

# Contribution des analyses morphoscopique et exoscopique des grains de quartz des plages ivoiriennes a la reconstitution des environnements de dépôts quaternaires

KONAN K. E<sup>1.</sup>, N'DOUFOU G. H. C<sup>2.</sup>, N'GUESSAN Y A<sup>1.</sup>, KOFFI K. P<sup>3.</sup>, BAMBA S. B<sup>3.</sup>

**1** Université Félix Houphouët-Boigny, Cocody - Abidjan, Côte d'Ivoire, 22 BP 582 Abidjan 22

**2** Université Péléforo Gon Coulibaly, Korhogo (Côte d'Ivoire), BP 1328 Korhogo

**3** Centre de Recherches Océanologiques BP V 18 Abidjan Côte d'Ivoire

**Adresse de correspondance:** KONAN Konan Ernest, 22 BP 582 Abidjan 22; conandernest@yahoo.fr; (+225) 77 85 35 66

## Résumé

L'analyse morphoscopique et exoscopique des grains de quartz quaternaires du littoral entre Sassandra et Aforenou (Ghana) a permis de reconstituer les environnements de dépôts des plages ivoiriennes. L'examen morphoscopique a montré des grains de quartz subarrondis et luisants sur les plages de Sassandra, et subanguleux à subarrondis et luisants sur les plages de Grand-Lahou et d'Abidjan. Ces données traduisent une source relativement proche avec un transport en milieu fluvial. Le polissage poussé de certains quartz des plages d'Abidjan résulterait relativement d'un transport sur une longue distance. L'analyse exoscopique des grains de quartz des plages de Sassandra indique un transport dans un milieu aquatique de basse énergie (milieu calme), tandis qu'à Grand-Lahou, il s'agirait d'un environnement de forte énergie. L'ensemble des données indique que ces plages sont soumises au déferlement des vagues entre les zones intertidale et tidale. L'étude morphoscopique des sédiments sur les plages de Grand-Bassam montre des grains de quartz subarrondis à ronds mats, émoussés et luisants et à Aforenou des grains ronds mats émoussés et luisants. L'analyse exoscopique des grains de quartz des plages de Sassandra indique un transport dans un milieu aquatique de basse énergie, tandis qu'à Grand-Lahou, il s'agirait d'un environnement de forte énergie. L'analyse morphoscopique et exoscopique des grains de quartz indique que ces plages sont soumises au déferlement des vagues entre les zones intertidale et tidale. Les marques de choc observées sur ces grains de quartz représentent les indices d'un transport éolien, avec un vent particulièrement fort sur les plages de Grand-Bassam. L'analyse granulométrique indique divers types de faciès avec des granulométries variables: grossière, moyenne et fine. La taille des grains de sable des plages est comprise entre 1350 µm (grains grossiers à Abidjan) et 160 µm (grains fins à Aforenou). L'ensemble de ces résultats indiquent que les grains de quartz de la zone d'étude ont subi l'influence de plusieurs types d'environnements.

**Mots clés:** Morphoscopie, exoscopie, quartz, environnement, plage, Côte d'Ivoire, quaternaire

## Abstract

### Contribution of morphoscopic and exoscopic analysis of quartz grains from ivorian beaches to the reconstitution of quaternary deposits environments

Morphoscopic and exoscopic analysis of the quaternary quartz grains of the littoral between Sassandra and Aforenou (Ghana) made it possible to reconstruct the deposit environments of the Ivorian beaches. Morphoscopic examination showed subterranean and shiny quartz grains on the Sassandra beaches, and sub-angular to sub-rounded and shiny on the beaches of Grand Lahou and Abidjan. These data reflect a relatively close source with transport in a fluvial environment. The extensive polishing of some quartz from the beaches of Abidjan would result relatively from a transport over a long distance. The exoscopic analysis of the quartz grains of the beaches of Sassandra indicates a transport in a low energy aquatic environment (calm environment), while in Grand-Lahou, it would be a high energy environment. The data set indicates that these beaches are subject to breaking waves between the intertidal and tidal zones. The morphoscopic study of sediments on the beaches of Grand-Bassam shows sub-round quartz grains with dull, dull, shiny rounds and Aforenou dull, dull, matte round grains. The exoscopic analysis of the quartz grains of the beaches of Sassandra indicates a transport in a low energy aquatic environment, while in Grand-Lahou, it would be a high energy environment. Morphoscopic and exoscopic analysis of quartz grains indicates that these beaches are subject to wave breaking between the intertidal and tidal zones. The shock marks observed on these quartz grains represent the indices of a wind transport, with a particularly strong wind on the beaches of Grand-Bassam. Particle size analysis indicates various types of facies with varying grain sizes: coarse, medium and fine. The size of the sand grains of the beaches is between 1350 microns (large grains in Abidjan) and 160 microns (fine grains in Aforenou).

All of these results indicate that quartz grains in the study area have been influenced by several types of environments.

**Keys words:** Morphoscopy, exoscopy, quartz, environment, beach, Ivory Coast, Quaternary

## I-Introduction

Le littoral représente un milieu physique naturel particulier qui est à la fois sous les influences terrestre, marine et atmosphérique. Cette zone constitue une composante

essentielle de l'écosystème de la planète qui offre les caractéristiques pour l'exploitation directe des ressources, l'implantation des activités commerciales, industrielles et touristiques. Pôle d'attraction très forte pour les populations,

elle concentre plus de 40% de la population mondiale (Mc Carthy *et al.*, 2001, Pennober *et al.*, 2005). Face à cette perspective de l'occupation plus intense et de la dégradation quasi généralisée des environnements de plage-l'amélioration des connaissances sur la dynamique de leur mise en place est devenue une nécessité pour leur préservation.

L'analyse des formes (morphoscopie) et de la surface des grains de quartz (exoscopie) des plages est une contribution essentielle à l'étude de l'environnement sédimentaire et de l'histoire de la mise en place des sédiments côtiers. Elle vise à approfondir les connaissances sur la dynamique sédimentaire littorale de la Côte d'Ivoire, par l'entremise de la reconstitution des paléo-environnements (Rocheleau, 1997). Cet article se focalise sur les aspects environnementaux (transport, milieux traversés, dépôts) des sédiments quaternaires des plages ivoiriennes à partir de l'analyse morphologique et exoscopique des grains de quartz.

Plusieurs recherches, réalisées dans le monde et en Côte d'Ivoire, ont associé aux analyses géomorphologiques littorales classiques l'étude de l'environnement côtier, en particulier Cailleux (1947), Le Ribault (1971 et 1973), Leneuf (1972), Tastet (1979), Le Ribault et Tastet (1979), Legigan et Weber (1986), Monde (1997), St-Onge *et al.*, (1999). Ces recherches ont permis de mettre en évidence l'importance de l'étude des sédiments en particulier celle des grains de quartz dans l'évolution du domaine côtier. Les grains de quartz des formations sédimentaires portent à leur surface le témoignage de leur histoire. Il s'agit d'une multitude de traces héritées des diverses influences auxquelles ils ont été soumis au cours de leur transport et de leur mise en place. Ces traces constituent une véritable archive qui apporte des renseignements sur les conditions de transport et les environnements de dépôt des quartz (Assalé *et al.*, 2012; Le Ribault, 1977).

Les résultats des études sédimentologiques réalisées par Assalé *et al.*, (2012) selon la méthode de Pettijohn (1949) et celle de Cailleux (1943, 1947) (morphoscopie) ont montré que les quartz en majorité subarrondis à arrondis, émoussés luisants de Bingerville ont été transportés par saltation. Ils ont été déposés par décantation dans un environnement fluvial non turbulent, loin de leur source pourvoyeuse. Les études de N'doufou (2012), Konan (2012) et Yao (2012) basées sur les analyses morphoscopiques et exoscopiques des quartz entre Tabou et Aforenou ont montré que ceux-ci ont été transportés par suspension, saltation et charriage avec diverses formes (anguleuse, subanguleuse, subarrondie, arrondie). Ils témoignent de plusieurs environnements de transport et de dépôt. Les résultats de ces études révèlent que les plages seraient alimentées par la plage sous marine (zones intertidales et infratidales) et que certains quartz sont marqués par des impacts des environnements fluvial ou lacustre rattachés à des épisodes paléoclimatiques. Elles mettent en relief l'origine continentale des systèmes sédimentaires littoraux ivoiriens et leur remobilisation en milieu intertidal.

Cet article dont l'objectif est de reconstituer les environnements de transport et de dépôts des grains de quartz des plages ivoiriennes s'inscrit dans le prolongement des travaux de Assalé *et al.*, (2012), N'doufou (2012),

Yao, (2012) et Konan, (2012) sur le littoral ivoirien. Leurs travaux ont contribué à l'amélioration des connaissances sur les environnements de transport et de dépôt des sédiments quaternaires des plages ivoiriennes.

## II-Présentation de la zone d'étude

### II.1-Localisation

La zone d'étude appartient au bassin sédimentaire ivoirien qui représente le 1/3 des formations géologiques ivoiriennes (Figures 1 et 2). Elle couvre les 3/4 du littoral ivoirien, soit une longueur d'environ 400 km entre Sassandra et Aforenou (Ghana) sur les 560 km de côte. Elle se divise en deux secteurs bien distincts selon l'orientation de la côte. Le premier s'étend de Sassandra à Abidjan et le second d'Abidjan à Aforenou (Figure 1).

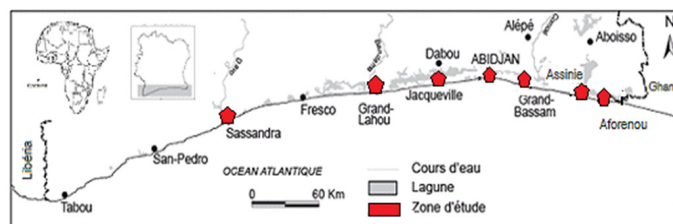


Figure 1: Carte du littoral de la Côte d'Ivoire et localisation des zones d'étude (Konan *et al.*, 2016, modifiée)

### II.2-Contexte géologique

La Côte d'Ivoire, située dans la partie Sud du Craton Ouest Africain, est constituée par un domaine archéen à l'Ouest (constitué de migmatites, de gneiss granulitiques, de granites et de charnockites) et un domaine birimien à l'Est (Figure 2), qui présente une alternance de ceintures de roches vertes (méta-volcanosédiments) et de granitoïdes (Vidal *et al.*, 1996; Kouamélan, 1996; Yao, 1998). Ces terrains archéens et birimiens se sont formés, respectivement, au cours de deux orogènes: l'une libérienne (2700 Ma) et l'autre, éburnéenne qui représente un événement majeur d'accrétion crustale à 2100 Ma (Kouamélan, 1996). Les formations géologiques de la Côte d'Ivoire comprennent deux grands ensembles géologiques (Figure 2):

- un socle précambrien (terrains archéens et birimiens) couvrant 97,5 % du pays.
- un bassin sédimentaire formant une mince frange littorale couvrant 2,5 %.

La couverture sédimentaire comprend des terrains crétacés, paléogènes, néogènes et quaternaires (tableau I) dont la plupart n'affleure pas dans la zone d'étude. Les formations paléocènes s'observent dans la région de Fresco. Elles forment des plateaux ou des falaises mortes qui dominent de 20 à 65 m une étroite plaine littorale. Cette portion de côte est parfaitement rectiligne et elle serait parallèle au «Grand accident des lagunes» (Figure 2) entre Grand-Lahou et Abidjan (Tastet, 1972).

Le secteur entre Sassandra et Abidjan, dans la partie centrale du littoral comprend des formations mio-pliocènes (constituées de sables argileux et de grès) et des formations

quaternaires à faible extension.

A l'Est, le secteur compris entre Abidjan et la frontière avec le Ghana (Aforenou) est constitué de formations quaternaires de grande extension. Ce secteur représente une côte basse, lagunaire, rectiligne, bordant une large plaine littorale. Des formations détritiques constituées de sables moyens à très fins et plus localement de sables grossiers, de sédiments argileux occupent la majeure partie du plateau continental (Mondé, 1997). Le bassin est recouvert à sa surface par des formations du Continental Terminal constituées essentiellement de sables argileux, d'argiles et de grès au nord de la «Faille des lagunes» (Figure 2). Au sud de cette faille, se sont mis en place des dépôts quaternaires superficiels de sables marins, d'argiles continentales et fluvio-lagunaires.

Tableau I: Unités litho-stratigraphiques du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire (N'Guessan, 2008, modifié).

Âges (Ma)	Étages stratigraphiques	Unités lithologiques	Épaisseurs moyennes des couches (m)
?	Crétacé inférieur	Série continentale de base (épaisse formation de sables, grès conglomératiques, argiles versicolores à intercalation d'argiles noires)	500 à 5000
99 à 120	Albo-Aptien	Argiles feuilletées noires à intercalation de grès et de marnes	2000
93,5 à 99	Cénomaniens	Argiles noires, sables fins et des calcaires	700
89 à 93,5	Turonien	Argiles (brune) légèrement calcaireuses et silteuses	?
71 à 89	Sénonien	Argiles, formations détritiques à calcaires zoogènes, calcaires gréseux et sable	?
55 à 65	Paléocène	Argilites parfois glauconieuses à passées calcaires ou sableuses	500
31,5 à 55	Éocène	Argilites glauconieuses, sableuses à bancs calcaires	490
23,8 à 31,5	Oligocène	Argiles sombres	?
1,5 à 23,8	Mio-Pliocène	Continental Terminal (sables argileux rougeâtres, argiles sombres)	600
1,5	Quaternaire	Terre de barre (argiles sableuses rubéfiées, sable marin)	50

Sur le plan tectonique, ces formations sont recoupées par une faille appelée «Faille des lagunes» ou «accident majeur des lagunes» qui traverse ce bassin dans la direction

Ouest-Est (Figure 2).

Cette influence tectonique se traduit dans la morphologie des diverses unités quaternaires par l'orientation préférentielle (Ouest-est) des bras de lagune et des chenaux d'érosion.

Au niveau d'Abidjan, la plate-forme est marquée par un important canyon appelé "Trou-Sans-Fond" qui entaille le plateau continental de 10 m. Il s'étend sur environ 200 km puis se termine dans la plaine abyssale de Guinée à environ 5000 m de profondeur (Martin, 1973 et 1973 b). Ledit canyon a une morphologie très complexe et joue un rôle très important dans le processus hydro-sédimentaire du littoral.

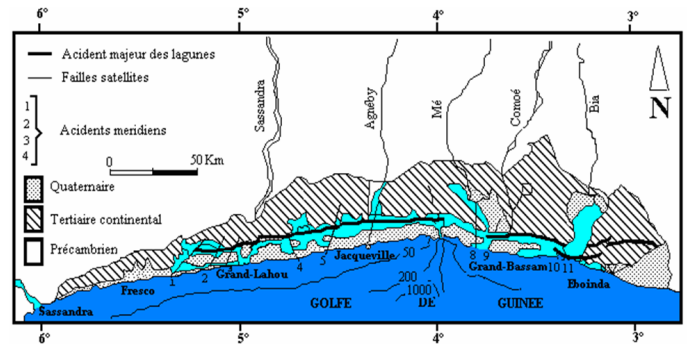


Figure 2: Bassin sédimentaire de la Côte d'Ivoire (Koffi, 2017)

### II.3-Dynamique littorale

Le secteur d'Abidjan a connu un engraissement estimé à 1 m/an en moyenne au cours des cinq derniers millénaires (Tastet, 1985).

Avant la percée du canal de Vridi, la baie de Port-Bouët (Abidjan) recevait 800 000 m<sup>3</sup>.an<sup>-1</sup> de sable, dont 400 000 m<sup>3</sup>.an<sup>-1</sup> transitaient vers l'Est selon le sens de la dérive littorale (Ouest-Est) (Martin, 1973). Mais les ouvrages portuaires réalisés depuis le début du XXème siècle ont entraîné une érosion de la côte immédiatement à l'Est du canal de protection de l'entrée du port d'Abidjan (Canal de Vridi). Le plateau continental ivoirien possède une extension relativement faible.

### III-Matériel et méthodes

Pour réaliser cette étude, 126 échantillons de sables provenant des plages de Sassandra, Grand-Lahou, Jacqueline, Abidjan, Grand-Bassam, Assinie et Aforenou ont fait l'objet d'une étude sédimentologique (granulométrie, morphoscopie et exoscopie).

Les échantillons ont été prélevés manuellement dans la couche superficielle de sédiments pendant les levés topographiques sur une série de profils implantés le long du littoral ivoirien entre Sassandra et Aforenou (Figure 1). L'analyse granulométrique a été faite selon la méthodologie classique décrite par Saaidi (1991), Folk & Ward (1957).

Les études morphoscopique et exoscopique ont été réalisées respectivement à la loupe binoculaire (grains de quartz de la fraction 500-630 µm selon Parpenoff *et al.*, (1970)) et au microscope électronique à balayage (MEB). La

sélection des grains de quartz a été effectuée au moyen d'une loupe binoculaire «Medo Opt head» reliée à un écran. Les interprétations sont basées sur les travaux de Cailleux (1943), Le Ribault (1971, 1973, 1977), Le Ribault & Tastet (1979) et Saaidi (1991). La morphoscopie nous a permis de rechercher l'environnement de dépôt actuel des grains de quartz. L'étude exoscopique est basée sur l'identification puis l'interprétation des facteurs physiques, chimiques, mécaniques et biologiques qui laissent à la surface des grains de quartz des empreintes de forme et de taille caractéristiques des facteurs qui les ont générés. Ces empreintes permettent non seulement de déterminer avec précision le milieu de dépôt d'un grain de sable, mais aussi de retracer l'ensemble de son histoire géologique et, dans certains cas, son origine géographique (Le Ribault, 1977).

## IV-Résultats et interprétations

### IV.1-Secteurs de Sassandra et Abidjan

#### IV.1.1- Examen morphoscopique

Les grains subarrondis et luisants restent dominants pour l'ensemble des échantillons provenant de la plage de Sassandra (Figure 3a). Les grains anguleux et très anguleux sont peu abondants. Le faible polissage de ces grains dans ce secteur témoigne d'un faible remaniement marin. Sur la plage de Grand-Lahou, les grains de quartz sont pour la plupart subanguleux à subarrondis et luisants (Figure 3b). Cette forte proportion de grains émoussés et luisants indique que ces grains ont subi un long transport en milieu fluvial ou ont été remaniés à partir de formations marines anciennes (Saaidi, 1991). Sur la plage d'Abidjan (Port-Bouët) les grains de quartz sont généralement subanguleux à subarrondis et luisants (Figure 3c). Une très faible proportion de quartz arrondis a été observée sur la plage d'Abidjan (Port-Bouët). Ce polissage poussé résulterait d'un transport sur une longue distance. Ces grains de quartz n'ont pas été retenus par la digue d'arrêt des sables du port.

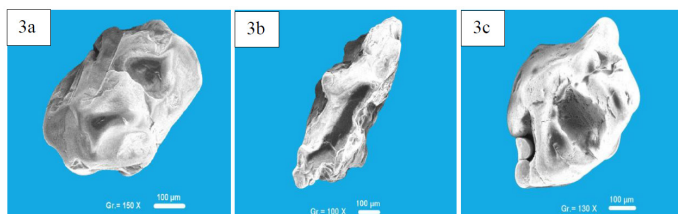


Figure 3: Morphoscopie de quelques grains caractéristiques des plages comprises entre Sassandra et Abidjan (Port Bouët); (3a- grains subarrondis et luisants; 3b et 3c- grains subanguleux à subarrondis et luisants).

#### IV.1.2- Examen exoscopique

L'examen de l'aspect de surface des grains quartz de Sassandra révèle la précipitation de nombreux globules siliceux. Cela témoigne d'une reprise aquatique de basse énergie. Les pellicules siliceuses, recoupées par endroit par des traces de choc sur les quartz à Grand-Lahou et à Port-Bouët, témoignent d'un environnement à forte énergie.

A Grand-Lahou, la surface des quartz est généralement entaillée par de nombreuses traces de choc en croissant.

Certaines traces polies sont affectées par des figures de dissolution sur les parties les plus exposées au brassage (Figure 4a). Ces types de structures ont été observés sur des grains de quartz évoluant en milieu littoral (Glocchiatti et al., 1978). Sur certains grains quartz, les dépôts de silice se localisent dans des cavités, par contre sur d'autres, ils s'observent sur les faces (Figure 4b). Ces deux types de dépôt de silice s'observent en milieu intertidal ou au niveau de la haute plage (Le Ribault, 1977). Les nombreuses figures de dissolution sur les quartz prélevés à Grand-Lahou témoignent de plages soumises au déferlement des vagues (Le Ribault, 1977). Les figures de dissolution concaves visibles sur certains quartz à Grand-Lahou (Figure 4c) sont caractéristiques de la zone infratidale selon Lucchi et Casa (1970).

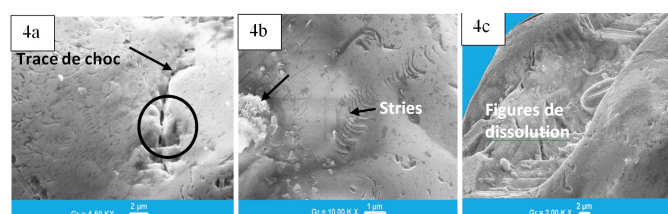


Figure 4: Aspect de surface de quelques grains de quartz provenant des plages comprises entre Sassandra et Abidjan (4a et 4c-Traces de choc et figures de dissolution; 4b-dépôt de silice et présence de stries)

### IV.2-Etude des grains de quartz prélevés entre Abidjan et Aforenou

#### IV.2.1- Examen morphoscopique

L'examen morphoscopique des quartz montre l'omniprésence des grains émoussés luisants (Figure 5a), ce qui met en évidence l'influence du transport aquatique correspondant ici à une dynamique fluvio-marine. Les grains ronds mats et émoussés luisants ont été rencontrés. Leur pourcentage est de 50% sur les plages entre Abidjan et Grand-Bassam et 60% à Aforenou. Ces grains de quartz montrent des traces de choc visibles au microscope électronique à balayage (MEB) sous forme de cupules, témoignant d'une reprise éolienne (Figure 5). La présence d'un enduit ferrugineux sur plusieurs grains provenant de la baie d'Abidjan indique un milieu ferreux. Les grains non usés se présentent en faible pourcentage (< 2%). Ils peuvent atteindre 5% à l'est du canal de Vridi. La présence de ces grains refléterait une source d'apport proche (blocs de protection du canal d'entrée dans le port d'Abidjan), avec des sédiments peu remaniés.

L'augmentation régulière de l'indice d'émoussé des grains de quartz des plages comprises entre Abidjan et Aforenou (Figures 5a, 5b et 5c) montre que les sables subissent une usure au cours de leur transport. La houle remanie les sédiments du fait de ses mouvements circulaires qui se transforment près du fond en des courants alternatifs pouvant atteindre une grande vitesse et mettent en mouvement les matériaux qui pourront être soit remaniés sur place, soit entraînés par des courants perpendiculaires ou parallèles (Konan, 2012).

La présence des grains mats, non usés, anguleux à très anguleux sur la plage de Port Bouët traduit une source proche, provenant probablement du lessivage des produits

d'altération des blocs de protection du canal de Vridi.



Figure 5: Aspect de surface de quelques grains de quartz provenant des plages comprises entre Abidjan (Port Bouët) et Afôrenou (Ghana) (5a-Grains émoussés luisants; 5b et 5c-grains émoussés).

**IV.2.2- Examen exoscopique**

Sur des échantillons prélevés sur la plage d'Abidjan, au niveau de Petit Bateau, les traces de choc sur les grains de quartz sont nombreuses. Certaines traces, sont affectées par des figures de dissolution sur les parties les plus exposées au brassage (Figure 6a). La forme arrondie des arêtes les plus saillantes traduit le frottement des grains les uns contre les autres au cours du transport. Sur la plage de Grand-Bassam, les grains de quartz en général très arrondis, portent de nombreuses traces de choc en croissant. Ces marques de choc sont l'indice d'une violente éolisation.

L'étude de l'aspect de surface de certains grains de quartz montre un aspect corrodé et desquamé (Figure 6b), correspondant à des marques de dissolution superficielle intense. Ces marques caractérisent un milieu fluvial ou continental de basse énergie dans lequel le grain de quartz a séjourné pendant son transport. Les surfaces planes sont recouvertes de pellicule de silice amorphe, et la morphologie générale des cavités sur les grains est analogue à celle des inclusions qu'elles contiennent. Ces inclusions vitreuses magmatiques (Figure 6b) coexistant avec des structures en «V» montrent que le grain de quartz a traversé plusieurs types d'environnements, puis a été repris dans un milieu intertidal sous saturé en silice. Concernant la plage d'Aforenou l'observation au MEB montre des grains de quartz très émoussés avec parfois un microrelief caverneux et très irrégulier (Figure 6c). Les points primaires de corrosion sur des surfaces planes sont en creux et de formes circulaires et triangulaires. Une orientation sur une vue d'ensemble du grain de quartz indique des marques de chocs profondes en «coup d'ongle». Ces grains de quartz pourraient, provenir d'un transport éolien.

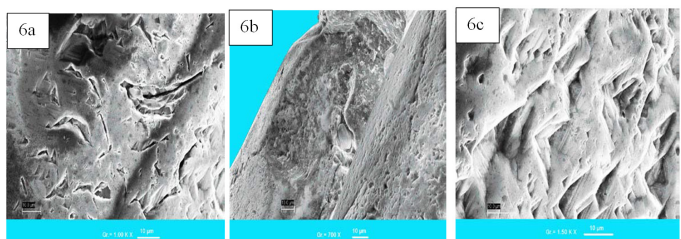


Figure 6: Aspect de surface de quelques grains de quartz provenant des plages comprises entre Abidjan et Afôrenou (6a-traces de choc; 6b-marques de dissolution superficielle, 6c- quartz émoussé avec microrelief caverneux)

**IV.2.3-Examen granulométrique**

L'analyse granulométrique des échantillons prélevés dans le secteur Abidjan-Grand Bassam, indique des faciès identiques avec des granulométries grossière et moyenne dont les valeurs sont comprises entre 1350 µm à Abidjan et 350 µm à Grand-Bassam (Tableau II). Nous constatons dans le sens de la dérive littorale (Abidjan vers Grand-Bassam), une diminution de la taille des grains de quartz avec des moyennes sectorielles de 1213 µm à 477 µm. Au niveau du segment de côte Assinie-Aforenou s'observe une variation de la taille des grains dans l'espace et dans le temps: La taille moyenne varie de 563 µm à 160 µm. Il apparait une légère différence au niveau des échantillons de décembre 2007 sur les stations d'Assinie (523 µm -563 µm) où la taille des grains de sable dépasse légèrement 500 µm. La taille des grains enregistrés en août 2007 présente des valeurs élevées (350 à 410 µm) au niveau du haut estran de la plage sur la plupart des stations. Ceci s'explique par les houles exceptionnelles enregistrées sur les côtes ivoiriennes en août 2007 (Konan et al., 2009; Konan, 2012; Konan et al., 2014 et Konan et al., 2016).

Tableau II: Synthèse sur la zone d'étude

N° site de prelev.	Localité	Classe granulo	Morphosco pie	Exoscopie	Agent transp.	Envir. dépôt
1	Sassandra	350µm 800µm	Subarrondis et luisants	Pellicules et globules siliceux	eau	calme
2	Grand-Lahou	400µm 720µm	Subanguleux à subarrondis émoussés et luisants	Pellicules siliceuses et traces de chocs traces de choc en croissant figures de dissolution	eau	Agité, turbulent et calme
3	Jacqueville	457µm 626µm	Subanguleux à subarrondis émoussés et luisants	Dépôts de silice, figures de dissolution	eau	Agité et calme
4	Abidjan	1350 µm 701,3 µm	Subanguleux à subarrondis et luisants	Pellicules siliceuses, traces de chocs, figures de dissolution et enduits ferrugineux, aspect corrodé et desquamé, structures en «V», inclusions magmatiques	eau	Agité, très turbulent et calme
5	Grand-Bassam	477,25 µm 350 µm	Subarrondis à ronds mats émoussés et luisants	traces de choc en croissant, dépôts de silice dans les cavités et sur les surfaces	eau	Agité, turbulent et calme
6	Assinie	161 µm 563 µm	ronds mats émoussés et luisants	microreliefs caverneux irréguliers	Vent et eau	Agité et calme
7	Aforenou	300µm 160 µm	Ronds mats émoussés et luisants	points de corrosion en creux circulaires et triangulaires, traces de chocs en «coup d'ongle»	Vent et eau	Agité et calme

**V-Discussion**

Cette étude portant sur la morphoscopie et l'exoscopie des grains de quartz révèle une superposition des empreintes des différents milieux traversés. Elle apporte des indications précieuses sur les agents de transport et les environnements de dépôt des grains de quartz des plages ivoiriennes. Les résultats obtenus ont permis de connaître non seulement les

milieux de transport et de dépôt des sédiments, mais aussi, de préciser le degré d'influence de ces milieux, l'intensité (calme ou turbulent) des facteurs (climatiques, débit fluide et type de vent) intervenants, de retracer l'histoire et les conditions de transport de ces grains, de déterminer leurs origines et les milieux de dépôts successifs.

Les sédiments littoraux de la zone d'étude ont subi une évolution complexe. Ils ont été le plus souvent remaniés en milieu fluviatile ou lacustre (milieu continental) et intertidal (milieu marin). Les agents de transport sont essentiellement les courants fluviatile, marin et éolien. Ces observations sont en accord avec les travaux de Konan (2012), Yao (2012), et N'Doufou (2012) sur les plages ivoiriennes ainsi que ceux de Mhammdi et *al.*, (2015) sur les plages marocaines. Chaque empreinte sur chacun des grains de quartz pourrait correspondre à un milieu physico-chimique distinct.

Les travaux de Papon (1973), Tastet (1979), Konan (2012) et N'Doufou *et al.*, (2015) ont montré que les quartz des plages d'Abidjan (Port-Bouet) sont grossiers, anguleux à subanguleux peu ou pas usés à Abidjan et émoussés et luisants à Jacquville. Ces grains de sable des plages d'Abidjan proviendraient d'une source continentale proche, alors que les caractéristiques de ceux de Jacquville mettent en évidence un long transport fluvial et marin. Les résultats de cette étude montrent que les sables des plages actuelles ont des caractéristiques semblables à ceux décrits dans les travaux antérieurs par ces auteurs. Cependant, des différences notoires ont été observées au niveau des plages d'Aforenou avec des sédiments en majorité transportés par le vent. La taille moyenne des grains de quartz qui est de 300 µm à 160 µm lui confère des grains fins à très fins. On peut donc admettre que les grains de quartz étudiés proviennent soit des cordons sableux quaternaires remaniés par la mer, soit du continent. La surface des grains présente des figures de frottement avec polissage, semblables à celles observées par (Leneuf (1972), Tastet (1979), et Konan (2012)) sur les sables quaternaires des plages actuelles entre Grand-Lahou et Assinie. Ces résultats confirment les travaux de Bellahbib et *al.*, (2015) et Mhammdi et *al.*, (2015) sur la morphoscopie des grains de quartz respectivement du littoral de Saïdia et de l'estuaire de la Moulouya (Nord-Est du Maroc) et du littoral d'Azemmour et de l'estuaire de l'OumEr-Rbia (côte atlantique marocaine) au Maroc.

## VI-Conclusion

L'analyse morphoscopique et exoscopique révèle que les grains de quartz de la zone littorale ivoirienne entre Sassandra et Aforenou (Ghana) ont enregistré des marques, des empreintes ou des figures qui retracent les divers milieux de transport et de remaniement avant leur dépôt. Les traces de choc, plus grandes et nombreuses, indiquent un transport de forte énergie. Cette étude révèle, par ailleurs, que le stock sédimentaire en majorité constitué de quartz serait d'origine continentale et marine. Les quartz d'origine marine sont remaniés par les houles, les courants marins et la dérive littorale depuis sa mise en place. Par contre, ceux d'origine continentale ont d'abord subi un transport de type fluviatile, puis ont été remaniés dans un milieu intertidal et/ou infratidal.

## VII-Références bibliographiques

- Assale P., Monde S., Aka K., (2012)** - Caractérisation lithostratigraphique et petro-sédimentologique des formations tertiaire-quaternaires de la région de Bingerville (Côte d'Ivoire), Afrique SCIENCE pp.93-112.
- Bellahbib N., Rezqi H, Oujidi M, Bengamra S (2015)** - Etude Granulométrique et minéralogique des sédiments superficiels du littoral de Saïdia et de l'estuaire de la Moulouya (nord-est du Maroc), Larhyss Journal, 24, pp.19-40.
- Cailleux A., (1943)** - Distinction des sables marins et fluviatiles. Bull. Soc. Géol. France, 5<sup>ème</sup> série, t. XIII, pp.125-138.
- Cailleux A., (1947)** - Distinction des galets marins et fluviatiles, Bull. Soc. Géol. France, 5<sup>ème</sup> série, XV, pp.375-404.
- Folk, R. L. & Ward, W.C. (1957)** - Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. J. Sedim. Petrol., 27 (1), pp.3-26.
- Glocchiatti R., LE Ribault L. et Rodrigo L. A., (1978)** - Endoscopie et exoscopie de grains de quartz des formations du Pliocène et du Quaternaire de la Paz (Bolivie), cah. ORSTOM, sér. Géol., X, (1) pp.127-143.
- Koffi K. P., (2017)** - Étude de l'évolution morpho-sédimentaire du littoral ivoirien: remaniement sédimentaire à l'échelle multi-temporelle. Thèse de Doctorat. Univ. Félix Houphouët Boigny, Abidjan, 321p.
- Konan K.E., Bamba S.B., Abe J. et Aka K., (2009)** – Impact des tempêtes récurrentes sur le modèle du périmètre littoral de Vridi Port Bouet. European Journal of Scientific Research, 28, pp.186-192.
- Konan K.E, N'Guessan Y.A, Djagoua E.M.V., Affian K., (2014)** – Influence des houles exceptionnelles sur un cordon littoral étroit ivoirien à Azzureti. Geo-Eco-Trop, 38 (1), pp.179-186.
- Konan K. E., (2012)** - Etude morpho-dynamique et sensibilité aux événements exceptionnels du cordon littoral sableux ivoirien à l'Est d'Abidjan (Abidjan-Aforenou). Thèse Unique de Doctorat, Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan (Côte d'Ivoire), 729, 224p.
- Konan K. E., Abe J., Aka K., Neumeier U., Nyssen J., Ozer A. (2016)** - Impacts des houles exceptionnelles sur le littoral ivoirien du Golfe de Guinée; rev. Géomorphologie: Relief, Processus, Environnement; 22 (1) pp.105-120.
- Kouamélan A. N. (1996)** - Géochronologie et géochimie des formations archéennes et protérozoïques de la région de Man en Côte d'Ivoire. Implication pour la transition archéenne protérozoïque. Mém. Géosciences Rennes, 73, 289 p. Abidjan, 195p.
- Legigan P., Turon J. L., et Weber O., (1986)** - Evolution des dépôts littoraux au cours d'un cycle climatique sur la côte nord-aquitaine, Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine, Bordeaux, 39, pp.135-147.
- Leneuf N., (1972)** - Aspects microscopiques de la surface de grains de quartz du Continental

Terminal de Côte d'Ivoire, Inst. des Sciences de la Terre, Université de Dijon, Cah. ORSTOM, sér. Géol., IV, (1), pp.53-65.

**Le Ribault L., (1971)** - Présence d'une pellicule de silice amorphe à la surface de cristaux de quartz des formations sableuses, t. 272, pp.1933-1936.

**Le Ribault L., (1973)** - L'exoscopie, méthode de détermination des évolutions subies par les grains de quartz au cours de leur histoire géologique, par l'étude de leurs aspects de surface au microscope électronique à balayage. Thèse de doctorat de troisième cycle, Univ. Paris - Sud (Centre d'Orsay), 62p.

**Le Ribault L., (1977)** - L'exoscopie des quartz, Masson et C<sup>ie</sup> éditeurs, Paris, 150p.

**Le Ribault L. et Tastet J.P., (1979)** - Apport de l'exoscopie des quartz à la détermination de l'origine des dépôts quaternaires littoraux de Côte d'Ivoire. Intem. Symp. on Coastal Evol. Quat., Sao Paulo (Brésil).

**Lucchi F. R. et Casa G. D., (1970)** - Surfaces textures of desert quartz grains. A new attempt to explain the origin of desert fringing. Giorn. Di Geologia, (2), XXXVI, pp.751-776

**Martin L., (1973)** - Morphologie, sédimentologie et paléogéographie au Quaternaire récent du plateau continental ivoirien. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paris VI, Orstom, 340p.

**Martin L., (1973a)** - La sédimentation actuelle sur le plateau continental de Côte d'Ivoire. Cah. ORSTOM, sér. Géol, V, (2), pp.155-167.

**Martin L., (1973b)** - Carte sédimentologique du plateau continental de Cote d'Ivoire. Notice explicative, 48, ORSTOM Paris, 19p.

**Mc Carthy J.J., Canziani O.F., Leary N.A., Dokken D.J., White K.S., (2001)** - Impacts, adaptation, and vulnerability. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, 1032p.

**Mhammdi N., Achab M., Hamoumi N et Azza A., (2005)** - Les sables titanifères du littoral d'Azemmour et de l'estuaire de l'Oum Er-Rbia (côte atlantique marocaine): sédimentologie et potentiel d'exploitation, 2005; Bulletin de l'Institut Scientifique, section Sciences de la Terre, 27, pp.83-91.

**Monde S., (1997)** - Nouvelles approches de la cartographie du plateau continental de la Côte d'Ivoire: Aspects morphologiques et sédimentologiques. Thèse de Doctorat 3<sup>e</sup> cycle, Université de Cocody, 253, 200p.

**N'Doufou G. H. C., (2012)** - Contribution de l'étude morpho-sédimentologique et exoscopique à la compréhension de l'évolution du secteur du littoral ivoirien entre Sassandra et Abidjan. Thèse de Doctorat. Univ. Felix Houphouët Boigny, 193p.

**N'Doufou G, Abe J., Bamba S, Hauhouot C, Aka K., (2015)** - Effets de l'ouverture du Canal de Vridi sur les stocks sédimentaires littoraux entre Abidjan et Jacqueville (Côte d'Ivoire), Revue Paralia, 8 pp.01.1-01.16

**N'Guessan Y.A., (2008)** - Analyse morphologique,

sédimentologique et environnement de dépôts des sédiments superficiels des lagunes Adjin et Potou (zone littorale de la Côte d'Ivoire). Thèse Unique, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 148 p.

**Papon A., (1973)** - Géologie et minéralisations du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Synthèse des travaux de l'opération SASCA 1962-1968. Bull. Direction des Mines et de la Géologie de Côte d'Ivoire, 6, 285p.

**Parpenoff A., Pomerol C. et Tourenq J., (1970)** - Les minéraux en grains. Méthodes d'étude et de détermination. Masson Ed. (Paris), 578p.

**Pennober G., Giraudet E., Giraudet J., Madec-Cuq V., Gourmelon F., Da Silva A. S., Campredon P., (2005)** - Planification côtière en Afrique de l'Ouest: Retour d'expérience SIG en Guinée-Bissau, Norois, 196 (3), pp.67-79

**Pettijohn F., (1949)** - Sedimentary Rocks - Happer Frères. Edit. New-York, 1, 526 p.

**Rocheleau M., (1997)** - sédimentologie des paléoplages de la plaine d'Old Crow, territoire du Yukon, Canada, thèse Université d'Ottawa, 168p.

**Saaidi E., (1991)** - Traité de sédimentologie. Edition Ellipses, 393p

**St-Onge G., Leduc J., Bilodeau G., De Vernal A., Devillers R., Hillaire-Marcel C., Loucheur V., Marmen S., Mucci A. et Zhang D., (1999)** - Caractérisation des sédiments récents du Fjord du Saguenay (Québec) à partir de traceurs physiques, géochimiques, isotopiques et micropaléontologiques. Géographie physique et Quaternaire, 53 (3), pp.339-350.

**Vidal M., Delor C., Pouclet A., Siméon Y. et Alric G. (1996)** - Evolution géodynamique de l'Afrique de l'Ouest entre 2.2 Ga et 2 Ga: le style «archéen» des ceintures vertes et des ensembles sédimentaires birimiens du nord-est de la Côte d'Ivoire. Bull. Soc. géol., Fr., 167, (3): pp.307-319.

**Tastet J P., (1972)** - Quelques considérations sur la classification des côtes. La morphologie côtière ivoirienne, annales de l'Université d'Abidjan, série C (sciences) tome VIII, 2, pp.135-162.

**Tastet J.P., (1979)** - Environnements sédimentaires et structuraux quaternaires du littoral du Golfe de Guinée (Côte d'Ivoire, Togo, Bénin). Thèse de Doctorat Sc. Nat. Univ. Bordeaux I, pp.621, 175p.

**Tastet J.P., (1985)** - Le littoral ivoirien: géologie, morphologie et dynamique. Ann. Univ. Abidjan, Sér. C, 21 B: pp.189-218.

**Yao B. D., (1998)** - Lithostratigraphie et pétrologie des formations birimiennes de Toumodi-

Fettekro (Côte-d'Ivoire): implication pour l'évolution pour l'évolution crustale du

Paléoprotéroïque du craton Ouest-Africain. Thèse doc., Univ. Orléans, 191p.

**Yao K. S., (2012)** - Etude de la dynamique sédimentaire du littoral occidental ivoirien entre Tabou et Sassandra: Approches morpho-bathymétrique, sédimentologique et exoscopique. Thèse de Doctorat Univ. Felix Houphouët Boigny, 187p.