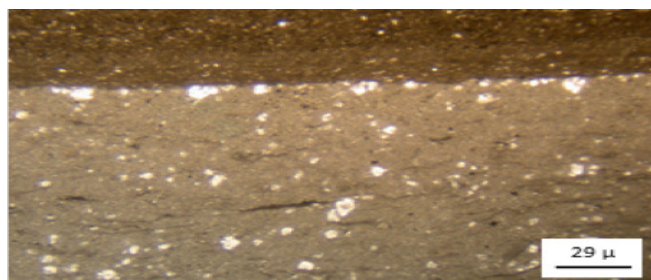
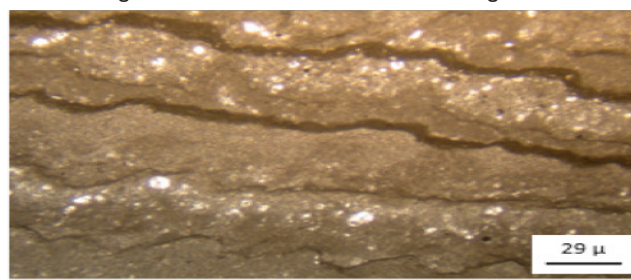


Figure 9| Séquence diagenétique du sondage DH8. (Les profondeurs figurées sont indicatives)



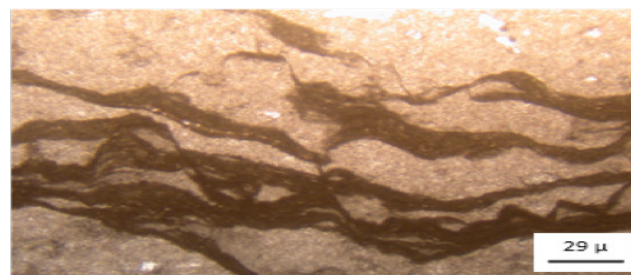
Mattes régulières planes parallèles avec microcristaux blancs et pyrite/matière organique



Mattes ondulantes avec niveaux de microcristaux blancs



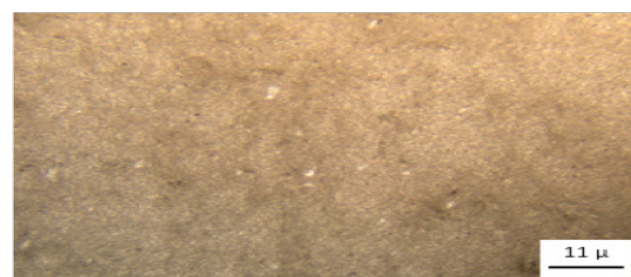
Interstratification de niveaux de mattes ondulantes microsparitisées en partie avec niveaux de pyrite.



Mattes déchiquetées, microsparitisées en partie



Microsparite avec reliques de mattes



Microsparite homogène avec quelques cristaux blancs

Planche 2| Evolution diagenétique du dépôt

Tableau 1 : Données isotopiques de C et O des Calcaires de Kwilu

#	Echantillon	$\delta^{13}\text{C}$ (V-PDB)	$\delta^{18}\text{O}$ (V-PDB)	Profondeur (m)	Numéro Lame Mince
1	ulb 86	0	-10.93	68.60	25
2	ulb 87	-2.06	-9.53	27.00	164
3	ulb 88	-2.08	-9.53	29.30	156
4	ulb 89	-2.67	-10.79	70.70	18
5	ulb 90	-2.13	-9.75	36.70	131
6	ulb 91	-1.97	-9.78	42.20	113
7	ulb 92	-2.16	-9.94	60.20	53
8	ulb 93	-2.43	-10.64	62.60	45
9	ulb 94	-2.00	-9.40	30.50	152
10	ulb 95	-2.99	-10.92	72.80	11
11	ulb 96	-2.69	-9.89	69.20	23
12	ulb 97	-2.17	-9.96	60.80	51
13	ulb 98	-2.23	-10.72	65.60	35
14	ulb 99	-2.18	-10.78	64.10	40
15	ulb 100	-1.90	-9.39	26.31	166
16	ulb 101	-2.22	-9.81	46.70	98
17	ulb 102	-2.09	-8.95	31.30	149
18	ulb 103	-2.34	-11.25	66.80	31
19	ulb 104	-1.83	-9.60	34.30	139
20	ulb 105	-2.10	-10.01	52.40	79
21	ulb 106	-1.88	-9.80	19.40	176
22	ulb 107	-2.19	-9.92	51.50	82
23	ulb 108	-1.99	-9.79	42.50	112
24	ulb 109	-2.08	-10.24	55.40	68
25	ulb 110	-2.97	-11.34	75.80	1
26	ulb 111	-2.91	-10.93	72.50	12
27	ulb 112	-2.04	-9.79	38.20	126
28	ulb 113	-2.31	-9.78	61.40	49
29	ulb 114	-2.77	-11.45	70.40	19
30	ulb 115	-2.85	-11.27	74.60	5
31	ulb 116	-2.70	-11.26	71.90	14
32	ulb 117	-2.19	-9.78	45.20	103
33	ulb 118	-2.83	-10.91	71.00	17
34	ulb 119	-2.72	-10.41	71.30	16
35	ulb 120	-2.19	-9.59	32.50	145

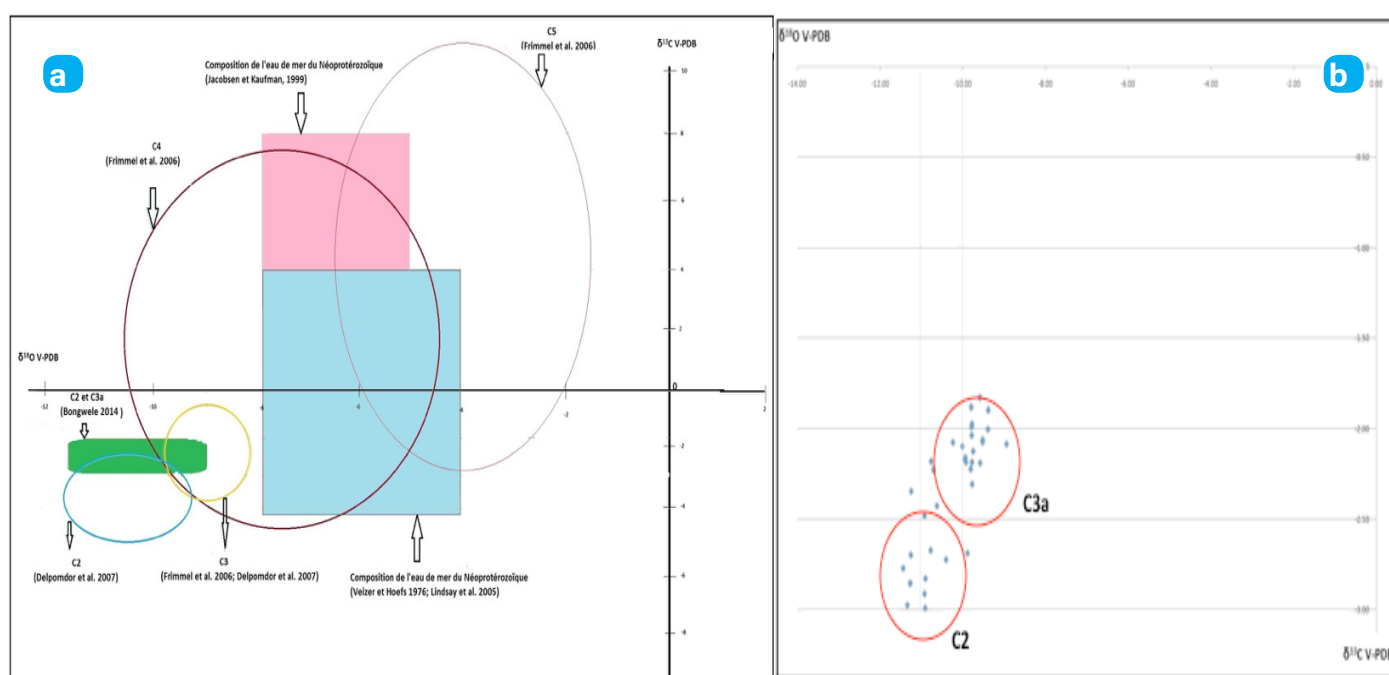


Figure 10| (a)Corrélation isotopes calcaire DH8 vs isotopes Eau de mer du Néoprotérozoïque, (b) Corrélation isotopes C / O calcaire DH8.

température liée soit à l'enfouissement soit à la tectonique ; (ii) une influence des eaux météoriques et/ou la dégradation de la matière organique (milieu vadose) et enfin (iii) une influence de processus de réduction sulphato- bactérienne (BSR).

A la **Figure 10b** en faisant une corrélation entre les isotopes de carbone et ceux d'oxygène et en comparant avec les données régionales, on peut retrouver le niveau stratigraphique.

CONCLUSION

Cent quatre vingt trois Lames minces ont été analysées à l'aide d'un microscope polarisant et 35 échantillons de poudre, préparées à partir de faciès homogène observé au microscope, pour les analyses isotopiques de Carbone et de Oxygène.

Trois Microfaciès ont été identifiés et représentant la séquence standard de la série sédimentaire. Cette séquence est affectée par la diagenèse montrant plusieurs phases se chevauchant dans le temps : sédimentation, dolomitisation, anhydritisation, calcitisation – microsparitisation, silicification et la pression-dissolution.

Le modèle sédimentaire proposé est celui d'un milieu lagunaire subtidal supérieur semi-restreint à restreint passant à un milieu supratidal évaporitique de type sebkha. L'analyse isotopique du carbone et de l'oxygène indique une augmentation de température liée soit à l'enfouissement régional soit à la tectonique ($\delta^{18}\text{O}$ de -9.59 à -11.45%) et une influence météoritique liée aux conditions vadoses au moment de la sédimentation ($\delta^{13}\text{C}$ -1.83 et -2.99%).

De la corrélation stratigraphique des 23 sondages dans la région, en se référant aux descriptions géologiques des carbonates de Kwilu, il ressort que les roches étudiées appartiennent réellement au groupe des Cataractes réparties entre le Kwilu (C1) et le Lukunga (CII). Dans cette région, tectoniquement active, la base est la dolomie rose C1 et le sommet est le shale calcareux de Lukunga (C4). On y retrouve aussi le C2 et le C3 (a et b).

Deux unités stratigraphiques ont été traversées par le sondage DH8, à savoir : le sommet du C2 et la base du C3a (**Figure 11**).

RESUME

Ce travail consiste en une étude lithostratigraphique et paléoenvironnementale des carbonates (Néoprotérozoïque) du sondage DH8 dans la zone de transition de la chaîne west-congo, zone de contact entre les roches du Mayumbien/Zadinien et celles du Ouest congolien.

Une étude pétrographique sur 183 lames minces, a permis de ressortir une séquence standard constituée de trois microfaciès traduisant le passage des milieux subtidaux élevés aux milieux émergés (supratidaux) avec formation d'évaporites (Sebkha). Cette séquence est fortement affectée par une diagenèse montrant plusieurs phases et se chevauchant partiellement : dolomitisation, anhydritisation, microsparitisation et silicification. La succession de ces microfaciès montre le passage des faciès subtidaux à supratidaux.

Macroscopiquement, les bases subtidales sont laminaires, grises ou vertes (association chlorite - micas) et constituées de tapis à cyanophycées entrecoupés des structures enterolithiques tandis que des parties supratidales sont homogènes (microsparite) de couleur grises/noires.

Les analyses isotopiques de Carbone ($\delta^{13}\text{C}$) et de l'Oxygène ($\delta^{18}\text{O}$) ont mis en évidence l'influence du CO_2 (milieu vadoses) et une augmentation de température (environ 70°C) atteinte lors du dépôt de cette série. Cette augmentation est due à l'enfouissement de la série et à la tectonique ayant affecté la région. Les valeurs de $\delta^{18}\text{O}$ (entre -8.95% et -11.45%), sont éloignées des valeurs standards de l'eau de mer du Néoprotérozoïque. Cela traduit

une microsparitisation réalisée au dépend de fluide météorique avec des allègements de 1 à 2%. Les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ (-1.83% et -2.99%) traduisent l'importance des milieux vadoses lors de la sédimentation. Deux unités lithostratigraphiques ont été reconnues : C3a et C2

MOTS CLES

Néoprotérozoïque, Kwilu, Carbonates, lithostratigraphie, paléoenvironnement, analyse isotopique.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les autorités de la société Nyumba ya Akiba SA/ Cimenterie Kongo pour avoir accepté que les carottes soient mises à notre disposition pour les différentes études. Toute notre gratitude à la coopération Belgo- Congolaise par le biais des institutions MRAC et le CRGM pour l'assistance financière et technique.

REFERENCES ET NOTES

- ALVAREZ P. et MAURIN J.-C. [1991]. Evolution sédimentaire et tectonique du bassin protérozoïque supérieur de Comba (Congo) : stratigraphie séquentielle du Supergroupe Ouest-Congolien et modèle d'amortissement sur décrochements dans le contexte de la tectogénèse panafricaine. *Precambrian Res.*, 50 : 137-171.
- BATHRUST R.G.C. [1975]. *Carbonate Sediments and Their Diagenesis. Developments in Sedimentology*, 12. Amsterdam: Elsevier Pub. Co., 658 p
- BAUDET, D. FERNANDEZ-ALONSO M., KANT KABALU F., TACK L., THEUNISSEN K., DEWAELE S., EEKELERS K., KADJA G., MUJINGA E., NSEKA P., PHAMBU J., KITAMBALA N., KONGOTA E., MATUNGILA J., MUANZA P., TSHIBWABWA A.M., [2013]. Notice explicative de la carte géologique de la Province du Bas-Congo et Carte géologique à l'échelle de 1/500.000, version 1.0, MRAC- CRGM, Inédit, 50p.
- CAHEN L. [1950]. Le Calcaire de Sekelolo, le Complexe tillitique et la Dolomie rose C1 dans l'Anticlinal de Congo dia Kati (Bas-Congo). *Annales du Musée du Congo Belge, Tervuren (Belgique)*, Série in 8°, Vol. 7, 55 p.
- CAHEN L. [1954]. *Géologie du Congo Belge*. Liège : Vaillant-Carmane, S. A., 577 p.
- CAHEN L. [1978]. La stratigraphie et la tectonique du Supergroupe Ouest-Congolien dans les zones médiane et externe de l'orogénèse Ouest-Congolien (Pan-African) au Bas-Zaïre et dans les régions voisines. *Annals of Royal Museum for Central Africa, Tervuren*, in 8°, Sci. Geol., 83: 150 p.
- CLARK D.N. [1980]. The diagenesis of Zechstein carbonates sediments. In: *The Zechstein Basin with Emphasis on Carbonate Sequences*, FÜCHTBAUER H. & PERYT T. (eds). Stuttgart : E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 9 : 167-203.
- DELHAYE F. ET SLUYS M. [1923]. *Esquisse géologique du Congo occidentale. Etude du système Schistocalcaire ; missions géologiques de 1914 et 1918-19*. Bruxelles-Uccle. Etabl. Cartograph.E. Patesson, 1923-1924.
- DELPOMDOR F., [2007]. *Lithostratigraphie et sédimentologie de la chaîne Ouest Congolienne du Néoprotérozoïque supérieur (Formation de la Diamictite supérieure et Sous-groupe du Schisto-Calcaire) Bas-Congo, République Démocratique du Congo*, Unpubl. MSc thesis, Free University of Brussels, 138 p.
- DELPOMDOR F. et PRÉAT A., [2013]. Early and late Neoproterozoic C, O and Sr isotope chemostratigraphy in the carbonates of West Congo and Mbuji Mayi supergroups : A preserved marine signature ? *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology.*, 389, 35-47.
- FLUGEL E., [2004]. *Microfacies of carbonates rocks. Analysis, Interpretation and Application* 2nd ed. Springer. New York.
- FOUCAULT A. et RAOULT J.-F. [2005]. *Dictionnaire de Géologie*. 6ème Ed., Dunod, 382 p.
- FRIMMEL H.E., [2009]. Trace element distribution in Neoproterozoic carbonates as paleoenvironmental indicator, *Chemical Geology* 258(3-4), 338-353.
- GINSBURG R.N. and HARDIE L.A. [1975]. Tidal and storm deposits, northeastern Andros island, Bahamas. In: GINSBURG R.N. (Ed), *Tidal deposits : A casebook of Recent Examples and Fossil Counterparts*. Berlin : Springer-Verlag, 201-208
- HOEFS J. [1987]. *Stable isotope geochemistry*. 3ème Ed., Springer-Verlag, 241 p.

- HOFFMAN P.F. [1999].** *The break-up of Rodinia, birth of Gondwana, true polar wander and the Snowball Earth.* *J. Afr. Earth Sc.*, 28/1 : 17-33.
- JACOBSEN S.R. & KAUFMAN A.J. [1998].** *The Sr, C and O isotopic evolution of Neoproterozoic seawater.* *Chem. Geol.*, 161 : 37-57.
- KINSMAN D.J.J. [1966].** *Gypsum and anhydrite of recent age, Trucial Coast, Persian Gulf.* In: *Second Symposium on Salt.* *N. Ohio Geol. Soc.*, 1: 302-326.
- LEPERSONNE J. [1951].** *Données nouvelles sur la stratigraphie des territoires anciens du Bas-Congo.* *Bull. Soc. Belg. Geol. Paleont. Hydro.*, LX (2) : 169-189.
- LEPERSONNE J., [1973].** *Carte géologique à l'échelle 1/200.000.* Notice explicative de la feuille Ngungu (degré carré S6/14 = SB 33.9). République Démocratique du Congo, Département des Mines, Direction du Service Géologique.
- MAURIN J.-C., [1993].** *La chaîne panafricaine ouest-congolienne: corrélation avec le domaine Est-Brésilien et hypothèse géodynamique.* *Bulletin de la société Géologique de France* 764, 51-60.
- MERZERAUD G., [2009].** *Stratigraphie séquentielle : Histoire, Principe et Applications.* Vuibert.
- PRÉAT A., PRIAN J.P., THIÉBLEMONT D., MABICKA OBAME R., DELPOMDOR F., [2011 (b)].** *Stable isotopes of oxygen and carbon compositions in the Neoproterozoic of South Gabon (Schisto-Calcaire Subgroup, Nyanga Basin): Arc cap carbonates and lithoherms recording a particular destabilization event after the marinoan glaciation?* *Journal of African Earth sciences* 60 (4), 273-287.
- POIDEVIN J.-L. [2004].** *Chimiostratigraphie des unités carbonatées de la bordure nord du craton du Congo.* *Résultats Préliminaires.* 20ème Coll. Géol. Afr, Orléans-France.
- PURSER B.H. [1980].** *Sédimentation et Diagenèse des Carbonates néritiques récents.* Tome 1. Technip. Paris
- STRAATHOF, G.B., [2011].** *Neoproterozoic Low Latitude Glaciations: An African Perspective.* Ph.D. Thesis University of Edinburg, 285pp.
- TACK, L., [1983].** *Extension du Mayumbien au Bas-Zaïre : le problème de sa délimitation cartographique et implications sur les concepts du cadre géologique général du Précambrien du Bas-Zaïre.* *Mus. roy. Afr. centr., Tervuren (Belg.), Dépt. Géol. Min., Rapp. Ann.*, 1981 - 1982, 127 - 133.
- TACK L., WINGATE M.T.D., LIEGEOIS 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.* *Precambrian Res.*, 110 : 277-306.
- TUCKER E.M. and WRIGHT V.P. [1990].** *Carbonate sedimentology.* Black. Sc. Pub., 482 p.
- ZHAO G., SUN M., WILDE S.A., LI S. and ZGANG J., [2006].** *Some key issues in reconstructions of Proterozoic supercontinents.* *Journal of Asian Earth Sciences* 28, 3-19



This work is in open access, licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in the credit line; if the material is not included under the Creative Commons license, users will need to obtain permission from the license holder to reproduce the material. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>