

Caractérisation sédimentologique des sables superficiels de la zone côtière gabonaise dans le secteur de Setté-Cama.

Ondo Zue Abaga Norbert⁽¹⁾, Makaya M'voubou⁽¹⁾, Mouyalou Vivino Max Thierry⁽²⁾,

⁽¹⁾ Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), URESTE, Faculté des Sciences, Département de Géologie. BP 943 Franceville, Gabon.

⁽²⁾ Centre National des Données et de l'Information Océanographiques (CNDIO), BP 10961 Libreville, Gabon

*Auteur correspondant : n.ondo@hotmail.fr

Résumé

Les analyses granulométriques et morphoscopiques des sables de Setté-Cama dans le bassin côtier gabonais ont permis de caractériser les paléo-conditions de leur mise en place. Les sables étudiés montrent une augmentation de la taille des grains des zones côtières vers l'océan. Dans l'ensemble, ces sables fins à grossiers sont moyennement classés et présentent une asymétrie marquée vers les éléments fins. L'essentiel des sables étudiés provient d'un environnement de type plage, du domaine de dune côtière. Toutefois, les sables issus de la forêt continentale intermédiaire présentent une origine fluviale prépondérante. L'aspect émoussé luisant prédominant des grains de quartz dans tous les sites de prélèvement indique un transport aquatique. En revanche, la présence de grains ronds mats témoigne d'un transport éolien. Les sables de Setté-Cama sont essentiellement constitués de quartz. L'absence de réseaux fluviaux sur cette partie du bassin côtier gabonais suggère une origine distale des sédiments, conséquence de remaniements répétés en rapport avec des changements climatiques pendant le Quaternaire récent.

Mots-clés : Granulométrie, morphoscopie, sables, Setté-Cama, paléoenvironnement, Gabon

Abstract

Sedimentological characterization of the superficial sands of the Gabonese coastal zone in the Setté-Cama sector

The paleo-conditions of Setté-Cama sands deposit, located in the Gabonese coastal basin, were characterized through granulometric and morphoscopic analyzes. Grain size of the studied sands increases from the mainland to the ocean. Overall, these fine-to-coarse sands are moderately graded with a strong asymmetry to the fines. Almost all of Setté-Cama sediments results from a beach-type environment in the coastal dune area. However, the sands from the intermediate continental forest have a predominant fluvial origin. The predominantly shiny blunted appearance of quartz grains at all sample sites indicates aquatic transport. On the other hand, the presence of round matte grains testifies to wind transport. The sands of Setté-Cama are essentially made of quartz. The absence of fluvial networks on this part of the Gabonese coastal basin suggests a distal origin of the sediments, consequence of repeated reworkings in relation with climate changes during the recent Quaternary.

Keywords: Granulometry, morphoscopy, sands, Setté-Cama, paleoenvironment, Gabon

INTRODUCTION

Setté-Cama est un village côtier situé sur un cordon sableux dans la partie sud du bassin sédimentaire côtier gabonais (Fig. 1). L'évolution géodynamique de ce bassin s'étend du Néocomien au Pléistocène et résulte des événements tectoniques et eustatiques associés respectivement à l'ouverture de l'Océan Atlantique (Tisserenc et Villemain, 1990), et aux grands événements climatiques quaternaires enregistrés dans le golfe de Guinée (Delibrias *et al.*, 1973 ; Giresse et Kouyoumontzakis, 1974 ; Peyrot et Oslisly, 1985 ; Peyrot *et al.*, 1990 ; Peyrot, 2004). Cette étude vise à analyser les sables superficiels de Setté-Cama qui reposent sur les dépôts gravo-sableux de la Série des Cirques d'âge plio-pléistocène (Dadet, 1969). L'objectif de cette étude est de caractériser les paléo-conditions de la mise en place de ces sables, jaunes ocres et incolores, retrouvés dans divers environnements morpho-sédimentaires de type savane, berge de la lagune Ndougou et cordon littoral sous forêt.

À l'échelle du Gabon, quatre grandes phases de fluctuation du niveau de l'Océan Atlantique ont été mises en évidence pendant le Quaternaire récent (Giresse, 1989 ; Clist, 1995). Ces fluctuations seraient à l'origine des formes

sédimentaires superficielles et du paysage régional comprenant une mosaïque forêt-savane-lagune jalonnant la plaine côtière gabonaise. Il s'agit de :

- la *transgression inchiérienne* (de 40 000 à 30 000 ans BP), concomitante d'une période humide de biostase (Schwartz *et al.*, 1986) ;

- la *régression ogolienne*, du Pléistocène supérieur (de 25 000 - 10 000 ans BP), liée à une longue période sèche et fraîche, occasionnant des apports terrigènes littoraux vers 11 500 ans BP (Giresse et Lanfranchi, 1984) dus à la dégradation du couvert végétal sur le bassin versant des cours d'eau ;

- la *transgression holocène* (de 8 500 à 8 000 BP), avec d'importantes arrivées d'eaux continentales chaudes jusqu'à l'océan, chargées en sédiments terrigènes résultant d'une intense érosion pluviale sur le continent (Giresse et Lanfranchi, 1984) et,

- la *régression taffolienne* vers 3 000 ans BP à l'origine de la formation des cordons parallèles du littoral gabonais, c'est le cas de la série des cordons littoraux constitutifs de la flèche de Mandji (Lebigre, 1983) située au Nord de la zone d'étude.

Ces fluctuations climatiques ont favorisé les principales

variations du domaine forestier du Quaternaire récent. Maley (2001, 2002 et 2003) révèle une nette fragmentation du massif forestier d'Afrique Centrale vers 3 000-2 500 BP due à la péjoration climatique avec un maximum d'extension des savanes. Selon cet auteur, la forêt a été à nouveau en extension depuis 2000 BP jusqu'à l'actuel.

De manière générale, de nombreux auteurs ont étudiés la dynamique sédimentaire et la géomorphologie du littoral gabonais, notamment dans la zone de Libreville (Lebigre, 1983 ; Peyrot *et al.*, 1990 ; Mbina Mounguengui *et al.*, 2002 ; Mouyalou, 2017). Cependant, aucune donnée spécifique sur les sables la zone étudiée n'a été trouvée dans la littérature. Dans cette étude, les sables superficiels de Setté-Cama prélevés sous forêts clairsemées et sous savanes sont, pour la première fois, caractérisés à travers des analyses granulométriques et morphoscopiques afin de comprendre la dynamique des paléo-conditions de leur mise en place.

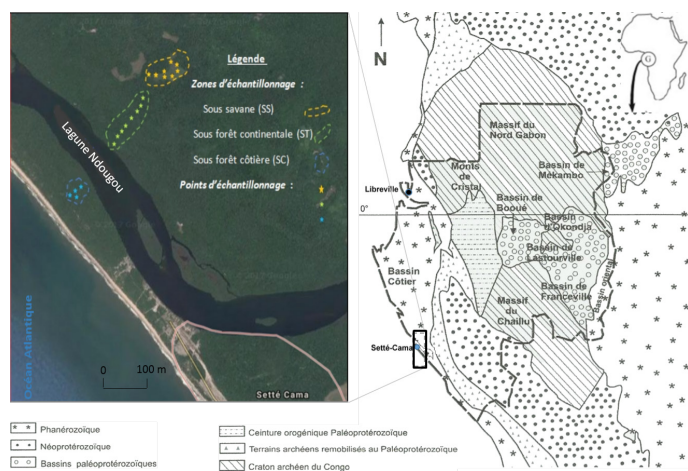


Figure 1: Localisation de la zone d'étude et des sites de prélèvement sur la carte géologique du Gabon (d'après Chevallier *et al.*, (2002).

CADRE GÉOLOGIQUE

D'une superficie d'environ 50 000 km², le bassin sédimentaire côtier gabonais est formé de couches phanérozoïques peu ou pas déformées (Chevallier *et al.*, 2002) (Fig. 1). Le développement de ce bassin est directement lié à l'ouverture de l'Atlantique ayant conduit à la séparation des continents africain et sud-américain pendant le Crétacé (Lebigre, 1983 ; Ala et Selley, 1997 ; Dupré *et al.*, 2011). L'évolution du bassin côtier gabonais s'est réalisée en cinq grands stades correspondant à la formation, à différentes époques, de deux bassins sédimentaires (un bassin oriental et un bassin atlantique) séparés par le horst étroit de Lambaréné d'orientation NW-SE. Dans le bassin oriental ou intérieur (10 000 km²) affleurent les séries les plus anciennes d'origine continentale. Le bassin atlantique (40 000 km²) a un remplissage comprenant des séries à dominante marine datées de l'Aptien supérieur au sommet du Tertiaire (Tisserenc et Villemin, 1990). Plusieurs phases tectoniques affectent la marge continentale au cours du Tertiaire, la plus importante est liée au soulèvement de la marge au Burdigalien (22 Ma). L'histoire tectono-sédimentaire du bassin côtier comprend trois stades : un stade pré-rift (anté-Néocomien) caractérisé par des dépôts glaciaires, puis lacustres bitumineux suivis de dépôts fluviaux, un stade syn-rift (Néocomien – Aptien inférieur) à matériel détritico-fluvial, et un stade post-rift (Albien - Actuel) (Chevallier *et al.*, 2002). La dernière phase du rifting,

du Miocène au Pléistocène, correspond à une sédimentation progradante, sans mouvements tectoniques (Reyre, 1964; Teisserenc et Villemin, 1990 ; Lundin, 1992 ; Mauduit, 1998 ; Chevallier *et al.*, 2002). Ces dépôts essentiellement sableux et plus argileux caractéristiques du Miocène moyen sont couverts par plusieurs dizaines de mètres de sables arkosiques de la série des Cirques, d'âge plio-pléistocène, qui reposent en discordance cartographique sur toutes les séries précédentes (Dadet, 1969 ; Chevallier *et al.*, 2002). Cette dernière série sédimentaire représente le substratum sur lequel repose les sédiments superficiels étudiés dans la région de Setté-Cama.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les sables étudiés sont des sédiments superficiels qui ont été prélevés à 15 cm de profondeur sur les berges (rive droite et rive gauche) de la lagune Ndougou, suivant le transect SW-NE (Fig. 1). Au total 20 échantillons ont été collectés : 4 sous forêt clairsemée littorale atlantique désignée Côtière (SC), 8 sous forêt dense humide tropicale désignée continentale (ST) et 8 sous savanes (SS) à graminées. Chaque prélèvement a été géoréférencé à l'aide d'un GPS. Ces sédiments présentent des faciès différents suivant la direction SW-NE. A l'état sec, selon le Code Munsell 2009, la teinte des sables varie de hyalin à blanc (2.5Y 8/1) sous forêt et de jaune ocre à brun pâle (2.5Y 7/4) sous savane.

Ces sables ont fait l'objet d'analyses granulométriques pour déterminer les différentes classes granulométriques. Ensuite, une étude morphoscopique des grains de quartz a été effectuée pour déterminer les milieux de transport et de dépôt.

Étude granulométrique

Les sédiments après lavage ont été tamisés par agitation à sec selon la procédure classique (Rivière, 1977), sur une colonne AFNOR de 7 tamis à maille décroissante allant de haut en bas de 2 mm à 50 µm. Ce tamisage a été effectué pendant 15 minutes en continu avec une amplitude d'agitation constante. Les refus récoltés dans chaque tamis ont été pesés sur une balance électronique dont la précision est de 0,01g. Selon la méthode de Folk et Ward (1957), les résultats obtenus ont permis de calculer les principaux paramètres granulométriques qui sont la médiane (Md), le mode (Mo), l'asymétrie ou le Skewness (Sk) et l'écart type ou Sorting (So). De ces résultats, le mode de transport des sédiments a été déterminé ainsi que les milieux de dépôt issus des diagrammes de Visser (1969) et de Moiola et Weiser (1968). En effet, de nombreuses études ont montré que les diagrammes Md-So et Sk-Md, appliqués aux sables, permettent de déterminer leur milieu de dépôt (N'Guessan *et al.*, 2014 ; Kizito *et al.*, 2016 ; N'Goran *et al.*, 2016).

Étude morphoscopique

L'analyse morphoscopique des grains de quartz a été réalisée à la loupe binoculaire à un grossissement de 40. Le comptage a été effectué sur 100 grains par échantillon. L'objectif était de retracer leurs conditions de transport. L'aspect de surface et la forme d'un grain de quartz sont étroitement liés aux environnements et aux modes de transport. Cailleux (1947) propose ainsi le classement de l'ensemble des grains de quartz en trois catégories : les non-usés (NU) correspondant à un sable proche de sa source de matériel, les émoussés luisants (EL) qui caractérisent un transport aquatique et les ronds mats (RM) qui indiquent un transport éolien.

RÉSULTATS

Paramètres granulométriques des sables

Les paramètres granulométriques tels que la médiane (Md), le mode (Mo), indice de triage ou Sorting (So) et asymétrie ou Skewness (Sk), définis par Folk et Ward (1957), sont donnés dans le Tableau I. Ils permettent de caractériser les sédiments et les paléo-processus de transports et de sédimentation (Pinot, 1993).

Tableau I: Paramètres granulométriques des sables prélevés à Setté-Cama, sous forêt côtière (SC), et du coté Est de la lagune (continental) sous forêt(ST) et sous savane(SS).

Sites	Profondeur (cm)	Paramètres granulométriques					Caractéristiques granulométriques			
		Echantillon	Md	Mo	Sk	So	Faciès	Mode de classement	Fraction la mieux classée	
Sous forêt côtière (SC)	15	SC_1	0,75	0,5mm	-0,0315	1,247774	Sable moyen	assez bien classé	fraction fine	
	15	SC_2	0,75	0,5mm	-0,0225	1,255078	Sable moyen	assez bien classé	fraction fine	
	15	SC_3	0,75	0,5mm	0,031	1,224418	Sable moyen	assez bien classé	fraction grossière	
	15	SC_4	0,75	0,5mm	-0,063	1,464297	Sable moyen	moyennement classé	fraction fine	
Sous forêt Continentale (ST)	15	ST_1	0,65	0,5mm	0,0125	1,394433	S a b l e m o y e n	moyennement classé	fraction grossière	
	15	ST_2	0,51	0,250mm	0,075	1,470429	sable fin	moyennement classé	fraction grossière	
	15	ST_3	0,45	0,250mm	0,1725	1,537812	sable fin	moyennement classé	fraction grossière	
	15	ST_4	0,625	0,5mm	0,003	1,446926	S a b l e m o y e n	moyennement classé	fraction grossière	
	15	ST_5	0,45	0,250mm	0,105	1,414214	sable fin	moyennement classé	fraction grossière	
	15	ST_6	1,2	1mm	-0,075	1,414214	s a b l e g r o s s i e r	moyennement classé	fraction fine mieux classé	
	15	ST_7	1	0,5mm	0,125	1,414214	S a b l e m o y e n	moyennement classé	fraction grossière	
	15	ST_8	0,9	0,5mm	0,2245	1,415157	S a b l e m o y e n	moyennement classé	fraction grossière	
Sous Savane (SS)	15	SS_1	0,312	0,250mm	0,0155	1,415834	Sable fin	moyennement classé	fraction grossière	
	15	SS_2	0,37	0,250mm	-0,045	1,680336	Sable fin	moyennement classé	fraction fine	
	15	SS_3	0,37	0,250mm	-0,052	1,754116	Sable fin	moyennement classé	fraction fine	
	15	SS_4	0,37	0,250mm	-0,02	1,477098	Sable fin	moyennement classé	fraction fine mieux classé	
	15	SS_5	0,37	0,250mm	-0,02	1,477098	Sable fin	moyennement classé	fraction fine	
	15	SS_6	0,37	0,250mm	-0,035	1,589439	Sable fin	moyennement classé	fraction fine	
	15	SS_7	0,375	0,250mm	-0,005	1,4	Sable fin	moyennement classé	fraction fine	
	15	SS_8	0,375	0,250mm	-0,005	1,4	sable fin	moyennement classé	fraction fine	

La médiane des sables se situe à 750 μm pour les sables prélevés sous forêt côtière (SC). Elle varie fortement sous forêt continentale (ST) et légèrement sous savane (SS), respectivement de 0,45 à 1,2 μm et de 0,312 à 0,375 μm . Par ailleurs, le mode qui détermine la plus grande fréquence d'un échantillon de sédiment est de 500 μm pour SC, il varie de 250 μm à 1 mm pour ST (la moyenne sur tous les échantillons est égale à 469 μm) et 250 μm pour SS (Tableau I). Bien que les sables sous ST soient très hétérogènes, ces résultats démontrent le caractère plus grossier des sables en allant vers la plage.

En dépit de cette variabilité granulométrique, les sédiments sont dans l'ensemble moyennement classés à assez bien classés. Cependant, la fraction fine est mieux classée dans les sables issus des sites SC et SS alors que la fraction grossière

est mieux classée pour les sables de ST.

Les valeurs Sk traduisent dans l'ensemble une prépondérance d'une asymétrie vers les éléments fins (Tableau I), notamment pour les sites de prélèvement SC (75% Sk<0 et 25% Sk>0) et SS (100% Sk<0 et 0% Sk>0). Par contre, pour le site ST (12,5% Sk<0 et 85,5% Sk>0), la fraction grossière est plus importante que la fraction fine.

Outre ces paramètres granulométriques, la proportion des classes granulométriques (CG) par site a également été prise en compte pour analyser la dynamique sédimentaire (Tableau II). Une différence a été constatée dans les proportions de CG pour l'ensemble des échantillons et des sites. En effet, chaque échantillon se distingue des autres par l'association de plusieurs CG allant des Sables Très Grossiers (STG), Sables Grossiers (SG), Sables Moyens (SM), Sables Fins (SF) et Sables Très Fins (STF) selon la classification de Wentworth (1922).

L'analyse de la différence des CG pour l'ensemble des échantillons révèle une hétérogénéité des processus de transport et de sédimentation pour les sédiments analysés. En effet, une importante sédimentation fine (SF) entre 30% et 50% respectivement pour les sédiments STF et SF a été mise en

Tableau II : Proportion des classes granulométriques pour l'ensemble des sites

Sites	Proportion des Classes granulométriques				
	STG (%)	SG (%)	SM (%)	SF (%)	STF (%)
SC	0,88 ± 0,89	14,29 ± 7,78	70,56 ± 15,75	14,09 ± 8,04	0,16 ± 0,14
ST	1,28 ± 0,80	22,67 ± 19,90	45,37 ± 9,67	26,69 ± 21,92	3,98 ± 3,25
SS	0,11 ± 0,17	2,01 ± 0,47	16,84 ± 1,47	49,98 ± 3,87	27,35 ± 11,96

STG : Sables Très Grossiers

SG : Sables Grossiers

SM : Sables Moyens

SF : Sables Fins

STF : Sables Très Fins

évidence pour les échantillons sous savane (SS) (Tableau II). Cette sédimentation fine (SF) se retrouve également au niveau des sédiments sous forêt continentale (ST), avec cependant une apparition seule ou en association des sables moyens et grossiers à près de 40 %. À l'opposé, les sédiments sous forêt côtière (SC) se distinguent par la faible proportion des sédiments fins. Ils sont marqués par la prédominance des sables moyens (70 % en moyenne).

Facies granulométriques des sédiments

Les courbes cumulatives semi-logarithmiques des sables (Fig. 2) présentent un faciès hyperbolique pour les sables sous forêt côtière (SC) et sigmoïde à pente variable pour les sables sous savane (SS). Il y a un mélange de ces deux faciès dans les sables sous forêt continentale (ST), avec néanmoins une prédominance de faciès sigmoïde. Ces faciès indiquent un dépôt par décantation, suite à une diminution de l'énergie de courant pour SS et un dépôt par excès de charge à la suite de la diminution progressive de la compétence du milieu transporteur pour SC. Pour ST, la présence des deux faciès (sigmoïde et hyperbolique) indiquent un dépôt par décantation associé à un dépôt par excès de charge, traduisant ainsi le caractère hétérogène de ST.

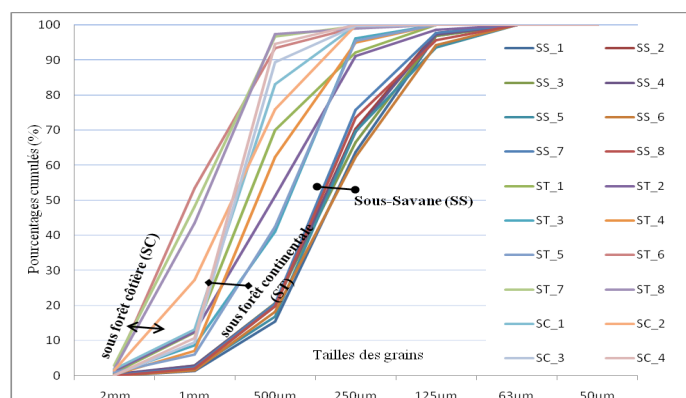


Figure 2: Superposition de l'ensemble des courbes cumulatives des sables de Setté-Cama.

D'une manière générale, plus la pente de la courbe est faible (courbe aplatie), plus la proportion des grains fins est importante et inversement. Fort de ce principe, il apparaît clairement une augmentation de la taille des sédiments dans le sens sous savane (SS), sous forêt continentale (ST) et sous forêt côtière (SC). Ces résultats sont en accord avec les valeurs des paramètres granulométriques obtenues tels que la médiane (Md) et le mode (Mo). Toutefois à l'intérieur d'un faisceau de courbes cumulatives issues d'un même environnement, il existe également de nombreuses différences (Fig. 2). Exception

est faite pour les sédiments SS dont les courbes présentent une distribution plus ou moins régulière.

Environnements de dépôt des sédiments

Les diagrammes Md-So (Fig. 3) et Sk-Md (Fig. 4) de l'évolution des paramètres granulométriques des sables de Setté-Cama permettent de déterminer leur milieu de dépôt.

Le diagramme Md-So (Fig. 3) révèle que 35% des sédiments proviennent du domaine de rivière et 65% du domaine de plage. Les sables issus de la forêt côtière (SC) et de la savane (SS) appartiennent essentiellement à un environnement de dépôt de type plage, alors que ceux de la forêt intermédiaire (ST) présentent une dispersion des points entre ces deux domaines indiquant la prédominance d'une influence fluviale. Il est toutefois important d'apporter quelques précisions sur l'origine fluviale dont il est fait mention ici. Il ne s'agit en aucun cas des apports actuels alors. L'absence de rivière d'importance dans la zone d'étude corrobore pleinement ce constat.

Par ailleurs, le diagramme Sk-Md (Fig. 4) présente un nuage de points répartis entre le domaine de dune continentale (35%) et côtière (65%). Ce diagramme Sk-Md montre que la plupart des sédiments appartiennent au domaine de dune côtière en dehors des sables de forêt intermédiaire (ST) qui sont majoritairement issus du domaine de dune continentale.

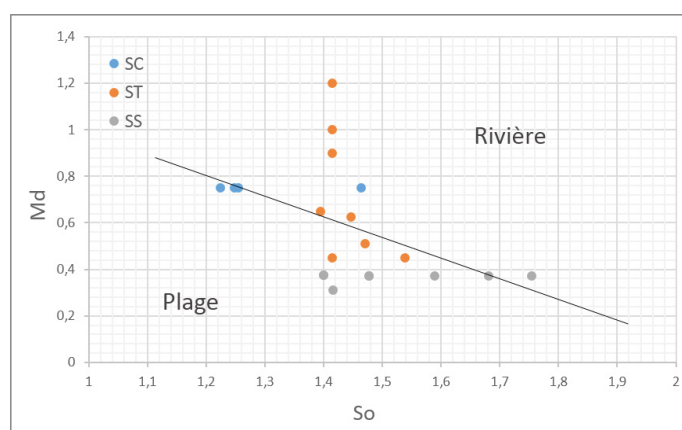


Figure 3: Diagramme Md-So des sables de Setté-Cama

Morphoscopie des grains de sable

Les proportions des caractères morphoscopiques des grains de quartz sont assez variables dans les trois sites. On obtient en moyenne 2-6%, 60-70% et 27-33%, respectivement pour les caractères non usés (NU), émoussés-luisants (EL) et rond-mats (RM) (Fig. 5). La proportion de grains NU observée dans l'ensemble des sites décroît en allant du continent vers

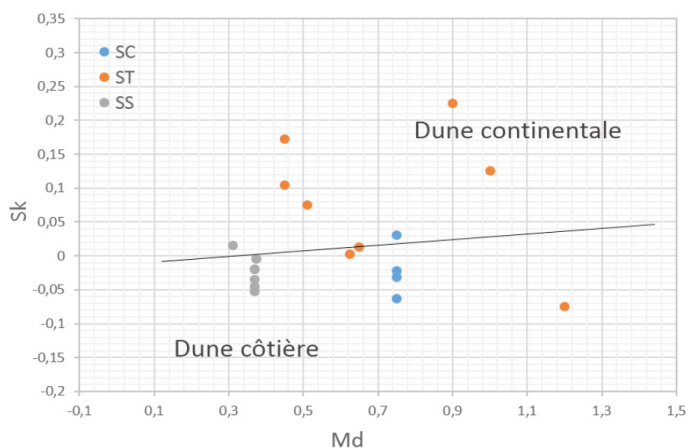


Figure 4: Diagramme Sk-Md des sables de Setté-Cama

l'océan. Par contre, la proportion des grains EL augmente légèrement en allant vers l'océan. Les grains RM, assez présents dans nos échantillons (30% en moyenne par site), caractérisent une évolution en milieu éolien notamment sur les dunes littorales.

Les sédiments observés à loupe binoculaire sont essentiellement constitués de grains de quartz généralement hyalins. Seuls les sables prélevés sous savane sont de couleur jaune ocre et présentent très rarement des grains opaques noirs qui pourraient être des ilménites. L'aspect de ces quartz traduit une altération chimique des grains.

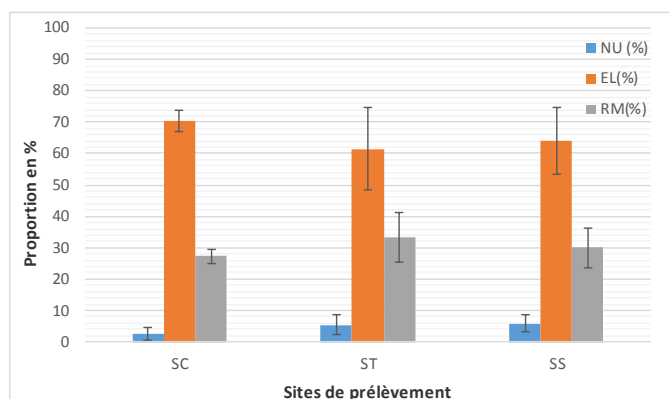


Figure 5: Caractères morphoscopiques des grains de quartz des sables de Setté-Cama

DISCUSSION

L'ensemble des sédiments étudiés révèle que la région de Setté-Cama est essentiellement couverte de sables moyennement à assez bien classés (Tableau I). Les analyses granulométriques indiquent une forte variabilité entre les différents sites étudiés. En effet, les grains sont plus fins sous savane. Leur taille augmente allant vers l'océan. Les diagrammes Md-So (Fig. 3) et Sk-Md (Fig. 4) montrent que l'essentiel des sables étudiés proviennent de la plage et appartiennent généralement au domaine de dunes côtières. Ces dépôts sableux dunaires ont pu être alimentés par déflation des plages formées sur la côte gabonaise lors de la régression *taffolienne* en concordance avec une période sèche de l'Holocène moyen (Lebigre, 1983). Giresse et Kouyoumouzakakis (1990), en étudiant les oscillations holocènes de la ligne de rivage, ont confirmé cette régression avec notamment une recrudescence des actions de déflation éolienne. L'aspect rond mat du tiers des sables pour chaque site étudié témoigne d'un transport éolien (Fig. 5).

Toutefois, les sables sous forêt intermédiaire (ST) sont

majoritairement issus d'un environnement de type rivière, du domaine continental. Ces sédiments, prélevés dans une zone dépourvue de fleuves, proviendraient du remaniement des paléo-dépôts continentaux d'origine fluviale de la Série des Cirques d'âge plio-pléistocène (Dadet, 1969 ; Chevallier *et al.*, 2002) qui affleurent dans le secteur littoral au Sud mais aussi au Nord du Delta de l'Ogooué (Giresse et Kouyoumouzakakis, 1974). L'aspect des grains de quartz, majoritairement émoussés luisants, confirme que ces grains ont séjourné dans un milieu aquatique (Fig. 5). Ce caractère émoussé luisant semble augmenter en allant vers la plage. Cela pourrait s'expliquer soit par une sous-saturation en silice dissoute de l'eau de mer qui nettoie la pellicule altérée des grains déposés à la plage, soit par un transport par gravité des sédiments d'origine continentale vers la côte ou leur important remaniement lié aux fluctuations climatiques fini-holocènes (Giresse et Kouyoumouzakakis, 1990). Au niveau du littoral gabonais, l'abondance des grains émoussés-luisants témoigne souvent de leur origine plutôt marine (Peyrot *et al.*, 1990 ; Mouyalou, 2017).

De manière générale, une grande majorité des sédiments étudiés semble avoir évolué dans un milieu marin à littoral à forte énergie. La forme sigmoïde prédominante des courbes granulométriques (Fig. 2) est la preuve d'un faciès de sable littoral bien classé avec évacuation de particules fines (Moiola et Weiser, 1968 ; Rivière, 1977 ; Saidi *et al.*, 2004). Etant donné que le niveau marin sur le littoral gabonais n'a jamais dépassé l'actuel depuis 40 000 ans BP (Lebigre, 1983 ; Giresse, 1989 ; Clist, 1995, Giresse, 2008), les sables de la région de Setté-Cama proviendraient essentiellement des dunes édifiées par déflation des plages formées lors des périodes de régressions marines au cours du Quaternaire récent.

La variation de la couleur des grains de quartz du jaune ocre sous savane à incolore sous les forêts indique soit des paléo-apports à différentes périodes ou de nature différente, soit une altération liée à l'évolution du couvert végétal. L'aspect relevé sous savane traduit une altération chimique des grains (Fritsch, 1988) évoluant vers une pédogenèse. Il est possible que les premiers dépôts éoliens sous savane soient plus saturés en sables kaolinisés de Cirques faisant l'objet d'une pédogenèse en période humide de biostasie. Cela corrobore l'observation de Schwartz *et al* (1990) qui avaient indiqué une pédogenèse typiquement biostatique (en présence des forêts denses à *Monopétalathus*) à partir des sédiments terrigènes kaoliniques déposés vers l'Holocène inférieur (Giresse et Lanfranchi, 1984). Ces forêts ont pu évoluer en zone de savane lors de la période sèche de l'Holocène moyen qui serait d'après Schwartz *et al* (1996) à l'origine des savanes guinéo-congolaises actuelles. En effet, entre 2800 et 2000 BP est survenue une brève mais intense phase de recul des forêts au profit des savanes en extension maximum (Maley, 2001 et 2002).

Les dépôts sableux sous forêt généralement hyalins semblent plus récents, avec une influence terrigène plus importante en allant à l'intérieur du continent. La forêt, à nouveau en extension depuis 2000 BP jusqu'à l'actuel d'après Maley (2002), a fixé et préservé ses formes d'accumulation plus ou moins remaniées dans la région étudiée. Finalement, la variation de la végétation en réponse aux changements climatiques en Afrique centrale au cours du Quaternaire récent serait à l'origine du paysage régional formé d'une mosaïque forêt-savane rencontré à Setté-Cama.

CONCLUSION

Les sédiments de Setté-Cama étudiés sont essentiellement des sables composés principalement de grains de quartz. Ces sables sont assez bien classés. Leur taille augmente en allant de l'intérieur des terres vers l'océan avec une zone intermédiaire sous forêt continentale très hétérogène. D'après les indices granulométriques, ces dépôts sableux proviennent majoritairement des dunes côtières formées par déflation des sables de plage. Toutefois, les sables de forêt intermédiaire, à grains variant de fin à grossier, indiquent un apport continental. En l'absence d'un fleuve dans la zone d'étude, il y a vraisemblablement des dépôts sableux continentaux remaniés et mélangés aux dépôts sableux marins. Cela expliquerait le mélange des sables à aspect émoussé luisant aux sables ronds-mats dans la zone d'étude. Par ailleurs, la couleur jaune ocre des sables sous savane témoigne d'une altération poussée à l'origine d'une pédogenèse. En revanche, les sables hyalins sous forêt semblent avoir été préservés des phénomènes d'altération.

Plusieurs phénomènes semblent avoir affecté la région de Setté-Cama, notamment pendant le Quaternaire. Des paléo-dépôts continentaux puis marins essentiellement sableux ont été favorisés et remaniés sous l'effet des changements climatiques et de la variation eustatique. Ces paléo-dépôts colonisés par une végétation évolutive et contrastée ont été plus altérés dans certaines zones actuellement sous savanes. Ces influences du climat et de la végétation sur les paléo-apports sableux expliqueraient la géomorphologie et le paysage actuel de la région de Setté-Cama.

Remerciements

Nos sincères remerciements au Pr Anthony Nicolas de l'University of New Orleans (UNO, USA) et le Pr Thomas Smith de l'University of California Los Angeles (UCLA, USA), Coordonnateurs du projet CAB-Alliance pour avoir rendu possible l'échantillonnage des sables caractérisés dans cette étude.

REFERENCES

- Ala, M.A. & Selley, R.C. 1997. The West African Coastal Basins, Chapter 8. African Basins. Sedimentary Basins of the World, 3 edited by R.C. Selley (Series Editor: K.J. HsiJ), pp.173-186.
- Cailleux, A. 1947. Distinction des galets marins et fluviaux. *Bull. Soc. Géol. France, 5ème série, t.XV, pp. 375-404.*
- Chevallier L., Makanga J.F., Thomas R.J., 2002. Notice explicative de la carte géologique de la République Gabonaise au 1/1.000.000. ISBN 1-875061-91-6. 195p.
- [Clist B.](#), 1995. [Gabon : 100 000 Ans d'histoire](#), *Centre Culturel Français de Libreville*. In: *Journal des africanistes*, Rivallain Josette, 1997, tome 67, fascicule 1. L'Afrique vue du Brésil. pp. 179-180.
- Dadet P. 1969. Notice explicative de la carte géologique de la République Démocratique du Congo-Brazzaville au 1/500.000 (zone comprise entre les parallèles 2° et 5°S). Mémoire n°70, BRGM, Orléans, 104p.
- Delibrias G., Giresse P. & Kouyoumouzakakis G. 1973. Géochronologie des divers stades de la transgression holocène au large du Congo - *C.R.Ac.Sc., Paris, t. 276, série D, pp. 1389-1391.*
- Dupré ,S., Cloetingh, S. & Bertotti, G. 2011. Structure of the Gabon Margin from integrated seismic reflection and gravity data. *Tectonophysics 506: 31-45.*
- Folk R. & Ward W. 1957. Brazors river bors, a study in significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentology and Petrology, Vol. 27, pp. 13-27.*
- Fritsch E. 1988. Morphologie des quartz d'une couverture ferrallitique dégradée par hydromorphie.. *Cah. ORSTOM, & Pédologie, vol. XXIV, no 1, 1988: 3-15.*
- Giresse P. 1989. Géodynamique Des Lignes De Rivage Quaternaires Du Continent Africain Et Applications. In book: Late Quaternary Sea-Level Correlation and Applications. pp 121-152.
- Giresse P. 2008. Sea level fluctuation on the Atlantic margin of Africa during the past 125,000 years. In: Jaap J.M. Van Der Meer (Ed), Tropical and sub-tropical West Africa – Marine and Continental Changes during the late Quaternary. *Quaternary Science 10, 227-230.*
- Giresse P. & Kouyoumouzakakis G. 1974. Observations sur le Quaternaire côtier et sous-marin du Congo et des régions limitrophes, Aspects eustatiques et climatiques. *Bulletin de Liaison de l'Association Sénégalaise d'Etudes du Quaternaire Africain, n° 42-43, Dakar, pp. 45-61.*
- Giresse P., Kouyoumouzakakis G. 1990. Témoins quaternaires du littoral du Congo et du Sud du Gabon. In : Lanfranchi Raymond (ed.), Schwartz Dominique (ed.). Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique. Paris : ORSTOM, 106-109. (Didactiques). ISBN 2-7099-1022-5.
- Giresse P. & Lanfranchi R. 1984. Les climats et les océans de la région congolaise pendant l'Holocène. Bilans selon les échelles et les méthodes de l'observation. *Paleoecology of Africa. E.M. Van Zinderen Bakker, J.A. Coetsee ed., vol. 16: 77-88.*
- Kizito K. K. T. B., N'goran J-P. Y., Touvalé M. K., Zéli B. D., 2016. Caractérisation Sedimentologique Et Hydrodynamique Des Formations Sableuses Du Miocene Inferieur De La Region D'eboinda (Sud-Est De La Cote d'Ivoire). *European Scientific Journal, 12, 192-211.*
- Lebigre, J.-M. 1983. Le littoral du Gabon. Aspects géomorphologiques et biogéographiques. Ministère de l'Education Nationale Gabon, I.P.N. *Départements Histoire.- Géographie et Sciences Naturelle, 58 p.*
- Lundin E. 1992. Thin-Skinned extensional tectonics on the salt detachment, northern kwanza basin, Angola. *Marine Petroleum Geology, 9, 405-411.*
- Maley J. 2001. La destruction catastrophique des forêts d'Afrique centrale au cours des trois derniers millénaires ; nouvelles données et interprétation. In : BAHUCHET *et al.* – *L'Homme et la forêt tropicale*. Travaux de la Société d'Écologie humaine : Paris, p. 337-254.
- Maley J. 2002. A catastrophic destruction of African forests about 2,500 years ago still exerts a major influence on Present vegetation formations. In : Leach, M., Fairhead J., Amanor K., (Eds), Science and the Policy Process : Perspectives from the Forest, IDS Bulletin Sussex University 33, 13-30.
- Maley J. 2003. Synthèse sur l'histoire de la végétation et du climat en Afrique centrale au cours du Quaternaire récent ; peuplements anciens et actuels des forêts tropicales. IRD :

- Paris, p. 53-75 (Coll. Colloque et séminaires).
- Mauduit T., 1998. Déformation gravitaire synsédimentaire sur une marge passive : modélisation analogique et application au golfe de Guinée. *Geosciences Rennes*, 83, 251.
- Mbina MOUNGUENGUI M., LANG J., GUIRAUD M. & JOCKTANE O. (2002). Sedimentary dynamics and structural geology of pre-rift deposits of the interior basin of Gabon. *Journal African Earth Science*, 35, 315-329.
- Moiola, R.J. & Weiser D., (1968). Textural parameters: an evaluation. *Journal of Sedimentology and Petrology*. n°38, pp 45-53.
- Mouyalou, V. M. T., 2017. Dynamique morphosédimentaire d'un segment côtier sableux: du Lycée Léon Mba (Libreville) à La Sablière (Baie d'Akouango). *Thèse de doctorat en géomorphologie littorale, université Omar Bongo*, 339p.
- N'Goran J-P. Y., OGAM M. S., Yao Kouadio S., Koffi Kouamé Y. A., Aka Akpa O., Biemi J., 2016. Caractéristiques lithologiques des formations sédimentaires et granulométrie des niveaux sableux traverses par le forage d'Abouabou (Cote d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 22, 227-237.
- N'Guessan Y. L., Amani E. M., Koffi Bi K. F., Adopo L., Diangone Bi E., Monde S., Kouadio A., 2014. Caractérisation morphologique et sédimentologique de l'embouchure du fleuve Sassandra (Côte d'Ivoire). *Afrique SCIENCE 10(2)*, 277 – 288.
- Peyrot, B. 2004. Espaces tropicaux naturels et risques en Afrique centrale ; menace nouvelle ou récurrence ? Une réflexion, des exemples. Les risques naturels : de l'aléa aux enjeux, p. 95-104.
- Peyrot, B., Clist, B. & Oslisly, R. 1990. Le gisement des « Sablières » de Libreville : étude géomorphologique et archéologique d'un site préhistorique de l'estuaire du Gabon. *L'Anthropologie, (Paris), Tome. 94 (1990), n°3, pp. 483-498.*
- Peyrot, B. & Oslisly, R. 1985. Recherches récentes sur le paléoenvironnement et l'archéologie du Gabon. - *L'Anthropologie, Paris, 90, 2, pp. 201-216.*
- Pinot, J.-P. 1993. Géomorphologie et sédimentologie des milieux littoraux et pré-littoraux. Quatrième Edition, Brest, Atelier de reprographie de la faculté des lettres, 105 p.
- Reyre 1964. Caractère pétrolier et évolution d'une marge passive. Le cas du bassin du bas Congo-Gabon. *Bull Centres recher Expl-prod Elf aquitaine*, 8(2), 303-332.
- Rivière, A. 1977. Méthodes granulométriques: techniques et interprétations. Ed Masson, Paris New York, Barcelone Milan 149p.
- Saidi H., Brahim M., et Gueddari M. 2004. Caractérisation granulométrique et minéralogique des sédiments de surface de la Frange littorale Sidi Bou Said-la Goulette. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô*, vol. 31, pp 97-106.
- Schwartz D., Foresta H., Mariotti A., Balesdent J., Massimba J.P., & Girardin C. 1996. Present dynamics on the savanna-forest boundary in the Congolese Mayombe. A pedological, botanical and isotopic ($\delta^{13}C$) study. *Oecologia* 106, 514-522.
- Schwartz D., Guillet B., & Deschamps R. 1990. Etude de deux flores forestières mi-Holocène conservées in situ sur le littoral ponténégrin (Congo) In : Lanfranchi R., Schwartz D. (Eds), Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique, Paris, ORSTOM, 314-325.
- Teisserenc P. & Villemain J. 1990. Sedimentary basin of Gabon – Geology and oil systems, in Edwards J.D., and Santogrossi P.A., eds. Divergent / passive margin basin: *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 48, 117-199.
- Visher G. S. 1969. Grain size distributions and depositional processes. *Journal of Sedimentology and Petrology*. Tulsa (volume. 39), N° 3, pp. 1074- 1106.
- Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastics sediments. *Journal of Geology*, 30, pp. 377-392.