

6k



ETUDE DE SUIVI DU TRAIT DE COTE
ET SCHÉMA DIRECTEUR LITTORAL
DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

ETUDE DE CAS EN COTE D'IVOIRE

**CARACTERISATION DE LA
DYNAMIQUE MORPHO-SEDIMENTAIRE
DU LITTORAL DE COTE D'IVOIRE.**



Etude de cas

6K

2010

CARACTERISATION DE LA
DYNAMIQUE MORPHO-SEDIMENTAIRE
DU LITTORAL DE COTE D'IVOIRE.

YAO Kouadio Salomon & al

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	4
I. CONTEXTE DE L'ETUDE.....	5
1.1 CONTEXTE FAVORABLE DE MOBILISATION REGIONALE.....	5
1.2 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE DES ETUDES DE CAS DES SITES SENSIBLES DU LITTORAL IVOIRIEN.....	9
II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	10
2.1 RECHERCHE ET GEOMORPHOLOGIE DU LITTORAL	10
2.2 CARACTERISTIQUES ANTHROPIQUES SUR LES DIFFERENTS SITES D'ETUDE.....	24
III. APPROCHE METHODOLOGIQUE	32
3.1 RESEAU DE STATIONS DE SUIVI	32
3.2 RESEAU DE PROFILS IMPLANTES	32
3.3 PERIODE ET FREQUENCE DE SUIVI	32
3.4 TECHNIQUE DE LEVE DE PROFIL TOPOGRAPHIQUE ET SEDIMENT LOGIQUE DE PLAGE.....	32
3.5 RESTITUTION ET TRAITEMENT DES DONNEES	34
IV. EVOLUTION DIACHRONIQUE DE LA POSITION DU TRAIT DE CÔTE.....	43
4.1 EVOLUTION DIACHRONIQUE DE LA POSITION DU TRAIT DE COTE DU PERIMETRE LITTORAL DE SAN-PEDRO ENTRE JUIN 2007 ET AOUT 2009.....	43
4.2 EVOLUTION DIACHRONIQUE DE LA POSITION DU TRAIT DE COTE DU PERIMETRE LITTORAL DE GRAND - LAHOU ENTRE MAI 2008 ET MAI 2009.....	55
4.3 EVOLUTION DIACHRONIQUE DE LA POSITION DU TRAIT DE COTE DES SITES ABIDJAN, BASSAM ET ASSINIE-AFORENOU ENTRE AOUT 2007 ET NOVEMBRE 2009	63
V. PRESENTATION SYNTHETIQUE DES RESULTATS OBTENUS	70
VI. PERSPECTIVES	72
6.1 RAPPEL DE LA GOUVERNANCE DE LA GESTION DURABLE DU LITTORAL ET LUTTE CONTRE L'EROSION COTIERE	72
6.2 RAPPEL DE LA GOUVERNANCE DE LA GESTION DURABLE DU LITTORAL ET LUTTE CONTRE L'EROSION COTIERE	72
6.3 RAPPEL DE LA GOUVERNANCE DE LA GESTION DURABLE DU LITTORAL ET LUTTE CONTRE L'EROSION COTIERE	73
6.4 RAPPEL DE LA GOUVERNANCE DE LA GESTION DURABLE DU LITTORAL ET LUTTE CONTRE L'EROSION COTIERE	79
6.5 ÉVALUATION DES BESOINS MATERIELS ET FINANCIERS POUR LE SUIVI DES SECTIONS DE COTE ETUDIEES	81
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	88
FICHES DE METADONNEES (DONNEES UTILISEES SELON LA NORME ISO 19115)	93
LISTE DES ILLUSTRATIONS.....	99

INTRODUCTION

Le Programme Régional de Lutte Contre l'Erosion Côtière (PRLEC) de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) a démarré, depuis août 2008, ses travaux par la mise en œuvre du projet « Etude régionale de suivi du trait de côte et élaboration d'un schéma directeur du littoral de l'Afrique de l'Ouest » qui couvre certaines des principales opérations des deux premières composantes du programme consacrées aux volets recherche et développement et élaboration d'un schéma directeur d'aménagement du littoral.

L'UICN désigné maître d'œuvre du projet par l'UEMOA, compte tenu de son implantation dans la sous-région, de la qualité de ses réseaux scientifiques et techniques, a sélectionné, après un appel à propositions, des études de cas dans l'ensemble des pays membres du PRLEC.

La proposition «**Caractérisation de la dynamique morpho-sédimentaire du littoral de Côte d'Ivoire**» des doctorants YAO Kouadio Salomon, KONAN Konan Ernest et N'DOUFOU Gnosseith Huberson Claver a été retenue au titre de la Côte d'Ivoire et leurs travaux placés sous la supervision du Dr KOFFI Koffi Philibert responsable du Programme de dynamique sédimentaire littoral du Centre de Recherches Océanologiques d'Abidjan.

La spécificité de cette étude est qu'elle porte sur cinq cas de sites sensibles, San-Pédro, Grand-Lahou, Vridi-Port-Bouët (Abidjan), Grand-Bassam et Assinie-Aforénou (Frontière du Ghana) (figure 1).

Le présent rapport qui fait la synthèse des principaux résultats de l'étude de cas de ces sites sensibles est construit pour l'essentiel sur l'exploitation des données des campagnes antérieures des opérations de recherche des doctorants (période 2007-2009). Ces données ont été renforcées en partie dans le cas des sites de Grand-Lahou, Port Bouët, et Grand-Bassam par les données topographiques et sédimentologiques des plages de l'opération de recherche de leur encadreur.

Des missions de terrain de confirmation de données ont également été menées sur les différents sites sensibles.

I. CONTEXTE DE L'ETUDE

1.1 CONTEXTE FAVORABLE DE MOBILISATION REGIONALE

Les pays de la façade maritime atlantique de la région ouest africaine, de la Mauritanie au delta du Niger au Nigéria dans le Golf de Guinée, subissent depuis quelques décennies, à l'instar de la quasi-totalité des pays côtiers du monde, une forte érosion de leurs cordons littoraux barrières.

Figure 1: sites sensibles du littoral ivoirien



Ces processus côtiers naturels, à l'origine de l'édification progressive du modèle du littoral, sont largement amplifiés par le contexte actuel de réchauffement climatique et d'élévation du niveau marin : accélération du recul du trait de côte et fréquentes submersions des hautes plages et cordons lors des tempêtes et marées d'équinoxe.

Face à ce véritable fléau dont les impacts socio-économiques obéraient sérieusement leurs politiques d'équipement et de développement de leur bande côtière, les pays de cette région, l'UNESCO (Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture) et la COI (Commission Océanographique Intergouvernemental) ont mis en œuvre dès les années 80 une approche régionale de la lutte contre l'érosion côtière.

1. Initiatives régionales antérieures Projet UNESCO/ ONU-DAESI/ PNUÉ «Lutte contre l'érosion côtière en Afrique de l'Ouest et du Centre » WACAF 3

Le projet WACAF3 mis en œuvre de 1983 à 1986 par l'UNESCO et l'ONU-DEASI, agences d'exécution, visait pour objet essentiel de fournir aux vingt (20) pays de la sous-région de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (de la Mauritanie à l'Angola) une documentation sur l'érosion côtière. Ceci afin de soutenir leurs différents efforts pour la protection de leurs zones côtières.

Les résultats du projet réalisés conformément au « Plan d'action pour la protection et le développement de l'Environnement marin et des zones côtières de l'Afrique de l'Ouest et du Centre », sous la supervision du PNUÉ, ont été principalement:
un assemblage de données historiques sur l'érosion côtière de la zone WACAF collectées en Afrique, en Europe et aux Etats-Unis;

L'étude de certains sites représentatifs et le renforcement des expertises locales;
Toutefois l'appropriation de ces acquis par les pays cibles du projet n'a pas été à la hauteur des attentes. L'absence de cadre formel régional de suivi de la phase post-projet et le manque d'une volonté politique de mise en œuvre d'un programme régional de lutte contre l'érosion côtière et de gestion des zones littorales en ont été les principales causes.

2. Autres initiatives régionales de gestion durable de la zone côtière.

A la suite du projet WACAF3, il faut citer dans la situation présente, des programmes régionaux de gestion de la zone côtière, homologues à la présente initiative de l'UEMOA.

Le programme Grand Ecosystème Marin du Golfe de Guinée (GCLME) :

Ce programme financé par le FEM4, a débuté en 2004. Il devrait voir la phase actuelle s'achever en 2010. Il intervient dans l'ensemble des pays côtiers de la Guinée Bissau au Nigéria inclus, ainsi que les pays d'Afrique centrale jusqu'en Angola. Le programme aborde l'ensemble des compartiments de la gestion côtière, partant d'une démarche de diagnostic (profils côtiers nationaux) en vue de l'établissement d'un plan stratégique régional. Des projets démonstratifs sont mis en œuvre dans différents domaines et secteurs: évaluation des stocks halieutiques, conservation de la biodiversité, prévention et maîtrise des pollutions, aspects juridiques et réglementaires. **La coordination du GCLME a été associée aux entretiens initiaux avec les représentants de l'UEMOA.**

Le programme Grand Ecosystème Marin du Courant des Canaries (CCLME) :

Ce programme également financé par le FEM est en cours de démarrage et inclura notamment la Mauritanie, le Sénégal, la Gambie et la Guinée Bissau.

Le programme régional d'Adaptation aux Changements Climatique et Côtier en Afrique de l'Ouest (ACCC5):

Ce programme d'adaptation au changement climatique est financé par le FEM et couvre le Cap Vert, la Gambie, la Guinée Bissau, la Mauritanie et le Sénégal.

Le programme régional de Conservation de la zone Côtière et Marine en Afrique de l'Ouest (PRCM) : la deuxième phase du PRCM a débuté en 2008. Sur la base d'un

financement multi-bailleurs (basket fund), le programme inclut plus d'une vingtaine de projets portant sur la conservation de la biodiversité, la mise en réseau des aires marines protégées de l'Afrique de l'Ouest, et la gestion durable des pêcheries en Afrique de l'Ouest.

Le programme GIWACAF, établi entre l'Organisation Maritime Internationale (OMI) et International Petroleum Industry Environment Conservation Association (IPIECA).

3. Initiatives PRLEC UEMOA

La présente initiative régionale de lutte contre l'érosion côtière résulte de l'engagement des états membres de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) à développer un Programme Régional de Lutte contre l'Erosion Côtière des pays membres ainsi que le Ghana et la Gambie (PRLEC-UEMOA).

Ce Programme sous-régional dont l'objet principal est d'atténuer les conséquences économiques, environnementales, sociales et culturelles de l'érosion, est l'application du Règlement 02/2007/CM/UEMOA adopté le 6 avril 2007 faisant suite aux conclusions de la réunion des Ministres chargés de l'Environnement, tenue le 25 janvier 2007 à Cotonou et aux recommandations de la Conférence des Ministres de l'Environnement en date du 11 avril 1990, à Cotonou (Bénin).

Les objectifs du PRLEC couvrent à la fois les volets de renforcement des capacités régionales en matière d'étude et suivi de l'érosion côtière, l'étude des processus hydro-sédimentaires côtiers et le développement des meilleures méthodes de lutte contre l'érosion côtière adaptées à la situation de la sous-région.

L'étude régionale de suivi du trait de côte et élaboration d'un schéma directeur du littoral de l'Afrique de l'Ouest, comme nous l'avons mentionné en introduction, s'inscrit dans le champ des opérations de la première et seconde des quatre composantes suivantes du PRLEC :

- Composante 1 : recherche et développement ;
- Composante 2 : élaboration d'un schéma directeur d'aménagement du littoral ;
- Composante 3 : étude d'exécution d'ouvrages ;
- Composante 4 : travaux d'aménagement et/ou de protection.

L'exécution du projet d'étude dont la maîtrise d'ouvrage est assurée de fait par l'UEMOA à travers la coordination du PRLEC-UEMOA est confiée à l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, comme nous l'avons mentionné en introduction. L'UICN exécute le projet dans le cadre de son Programme Marin et Côtier (MACO) pour l'Afrique centrale et occidentale, composante thématique du Programme pour l'Afrique Centrale et Occidentale (PACO).

L'objectif spécifique de l'étude est de doter les pays de la sous-région d'une vision coordonnée et prospective des risques côtiers et des mesures à envisager pour y faire face.

Les produits finaux attendus pour cette étude sont les suivants :

- un plan de communication ;
- des diagnostics nationaux et une synthèse régionale;
- des études de cas localisées dans les différents pays;
- une cartographie de la sensibilité du littoral au 1/250 000;
- un schéma directeur provisoire et des recommandations pour le suivi du trait de côte;
- une cartographie du schéma directeur au 1/500 000.

1.2 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE DES ETUDES DE CAS DES SITES SENSIBLES DU LITTORAL IVOIRIEN

Le littoral est une zone frontière, un lieu d'échange qui représente un patrimoine d'une grande richesse. Utile mais fragile, sa dégradation est un problème connu à l'échelle mondiale et l'érosion côtière en est une illustration. En Côte d'Ivoire, deux ensembles géologiques (le socle précambrien et le bassin sédimentaire récent) en contact avec la mer, déterminent d'Ouest en Est, deux types de côtes qui s'étendent sur environ 600 km entre le Cap des Palmes au Libéria à l'Ouest et le Cap des Trois Pointes au Ghana à l'Est. La côte mixte de plateaux du Sud-ouest ivoirien, rocheuse et sableuse, représentent environ 250 km de façade maritime entre la frontière du Libéria à l'Ouest et Fresco à l'Est. La basse côte sableuse du bassin sédimentaire, entre Fresco et la frontière du Ghana l'Est, s'étend sur environ 350 km, avec d'importants systèmes lagunaires et des cordons littoraux bien développés.

Les travaux antérieurs sur la dynamique sédimentaire du littoral ivoirien révèlent une érosion préoccupante et la vulnérabilité de la basse côte orientale (KOFFI, 1992; ABE *et al.*, 1993; ABE et N'GUESSAN, 1995; ABE et KABA, 1997; AFFIAN *et al.*, 1997, 2003; ABE, 2005). A l'opposé, la côte occidentale mixte enregistre dans l'ensemble une stabilité de la ligne de rivage (LE BOURDIEC, 1958; POMEL, 1979; KOFFI *et al.*, 1993) avec les réajustements (engraissement/érosion) aux alentours des nombreux mini-caps des affleurements rocheux. La stabilité de cet ensemble littoral est ponctuellement rompue par les aménagements. Les profondes modifications de certaines portions du littoral prennent des proportions de plus en plus inquiétantes (HAUHOUOT, 2000; ABE, 2005).

Face à ces menaces et dans le contexte actuel de l'élévation du niveau marin, le Centre de Recherches Océanologiques (CRO) d'Abidjan, en collaboration avec l'Université de Cocody (UC), réalise un suivi physique de l'évolution actuelle de l'ensemble du littoral ivoirien, qui fait l'objet de 3 études doctorales.

Ce travail s'inscrit dans le programme «**dynamique sédimentaire littorale et mouvements des embouchures**» du grand programme **Océanographie et Gestion des Zones Côtières**, initié par ledit centre. Si l'analyse diachronique des photographies aériennes a permis de retracer la cinématique du trait de côte (HAUHOUOT, 2000), celle des variations actuelles de profils transversaux des plages émergées n'en demeure pas moins indispensable pour une mise à jour continue des données morpho-sédimentaires variables sans cesse dans le temps.

Elle intègre le cadre d'une étude globale en termes d'évolution prévisionnelle des rivages en vue d'une adoption de stratégie d'adaptation ou de défense contre la mer dans une perspective de développement durable.

Cette étude qui vise à appréhender à différentes échelles de temps (annuelle, pluriannuelle) les mouvements des corps sédimentaires, contribue mieux à cerner la dynamique spatio-temporelle indispensable pour la préservation du littoral ivoirien à fort enjeu socio-économique par endroit. Elle s'appuie d'une part sur la caractérisation des processus hydro-sédimentaires du littoral et de la dynamique des plages. D'autre part, sur la définition de la tendance d'évolution du trait de côte sur la période d'observation.

II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

L'implantation des sites de l'étude de cas couvrant les différents secteurs littoraux, il paraît judicieux de développer à l'échelle de toute la côte ivoirienne les généralités physiques.

2.1 RECHERCHE ET GEOMORPHOLOGIE DU LITTORAL

1. Aperçu géographique de la zone côtière

Climat

Situé entre 4°30' et 10°30' de latitude nord et 3°40' et 5°20' de longitude ouest, le territoire ivoirien, d'une superficie de 322 462 km², connaît un climat chaud de transition entre le climat équatorial humide et le climat tropical sec.

Les mois les plus chauds observés sur la période de 1990-2004, avec une température supérieure à 28 °C, sont février, mars, avril et mai tandis que juillet, août et septembre sont les mois les moins chauds pour la même période avec une température inférieure à 25 °C (KOUAME 2006 in ADOPO, 2009)

La zone côtière qui s'étend dans la partie méridionale de ce territoire entre les latitudes 4° et 5°30' Nord et les longitudes 2°25' et 7°30' Ouest, du Cap des Palmes au Libéria au Cap des trois Pointes au Ghana baigne dans un climat de type tropical humide voire équatorial (humide) avec quatre saisons :

- une grande saison pluvieuse d'avril à juillet durant l'ascension du Front Inter Tropical (FIT) où on enregistre les 2/3 des pluies de l'année;
- une petite saison sèche d'août à septembre, la plus froide de l'année;
- une petite saison pluvieuse d'octobre à novembre avec une autre remontée du FIT;
- une grande saison sèche de décembre à mars ; la saison la plus chaude de l'année.

Végétation

Trois types de végétation sont identifiés, selon les conditions édaphiques (ADJANOHOUN, 1965; ADJANOHOUN et al 1971, GUINKO 1973, PARADIS et ADJANOHOUN, 1974), du Nord au Sud :

- les savanes et forêts claires, près de 212 000 km², dans la partie nord du pays où on distingue en plus de la savane les forêts galeries le long des cours d'eau et les forêts des parcs ;
- les forêts denses sempervirentes du Sud composées respectivement d'une strate supérieure de mégaphanéophytes de plus de 30 m (*Touraentalus africanus*, *Terminalia ivorensis*...), une strate moyenne de 8 à 30 m de mésophanéophytes (*Coula edulis*, *Parka bicolor*...) et un sous-bois de végétaux hygrophyles avec des nanophanéophytes et des microphanéophytes (*Euphorbiacées*, *Papilionacées* et *Fougères*).
- les formations hydromorphes du littoral constituées de forêts marécageuses en marge de la forêt dense ou en îlots isolés constituées d'espèces à pneumatophores et à racines échasses (*Symphonia globulifera*, *Mitragina ciliata*) et de mangrove sur les berges vaseuses et saumâtre des lagunes (*Rhizophora racemosa*, *Avicenia nitida* et la fougère *Acrosticum aureum*).

Hydrologie

La Côte d'Ivoire est drainée par deux sortes de fleuves. Les grands fleuves allochtones qui la traversent du Nord au Sud, à la différence des rivières locales, tributaires de ces fleuves ou autonomes, qui se rencontrent exclusivement au Sud du pays (AVENARD, 1971).

Les grands fleuves au nombre de quatre, sont d'Ouest en Est le Cavally, le Sassandra, le Bandama et le Comoé. Leurs bassins versants sont respectivement de 30 000 km², 75 000 km², 97 500 km² et 78 000 km²

A l'exception du Bandama, ils prennent tous leurs sources dans les pays voisins, la Guinée pour le Cavally et le Sassandra et le Burkina Faso pour le Comoé.

Les rivières côtières sont d'Ouest en Est, le Tabou (810 km²), le San-Pédro (3 300 km²), le Niouniourou (1 791 km²), le Boubo (5 100 km²), l'Agnéby (8 900 km²), la Mé (4 300 km²) et la Bia (9 650 km²) (LE LOEUFF et MARCHAL, 1993)

La crue annuelle sur le littoral ivoirien se produit entre septembre et novembre et correspond à la petite saison pluvieuse sur la côte.

La décharge des fleuves est faible, 2,5 mg l⁻¹ à 0,3 mg l⁻¹ (TASTET et al., 1993 in ABE, 2005) et caractérisée par une chute des débits ces dernières décennies (tableau I).

Tableau I : Variabilité du débit moyen annuel (m³ s⁻¹) des principaux fleuves de Côte-d'Ivoire (TAPE, 2000)

Période	Cavally	Sassandra	Bandama	Comoé
1958-1965	Dm	Dm	Dm	248
1966-1969	689	663	372	287
1970-1981	456	390	165	147
1982-1992	462	364	154	110
1993-1996	Nd	Nd	Nd	115

Dm: donnée manquante, Nd: donnée enregistrée mais non disponible

2. Caractéristiques géomorphologiques, sédimentologiques et hydrodynamiques du littoral ivoirien

a. Linéaire côtier ivoirien

Le littoral ivoirien, entre le Cap des Palmes au Libéria à l'ouest et le Cap des trois Pointes au Ghana, déroule un linéaire côtier d'au moins 512 km se décomposant comme suit :

- Frontière Libéria-Sassandra.....181 km
- Sassandra-Fresco.....60 km
- Fresco-Vridi-Port Bouët.....171 km
- Vridi-Port Bouët-frontière du Ghana.....100 km

Ces quatre segments côtiers sont définis par trois points d'inflexion de l'alignement du trait de côte au niveau des sites charnières de Sassandra, Fresco, Vridi-Port Bouët. Ces distances sont estimées à une échelle de 1/200 000 et pourraient être affinées (QUELENNEC, 1984).

GEOLOGIE ET CLASSIFICATION GEOMORPHOLOGIQUE DES COTES IVOIRIENNES

La marge océanique ivoirienne :

Le socle ivoirien appartient au vieux bouclier précambrien de l'Afrique de l'ouest en continuité avec le bouclier du Brésil bien avant l'ouverture de l'Atlantique (TAGINI, 1971 ; BLAREZ, 1986).

La marge océanique supérieure ou du Crétacé inférieur est une marge de cisaillement sous la dépendance des failles transformantes de Saint-Paul et de la Romanche (BOILLOT, 1983 ; BLAREZ, 1986). «L'accident majeur» des lagunes dans le prolongement de la zone de fracture de Saint-Paul constitue la limite septentrionale du bassin sédimentaire profond qui s'étend dans le domaine marin actuel (SPENGLER et DELTEIL, 1966; MARTIN, 1973; TASTET, 1979).

Le bassin sédimentaire qui fait partie du vaste bassin éburnéo-nigérian (Mestraud, 1970) s'étend, de l'ouest de Fresco à la ville d'Axim au Ghana, sur environ 360 km de côte dans sa partie émergée pour une aire de 8 000 km². Au large du rivage océanique plus des 2/3 de ce bassin, soit 22 000 km² sont immergés.

Les unités lithologiques de ce domaine reposent sur une épaisse couche de sable, grès, conglomérat et argiles versicolores d'origine continentale, d'âge Jurassique supérieur ou Crétacé inférieur. Sur cette série continentale de la période de l'ouverture du rift reposent en discordance les unités lithologiques suivantes :

- 2600 m de conglomérats, argile feuilletée à intercalation de grès et marne du Crétacé inférieur;
- 600 à 700 m de calcaire gréseux dolomitique, de conglomérats, de grès et sables du Crétacé moyen et des formations de sable bitumineux et argile du Crétacé supérieur ;
- 500 m de sables, argile ou calcaires coquillers du Paléocène ;
- 490 m d'argile glauconieuse sableuse, argile sableuse à banc calcaire de l'Eocène ;
- des formations plus récentes de marne argilo-silteuses, sables plus ou moins argileux du Miocène, des sables argileux et grès ferrugineux (continental terminal) du Pliocène et les vases sables argileux, argiles noires à intercalation de tourbe et sables forme le toit de ces unités lithologiques.

b. Les formations géologiques du littoral ivoirien

La cartographie des formations géologiques en contact de l'océan permet de distinguer les trois paysages littoraux suivants :

Dans le domaine du socle précambrien

- **Les côtes à plateaux** du sud-ouest ivoirien, entre le Libéria et le fleuve Sassandra, où les formations intrusives et métamorphiques du bouclier précambrien confèrent un tracé échelonné du rivage où alternent d'étroites plaines de cordons littoraux et des caps rocheux. Les altitudes sont comprises entre 20 et 100 m ;

Dans le domaine du bassin sédimentaire

- Les côtes des formations sédimentaires tertiaires du mio-pliocène du "**continental terminal**", entre le fleuve Sassandra et l'ouest de la lagune Nyouzoumou, dans les environs d'Ebonou, sont constituées de sables argileux plus ou moins cuirassés ;

elles forment des plateaux de 20 à 50 m et des falaises vives sous l'action érosive des vagues (falaises- vives de Fresco) ;

- **Les basses côtes sablonneuses de longs cordons littoraux barrières quaternaires** isolant de nombreux systèmes lagunaires s'étendent de l'ouest de Grand-Lahou à la frontière du Ghana.
- Les cordons littoraux barrières appartiennent à un ensemble de cordons sableux parallèles et plats (2 à 6 m d'altitude), orientés parallèlement à la côte. La largeur de ces cordons est par contre très variable, selon qu'ils correspondent à l'extension de l'estran et de la haute plage actuelle (100 à 300 m) à l'est d'Ebonou, ou à une multitude de rides avec plus de 1200m à Grand-Lahou, 4500 m à 5000 m, entre Abidjan et la frontière du Ghana (TASTET, 1979).
- Les systèmes lagunaires ivoiriens qui constituent un patrimoine exceptionnel de la zone littorale s'étirent sur plus de 300 km le long des cordons littoraux barrières entre Fresco et Assinie (2°50'W -5°25'W). Ils occupent, avec les vasières à forêt marécageuse, les nombreuses dépressions inondables de la frange littorale (TASTET, 1979).

Ces systèmes, plus ou moins importants les uns que les autres, sont d'ouest en est :

- la petite lagune de FRESCO qui couvre 17 km² ;
- les lagunes de Grand-Lahou (Tagba, Mackey, Nyouzoumou, Tadjou) qui ont une surface cumulée de 190 Km² ;
- la lagune Ebrié et ses satellites, Aghien, Potou et Ouladine qui forment le plus grand système lagunaire avec une superficie de 566 km² ;
- le système Aby-Tendo-Ehy à la frontière du Ghana qui couvre environ 424 Km².

L'ensemble de ces systèmes, reliés entre eux par des canaux artificiels creusés dans les années 1955 et 1957 (canal d'Azagny, canal d'Assinie) sont de véritables estuaires pour les principaux fleuves ivoiriens qui y confluent. Toutefois, les échanges de ces immenses plans d'eau avec la mer demeurent faibles; les émissaires, les passes et les étroits goulets de ces systèmes fluvio-lagunaires sont régulièrement colmatés à l'exception du canal de Vridi en lagune Ebrié,

c. Le plateau continental

Le plateau continental ivoirien est relativement étroit, l'isobathe des 120 m se situe à 32 km des côtes au large d'Assinie, 18 km d'Abidjan et 25 km de Tabou. L'étroitesse de cette plateforme continentale est très prononcée au droit de l'entaille du canyon du « Trou-sans - fond » à Vridi-Port-Bouët (MARTIN,1973).

Hormis cette profonde entaille, le plateau continental de Côte d'Ivoire est très peu accidenté ; toutefois quelques petites dépressions et des affleurements rocheux (grès – beach rock) en bancs discontinus parallèles à la côte entre 50m et le rebord du plateau. Dans la partie occidentale de cette plateforme, entre la plage et l'isobathe des 40 m, le socle cristallin affleure en bancs discontinus ne dépassant pas 10 m de dénivelé.

Le profil transversal du plateau continental est de forme concave à intermédiaire correspondant à des pentes faibles comprises entre 0,35 et 0,45 % (Monde, 1997) ; Ainsi, au large d'Abidjan, en dehors de l'entaille du canyon du « Trou sans fond », on relève 0,42%, au droit de Grand-Lahou, 0,30% et en face de San-Pédro, 0,40%.

La cartographie des faciès sédimentaires du plateau continental met en évidence :

- une frange côtière entre 0 et 10 m de fond de sédiments sableux essentiellement de sable moyens à grossiers, devenant fins à très fins dans le secteur littoral est (Assinie). Les sédiments battus et remaniés par les vagues sur la plage proviennent principalement de ce stock ;
- des formations sablo-argileuses de 0 à 70 m et au-delà jusqu'au rebord du plateau des sédiments organogènes forment un substratum sur lequel se sont déposés des sédiments de type sablo-vaseux ;
- des couches de vases de 5 à 20 m d'épaisseur recouvrent les fonds marins entre 30 et 70 m de profondeur du Cap des Palmes à Sassandra, à l'ouest de l'embouchure du Bandama à Grand-Lahou et entre Vridi et Grand-Bassam de part et d'autre du Trou sans-fond. Cette vase provient des apports des fleuves (Sassandra, Bandama, Comoé) et rivières côtières;
- des bancs de grès coquillers grossiers mentionnés plus haut, les grès de plage (beach- rock), identifiés aux profondeurs de 55, 70-80 m et 80-90 m (QUELENNEC, 1984 ; MARTIN et al 1993 ; MONDE, 1997)

d. Les paramètres hydrodynamiques

Le vent

Le vent assure, sur les côtes désertiques ou sahéliennes (Mauritanie, Sénégal), par la déflation éolienne un transport sédimentaire important. Tel n'est pas le cas des côtes de zone tropicale humide voire équatoriale du Golfe de Guinée.

Par leur fréquence et leur force, les vents qui soufflent sur les littoraux peuvent avoir des actions morphogéniques importantes. Un vent parallèle au rivage est capable, suivant sa direction, de renforcer ou de ralentir la dérive littorale. Un vent marin perpendiculaire à une plage accroît la cambrure des vagues, d'où une agressivité accrue quand elles déferlent et un démaigrissement de la plage. S'il s'agit d'un vent de terre, il diminue la hauteur des vagues, réduit leur cambrure, ralentit leur avancée, d'où un engraissement de la plage (PASKOFF, 1994).

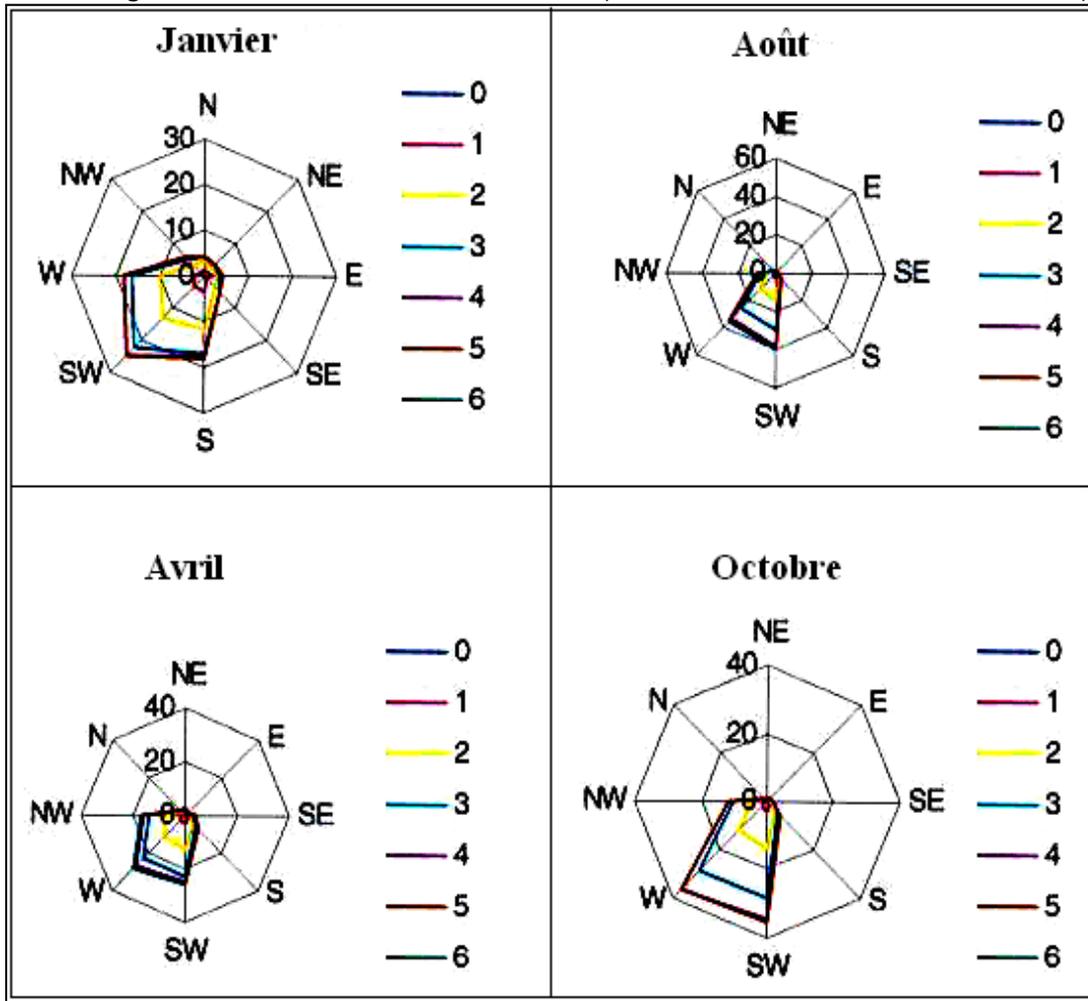
Le régime du vent sur le littoral ivoirien (figure 2) est régi par le Front Intertropical (FIT). Situé dans la zone des basses pressions intertropicales où convergent, grâce aux alizés, les masses d'air australes ou boréales, il est caractérisé par une triple discontinuité : vent, température et humidité. Il migre vers le Nord (20 à 25°), avec la dépression saharienne, de janvier en août, pour descendre ensuite vers les latitudes 6° à 8° Nord en décembre au niveau de la Côte d'Ivoire (PNUE, 1985).

Le plateau continental est soumis à l'influence des alizés (SERVAIS et MERLE, 1993). Les vents de la mousson soufflent pendant 10 mois de l'année.

Ils sont généralement **faibles (3-4 m/s)**, réguliers et caractérisés par un cycle journalier. Leur vitesse peut augmenter pendant l'été boréal (4-6 m/s). Les alizés ne sont pas comme à l'équateur, de secteur sud-est, mais de **secteur sud-ouest**, à cause du changement de direction de la force de Coriolis à l'équateur.

En définitive, les vitesses du vent varient entre 3 et 7 m/s pendant 65% du temps. Selon (TAPE, 2000), on observe également une variabilité interannuelle, mais de faible amplitude. Le phénomène de l'harmattan (les alizés du Nord) intervient en Janvier et février où ces vents secs soufflent au large (directions Nord-Nord-Est et Nord-Est). Malgré leur faible vitesse, ces alizés soulèvent un volume important de poussière dans l'atmosphère.

Figure 2 : Régime des vents sur le littoral ivoirien (ANONYME, 2001 in WANGO, 2009)



La marée

L'action de la marée dans le domaine littoral est étroitement liée au marnage et au courant de marée ; la marée définit l'estran et la zone intertidale en général en fonction du marnage et assure directement le transport des masses d'eau et des sédiments par les courants qu'elle engendre.

Les côtes ivoiriennes sont micro-tidales, de type semi-diurne à forte inégalité journalière. Le marnage relevé au niveau du Port d'Abidjan varie entre 0,40 m, en mortes eaux et 1,30 m en vives eaux (VARLET, 1958 in TASTET, 1979).

Les mesures faites au Port de San-Pédro confirment les mêmes caractéristiques : un marnage compris entre 0,25 m en mortes eaux et 1,70 m en vives eaux avec un retard de phase de 15 minutes (ANONYMES 1999).

La houle

Le vent génère sous certaines conditions, « la mer du vent » au large qui crée une houle primaire et confuse qui s'organise en train de houle régulière en se propageant vers la côte. Ce mouvement ondulatoire est décrit par ses caractéristiques propres, sa direction, sa longueur d'onde, sa hauteur et son amplitude, sa période et sa cambrure.

Le plan de houle est déformé à l'abordage de la plage (s.), en fonction de sa direction et la morphologie de la côte : La **réfraction** des vagues selon la topographie du fond, la **diffraction** de celle-ci au droit d'un obstacle, avec un transport latéral d'énergie et la **réflexion** de la houle incidente sur une paroi verticale constitue les principales déformations de la houle.

Les courants induits par la houle en dehors des courants côtiers de dérive dus au vent local et au courant de marée sont :

- parallèlement à la côte, le courant de dérive littorale et le transport par jet de rive ;
- Perpendiculairement à la côte ; les courants de compensation et de transport de masse, les «rip-currents» et «undertows» et le jet de rive associé à une houle normale.

Les houles qui attaquent le littoral ivoirien sont des houles lointaines bien formées depuis les dépressions australes de l'Atlantique. Leurs caractéristiques, direction, période et amplitudes sont rarement corrélées avec le régime local de vent sur le littoral (QUELENNEC, 1984).

L'absence ou l'inaccessibilité aux rares enregistrements de houle sur le littoral ivoirien est un gros handicap pour l'étude et le suivi des processus côtiers. Les données disponibles sont généralement anciennes.

Les enregistrements de la houle au large d'Abidjan (tableau II) montrent que celles-ci proviennent en moyenne du secteur Sud-Sud ouest avec une amplitude moyenne de 1,3m et une période comprise entre 7 et 11 s. La période d'occurrence des fortes houles est mai et juin et les périodes calmes centrées sur novembre, décembre et janvier.

Les hauteurs de houle significatives maximales annuelles ont pu être estimées à 3,3 m contre 4,2 m de houles significatives décennales (QUELENNEC, 1984). Ces houles de faible occurrence sont souvent très destructrices surtout lors des marées de tempête (juillet ou août).

Tableau II: Caractéristiques générales des houles devant Abidjan sur fonds de 20 m (TASTET *et al.*, 1985).

Houle	Amplitude (m)	Période(s)	Direction au large	Fréquence annuelle (%)	Epoque de dominance
Faible	0,8 -1,0	7 à 11	S-SW	30	Nov-Déc-Janv
moyenne	0,8-1,0 1,0-1,8	10	S-SW	50	40-60 % Toute l'année
Forte	1,8-2	10-20	S-SW	20	Mai - Juin

La courantologie littorale

La courantologie sur le plateau continental est régie par le principal courant de circulation général, le courant de Guinée qui porte sur la région du Golfe de Guinée. Ce courant superficiel couvre une tranche d'eau de 10 à 50 m et est orienté d'Ouest en Est. Il peut atteindre des vitesses maximum de 1,50 m/s (VARLET, 1958, LEMASSON et REBERT, 1973).

Le courant de Guinée a un sous-courant qui porte sur la tranche d'eau entre -15 et 80 m sur le plateau continental avec des vitesses de 0,30 à 0,80 m/s (LEMASSON et REBERT, 1973).

La dérive littorale

En considérant les trois grandes directions que prend le trait de côte de Tabou Sassandra orienté 70°, de Sassandra à Abidjan 85° et à l'Est d' Abidjan en direction d' Assinie 101° et le régime de houle observé sur le littoral, l'angle d'incidence du front de houle à la côte est respectivement d'ouest en moyenne de 42°, 27° et 11° (LE LOEUF ET MARCHAL, 1993). Le secteur occidental du littoral ivoirien présente le meilleur potentiel de transport sédimentaire, dans le cadre de la dérive littorale vers l'Est avec l'angle d'incidence le plus favorable de la côte. Cependant la nature géologique complexe de la côte mixte sablo-rocheuse au stock sédimentaire limité ne permet pas une mobilisation conséquente des sédiments.

La dérive littorale est importante et de direction générale d'ouest en est. Son calcul par formule ou abaques, sur modèle ou en nature par estimation de volumes piégé par un ouvrage (PELNARD, 1933; VARLET, 1958 *in* TASTET, 1979) donne un transport de 200 000 m³/ an à l'ouest au niveau de San-Pédro, 800 000 et 400 000 m³/an de part et d'autre du canal de Vridi (Abidjan).

La situation de l'érosion dans le secteur central, de Fresco, Grand-Lahou et Jacquville et à l'ouest de Vridi pourrait s'expliquer par une « sous-saturation » du train de houle depuis Sassandra et « un appel à sédiment » sur les puissants cordons littoraux de la zone ; le même phénomène de déficit sédimentaire plus prononcé à l'est du canyon du Trou sans fond explique l'érosion de la côte de Port –Bouët et Grand-Bassam.

Bien que la direction générale de la dérive soit orientée d'Ouest en Est, il existe des transferts localisés de sédiments vers l'ouest, illustrés par l'édification de nombreuses flèches littorales à contre sens de la dérive principale (Grand-Lahou, Fresco, Sassandra et San-Pédro).

Elévation du niveau de la mer

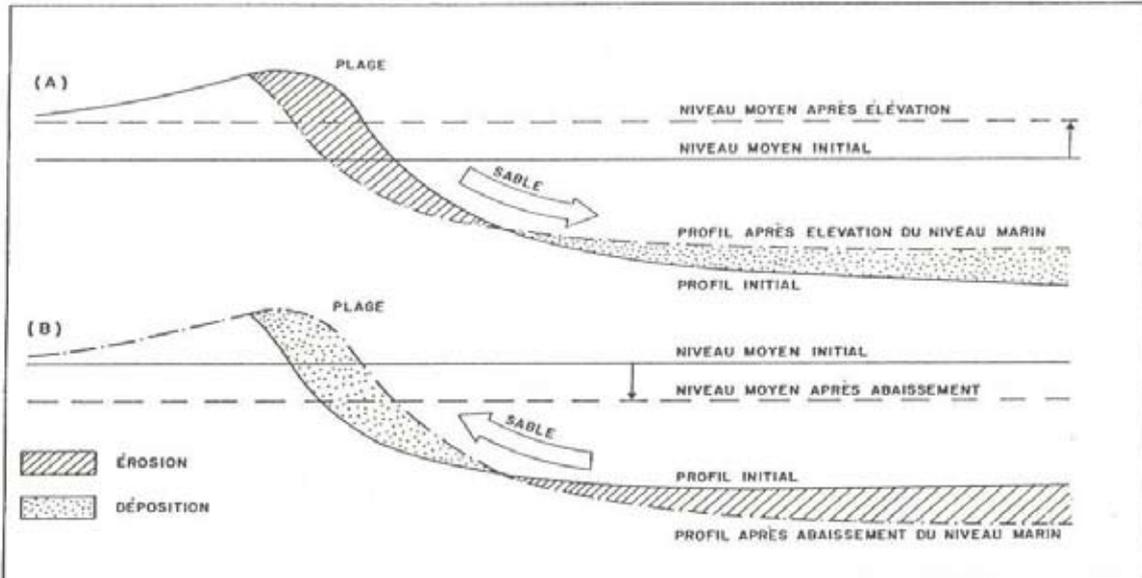
L'élévation du niveau marin ne déclenche pas les processus de la dynamique sédimentaire littorale dont l'érosion, qui sont liées plus à l'action des paramètres hydrodynamiques, la houle, la marée et les différents courants générés dans la zone littorale. Elle va plutôt amplifier l'impact de l'érosion en déportant progressivement à l'intérieur des terres le front de plage dynamique (Hautes mers) et l'action des paramètres hydrodynamiques susmentionnés.

Le contexte post-holocène dans lequel évoluent les plages est marqué d'une part par un déficit en matériaux, ce qui crée une situation précaire pour les plages et d'autre part une élévation du niveau relatif de la mer (VERSTRATE, 1989). Selon ce même auteur, les données recueillies à partir du marégraphe de Takoradi (Ghana) révèlent que la mer s'est élevée de 3,4 mm plus ou moins 0,6 mm.an⁻¹ durant la période de 1930-1960. En Côte d'Ivoire, le taux d'élévation du niveau de la mer serait de 1,5 mm.an⁻¹ (PASKOFF, 1989 *in* ABE, 2005).

La hausse séculaire du niveau marin le long de la côte ghanéenne et sur les autres côtes adjacentes du Togo et de la Côte d'Ivoire pourrait atteindre 30 cm en l'an 2030 (BLIVI, 2001). Des études ont mis en évidence l'impact d'une telle élévation du niveau marin sur le processus côtier. Elles révèlent qu'une élévation de 30 cm provoquerait un recul des plages de 20 à 60 m (PIRAZZOLI, 1993). Selon le principe de Brünn (figure 3), le profil transversal de la plage migre parallèlement à lui-même vers la terre par érosion de la partie haute. Le

matériau enlevé s'accumule sur l'avant- plage de telle sorte que l'épaisseur de la tranche d'eau littorale reste constante.

Figure 3 : illustration du principe de Brunn, 1962 in Abé, 2005



(A) Une élévation du niveau de la mer sur une plage en état d'équilibre sédimentaire déclenche une érosion et un recul du trait de côte. Les sédiments qui sont enlevés sur la plage se déposent sur l'avant plage avec une épaisseur qui compense le niveau de la mer.

(B) Sous l'effet d'une baisse du niveau de la mer, l'on observe le phénomène inverse.

3. Caractéristiques physiques spécifiques des sites d'étude

a. Le périmètre littoral de San-Pédro

Le littoral de San-Pédro est situé presque à mi-parcours du segment de côte à plateaux du Sud-Ouest. C'est un paysage littoral caractérisé par une côte mixte en échelon où alternent plages sableuses et caps rocheux du socle précambrien. Il couvre en partie les plateaux les plus hauts de la région, d'altitude variant de 50 à 100 m entre San Pedro et Sassandra, voir 102 m près de Monogaga (HINSCHBERGER et POMEL, 1972).

Le périmètre littoral qui fait l'objet de cette étude, s'étire sur environ 5 km de côte à vol d'oiseau entre les latitudes 4°43'21.35'' et 4°44'48.17'' Nord et les longitudes 6°38'20.45'' et 6°36'07.76'' Ouest. Il couvre les portions de plages entre le Tombolo et la pointe du phare. Le suivi de la dynamique sédimentaire de ce périmètre littoral est réalisé au droit de 5 segments de plages disposés de part et d'autre du chenal portuaire (figure 4).

Le réseau hydrographique sur cette portion du littoral se limite à la lagune Digboué à l'Ouest et à la rivière côtière San-Pédro, détournée de son exutoire naturel où sont implantés les chenaux et les darses du port de San-Pédro. Les débouchés en mer de ce cours d'eau côtiers et de la lagune Digboué, sont régulièrement colmatés (surtout en période d'étiage) du fait du faible débit des eaux et de l'importance du transit sédimentaire littoral vers l'Est.

Les caractéristiques océaniques dans le Sud-Ouest du littoral ivoirien sont assez proches des caractéristiques au large d'Abidjan dans le secteur littoral Sud-Est. (Cf II. 2 caractéristiques houle sur le littoral ivoirien).

La marée à San Pedro accuse un retard de 15 minutes par rapport à Abidjan. C'est une marée semi-diurne qui atteint 1,70 m en vives eaux et 0,25 m en mortes eaux (Anonyme, 1999). Des travaux récents démontrent que le marnage relevé à San-Pédro est supérieur de 0,5 m à celui mesuré à Abidjan (MAHAN et ABE, 2007)

Le régime des vents à San-Pédro est sensiblement conforme au régime général des vents observé sur le littoral ivoirien. Les vitesses de vent enregistrées au Port de San-Pédro, et (Sassandra) sont semblables à celles relevées à Abidjan. Ainsi, les vitesses comprises entre 1 et 4m/s sont moins importantes à l'Ouest qu'à l'Est avec des directions prédominantes WSW à San Pedro et SSW à Abidjan. (HAUHOUOT, 2000; MAHAN et ABE, 2007).

Les courants générés par l'action des facteurs hydrodynamiques sus-indiqués engendrent un **transit sédimentaire** soit perpendiculairement à la côte pour des houles frontales, soit parallèlement à la côte lorsqu'elles sont obliques avec un angle d'incidence évalué à 42° en moyenne, favorable pour un transit littoral considérable. Malgré les conditions idéales, le volume de sédiments mobilisés par le transit sédimentaire littoral orienté généralement d'Ouest en Est, est relativement faible comme souligné dans la présentation des conditions hydrodynamiques du littoral. Il est estimé à environ 200 000 m³/an à San-Pédro (TASTET *et al.*, 1985). Il s'explique par la morphologie de l'ensemble du secteur de côte mixte sablo-rocheuse et de la faible masse de sédiments à remanier. La côte est globalement stable.

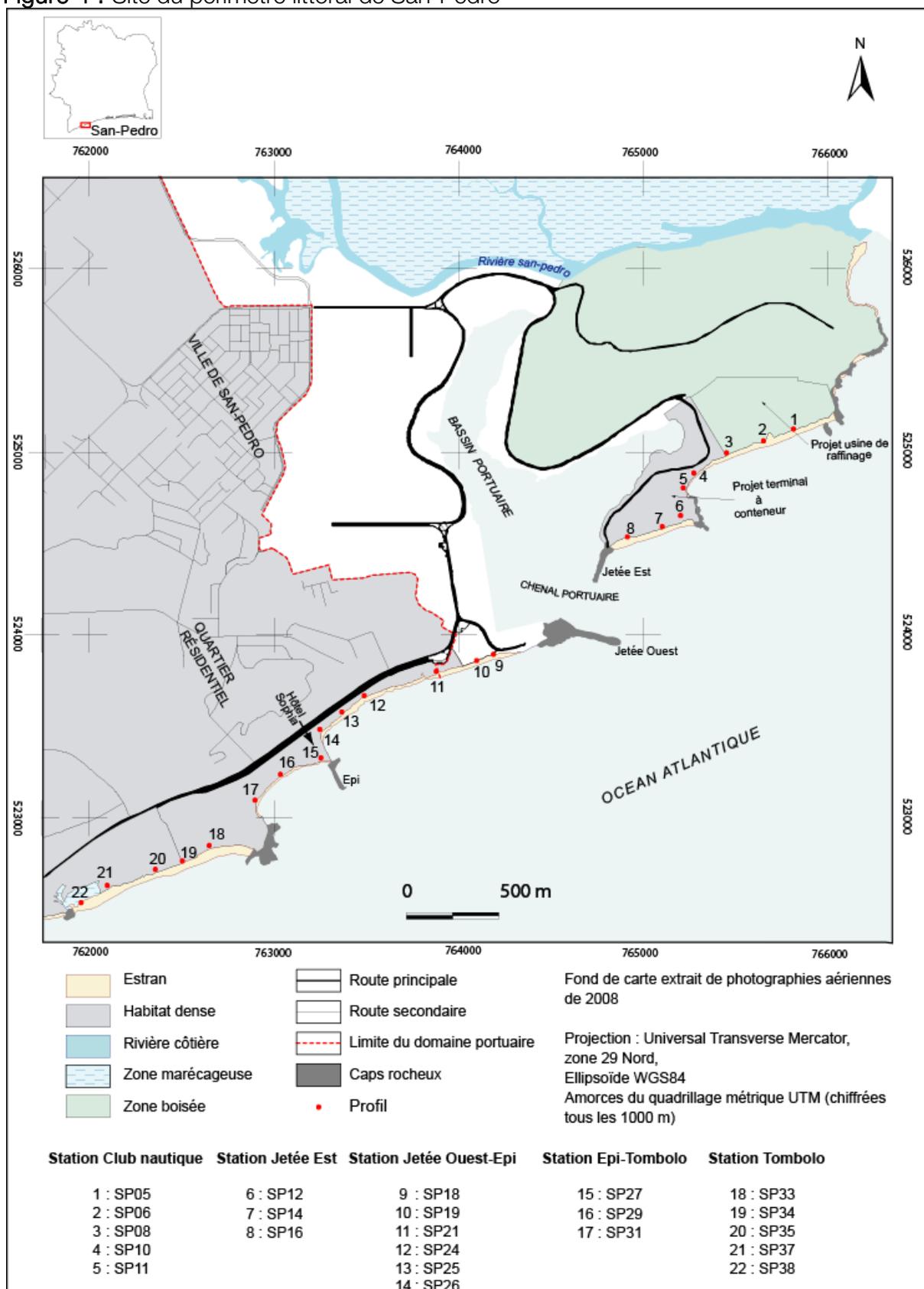
b. Le périmètre littoral de Grand-Lahou

Le périmètre littoral de Grand-Lahou (figure 5) est situé entre les latitudes 5°9 Nord et 5°12 Nord et les longitudes 4°56 Ouest et 5°20 Ouest, à la limite occidentale des basses côtes sablonneuses de longs cordons littoraux barrières entre Grand-Lahou et la frontière du Ghana. Il s'étend sur environ 3 Km.

Cette plaine côtière se compose de l'estuaire du Bandama et son embouchure, du système lagunaire de Grand-Lahou (lagune Tagba, Nyouzoumou, Tadio, Mackey) par lequel le fleuve Bandama transite pour aboutir à la mer. Le Bandama est le seul fleuve à avoir la totalité de son bassin en Côte d'Ivoire. Il couvre une superficie de 97 500 km².

Les lagunes Tagba, Makey et Tadio appartiennent au plateau mio-pliocène qui, au Nord marque la limite de la zone littorale (HAUHOUOT, 2008). On distingue trois chenaux au niveau de l'estuaire (ABE *et al.*, 1993). Au Sud, le chenal fluvial dont les fonds varient de 7 à 8 m longe la flèche de Braffedon. Il est traversé par des courants parfois antagonistes (LECOLLE, 1971). Au Nord, le chenal de la lagune a des fonds de 6 m. Au niveau de la passe, le chenal lagunaire a des fonds de 5 m. Ces chenaux sont en général tapissés de sables moyens à fins et sont séparés par des hauts-fonds constitués de sables fins à très fins (WOGNIN, 2004).

Figure 4 : Site du périmètre littoral de San-Pédro



Le cordon sableux de Grand-Lahou est divisé en deux parties (HAUHOUOT, 2000): à l'Ouest le village de Kpanda et à l'Est le centre ville. Le cordon sableux est large de 365 m au niveau du village Kpanda et de 210 m à proximité de l'embouchure.

Ce cordon littoral est composé de deux parties parallèles et allongées Ouest-Est. Du Nord au Sud, on distingue une plage ancienne et la plage actuelle.

La plage ancienne est formée de sables Nouakchottiens contenant des débris de coquillages marins et construits par la dérive littorale (TASTET, 1979). Cette plage constitue la partie habitée du cordon. La plage actuelle fera l'objet de notre étude.

Les agents dynamiques à Grand-Lahou sont quasiment du même type que ceux décrits sur l'ensemble du littoral ivoirien. Dans ce secteur, on estime à 800 000 m³/an la quantité de sable mobilisée par la dérive littorale. L'isobathe 120 m considéré comme la limite du plateau continental ivoirien (MARTIN, 1973 ; AKA, 1991) est situé à 22 km de Grand-Lahou (MONDE, 1997).

c. Le segment de côte Abidjan-Aforenou

Le cordon littoral d'Abidjan à Aforenou est une côte sableuse qui s'étend sur environ une centaine de kilomètres. A l'emplacement de la tête du «Trou-Sans-Fond» à Abidjan, la côte subit un brusque changement de direction. Le rivage, orienté dans le N100° est pratiquement parallèle aux directions structurales majeures. Il limite une large plaine de cordons sableux holocènes, de 4 à 5 km de largeur de part et d'autre de Grand Bassam. L'étude de la dynamique sédimentaire de ce segment de côte est réalisée sur trois secteurs de plage que sont Vridi-Port-Bouet (Abidjan) -Grand-Bassam et Assinie-Aforenou (figure 6 à 8). Le réseau hydrographique sur cette portion du littoral est caractérisé par le fleuve Comoé qui subit l'influence du régime sahélien (prend sa source au Burkina-Faso). Il constitue le seul grand cours d'eau avec un bassin versant de 78 000 km². Son exutoire naturel au niveau de la ville de Grand-Bassam est en permanence colmaté sous l'action de la dynamique sédimentaire littorale. En outre, ce linéaire côtier enregistre deux des trois systèmes lagunaires ivoiriens. Il s'agit de la lagune Ebrié qui représente la grande lagune de la Côte d'Ivoire, orienté Ouest-Est et de la lagune Aby orienté Nord-Sud, située à l'Est du littoral ivoirien. Ces plans d'eau débouchent respectivement en mer par le canal de Vridi au niveau de la ville d'Abidjan et à Assinie. Les données anémométriques comme caractéristiques hydrodynamiques sont similaires à celles du littoral ivoirien, décrit plus haut (Cf II. 2 caractéristiques hydrodynamiques sur le littoral ivoirien).

Figure 5 : Site du périmètre littoral de Grand-Lahou

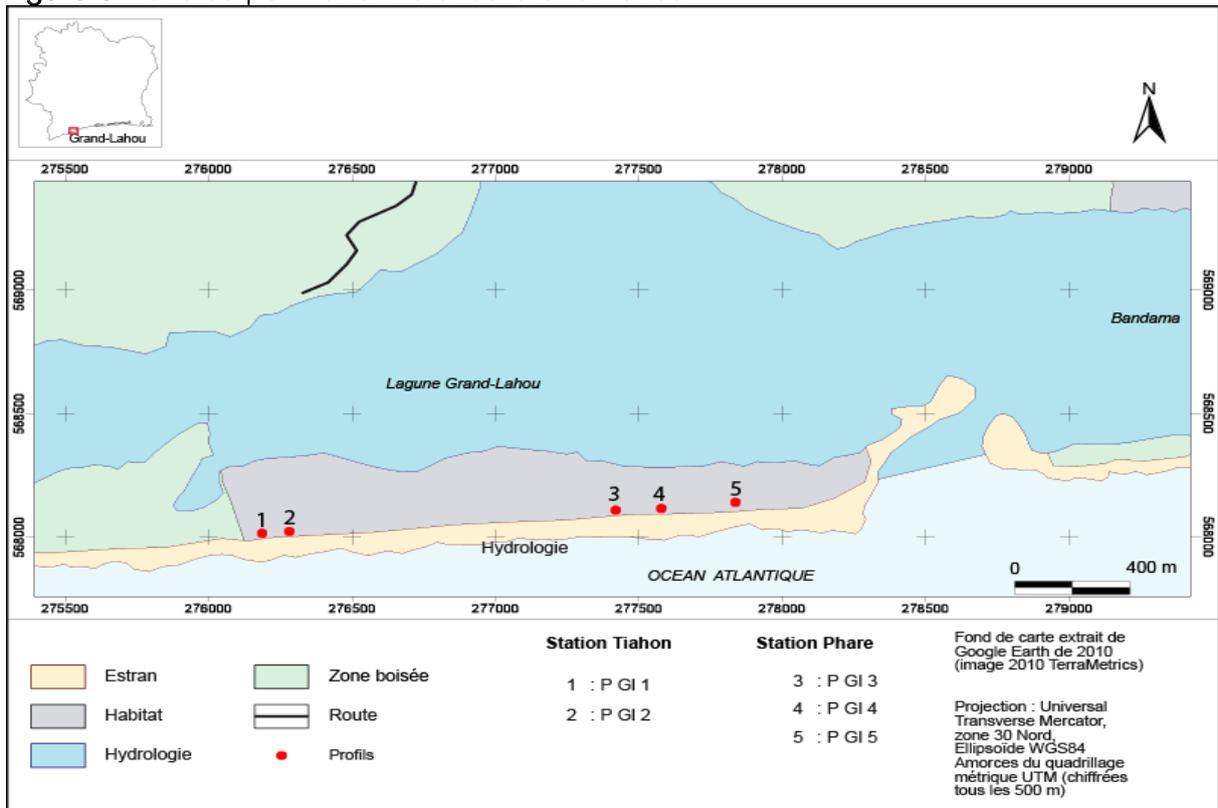


Figure 6 : Site du périmètre littoral de Vridi-Port Bouet (Abidjan)

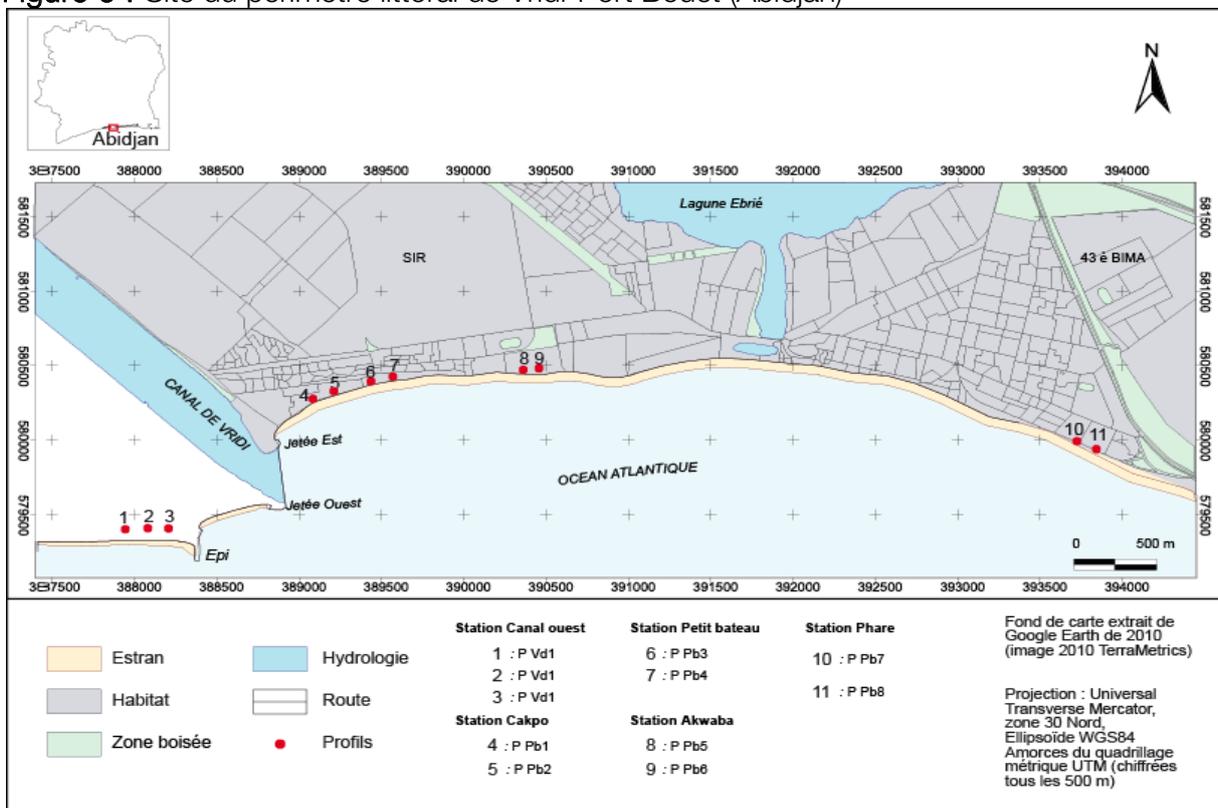


Figure 7 : Site du périmètre littoral de Grand-Bassam

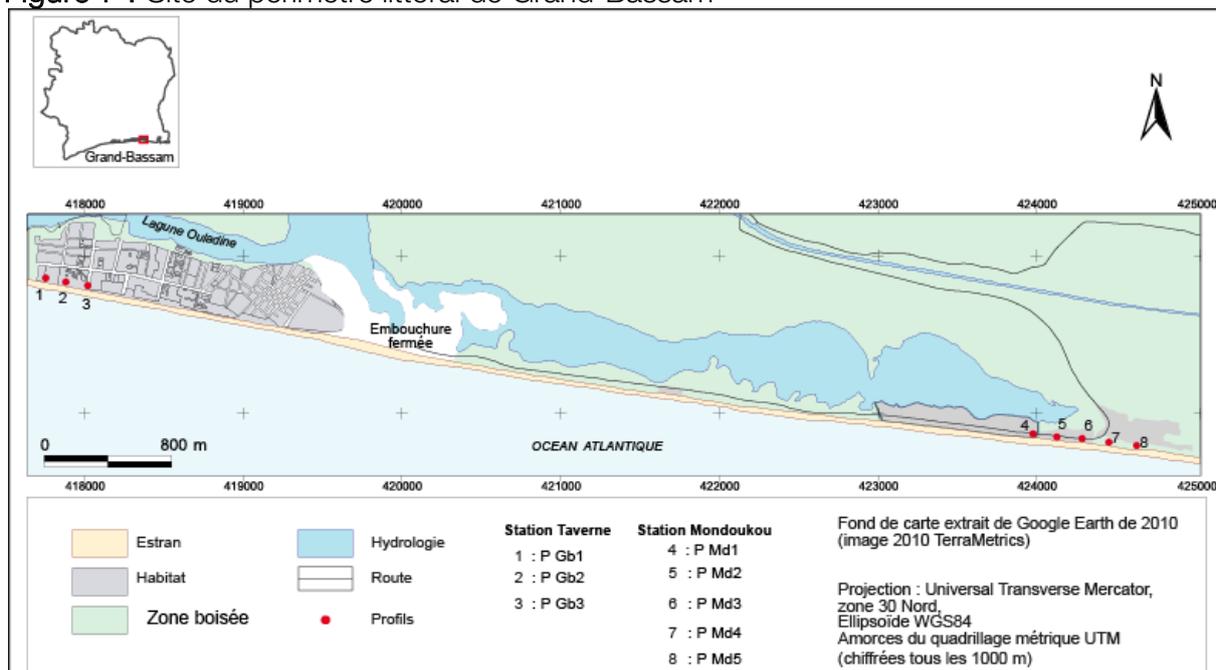
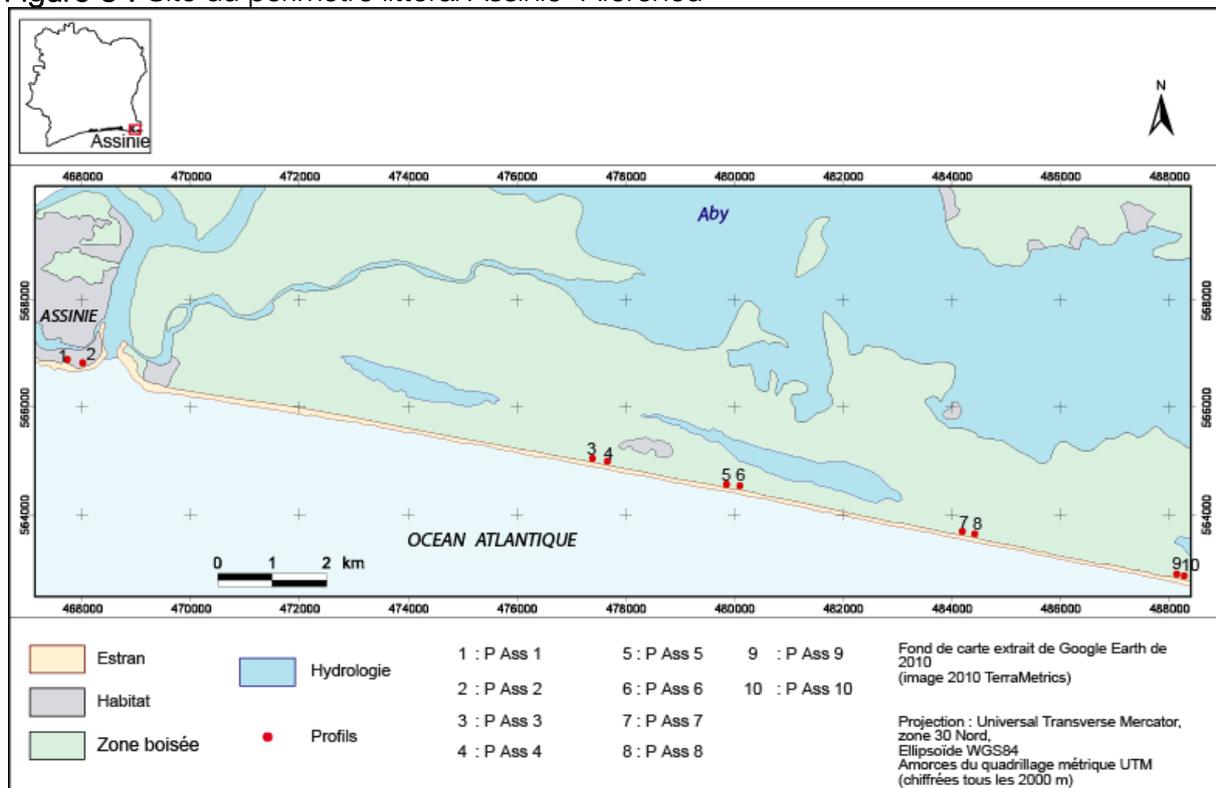


Figure 8 : Site du périmètre littoral Assinie -Aforénou



2.2 CARACTERISTIQUES ANTHROPIQUES SUR LES DIFFERENTS SITES D'ETUDE

Le littoral est à la fois état d'un environnement et image d'une société. Compte tenu de la croissance démographique en cours, du développement des activités de loisirs et de l'influence croissante des activités humaines sur l'environnement, la dégradation des milieux littoraux est en train de s'accélérer.

Les phénomènes d'érosion et d'engraissement du littoral sont naturels. Ils sont exacerbés ponctuellement par des aménagements littoraux. Ils peuvent s'accélérer et devenir d'autant plus catastrophiques que les zones sont à plus forte pression de populations ou d'activités industrielles. Une fosse d'emprunt sur la côte (carrière de sable en guise de matériaux de construction) tend à se remplir aux dépens de la plage voisine (Photos 1 et 2).

En Côte d'Ivoire, la zone côtière renferme le quart (25%) de la population, attiré par l'essor des activités économiques.



Photo 1 : Carrière de sable en bordure de mer à San-Pédro (photo CRO, mars 2007)



Photo 2 : Extraction de sable en bordure de mer à Mondoukou (Bassam) (photo, Konan 2004)

1. Pression anthropiques sur le périmètre littoral de San-Pédro

Occupation de l'espace littoral

L'aménagement de l'espace littoral de San-Pédro, est né de l'initiative du gouvernement ivoirien, dès le début des années 1960, par la promotion du développement du Sud-Ouest dans le cadre de la politique de réduction des disparités socio-économiques et démographiques. Cette vaste opération dont l'une des pièces maîtresses fut la construction d'un port en eau profonde à San-Pédro dans les années 1970, a conduit à la forte urbanisation de cette ville qui n'était jusqu'à cette époque, qu'un petit village de pêcheurs installé près d'une rivière dont le cours inférieur forme un petit estuaire. Le taux d'urbanisation à San-Pédro est estimé à 31,2% contre 94% sur l'ensemble du littoral ivoirien, avec une mosaïque de populations tant ivoiriennes qu'étrangères (Anonyme, 2003). Ce taux semble s'amenuiser sur le front de mer fixé par des équipements en rapport avec le tourisme et les loisirs balnéaires (Club Nautique, les hôtels Balmer et Sophia, les restaurants-bars Horizon, Victoria, Cannelle, la Langouste) de part et d'autre du chenal portuaire. L'habitat permanent et les résidences secondaires, essentiellement à l'ouest dudit chenal, ont été repoussés au nord, à l'intérieur des terres (APHING, 2001).

Aménagement côtier

Le port implanté dans l'estuaire naturel de la rivière forestière San-Pédro est une infrastructure ouverte en mer. Son chenal d'entrée est protégé contre l'ensablement par deux jetées précédées à l'amont-dérive de structures transversales à la côte. Il s'agit de l'épi expérimental et de la ceinture de roche faisant office de digues d'arrêt des sables.

Enjeux socio-économiques

L'établissement de cette infrastructure et des structures attenantes au niveau de la plage aérienne et sous marine vont engendrer la perturbation des processus hydro-sédimentaires. Les conséquences de l'interruption du transit sédimentaire sur la cinématique de la ligne de rivage de cette portion du littoral sont essentiellement l'évolution régressive renforcée des secteurs de plage en aval-dérive des structures de protection portuaire (HAUHOUOT, 2000; YAO et al., 2010), préjudiciable pour les infrastructures (portuaires, touristiques, habitats) installés près du rivage dans ces zones.

2. Pression anthropiques sur le secteur littoral de Grand-Lahou

Occupation de l'espace littoral

Initialement située sur le cordon près de l'embouchure du Bandama, la ville a été délocalisée à 18 km à l'intérieur des terres. La raison avancée pour justifier cette délocalisation est l'érosion de l'espace constructible. La situation s'est aggravée avec le départ de l'administration et d'une partie de la population en 1975 pour cause d'érosion côtière. Dès le départ de l'administration et des maisons de commerce, les édifices coloniaux qui les abritaient ont été abandonnés sans entretien ni surveillance. Une quinzaine d'années auparavant, le village de Braffedon avait déserté son site originel de la rive droite de l'embouchure à cause de l'érosion côtière. La pêche est la principale activité des populations si bien que ce cordon continue d'être habité malgré l'ampleur de l'érosion. Elle a une valeur nutritionnelle très importante à telle enseigne qu'elle attire une forte proportion de populations allogènes constituée en majorité de pêcheurs Fanti.

Les chiffres du recensement à Grand-Lahou donnaient 6 600 et 5 500 habitants respectivement en 1910 et 1916 (KIPRE, 1985 *in* HAUHOUOT, 2000). Le taux d'accroissement rural entre 1975 et 1988 était de 7,67% (HAUHOUOT, 2000). L'estimation réalisée par l'Institut de Géographie Tropicale (IGT) en 2007 a donné un chiffre de 63 000 habitants contre 26 842 habitants en 1998 (chiffre du Recensement Général de la Population et de l'Habitat).

Aménagements côtiers présents

Le périmètre littoral de Grand-Lahou n'a subi aucun aménagement susceptible d'influencer la dynamique littorale. Cependant, la construction du barrage de Kossou en 1964 et plus tard celui de Taabo dans les années 1970 entraîne la baisse du débit du fleuve Bandama à l'embouchure et réduit considérablement les apports terrigènes du fleuve Bandama (HAUHOUOT, 2008).

Enjeux socio-économiques

La construction des barrages a pour conséquence un déficit considérable de sédiments à l'embouchure du fleuve et une érosion subséquente de la cellule sédimentaire. Des plantations de cocotiers, des bâtiments historiques et des constructions plus récentes sont progressivement détruits par l'érosion au niveau de l'embouchure. La tendance au colmatage de cette embouchure à certaines périodes liée au mouvement des flèches libres, influence la biodiversité, partant la pêche, la principale activité de la population riveraine.

3. Pressions anthropiques sur le secteur littoral Abidjan-Aforénou

a. Périmètre littoral de Vridi-Port-Bouët (Abidjan)

Occupation de l'espace littoral

Vridi-Port-Bouët est une commune urbaine de 6 390 ha qui en 1988, comptait 168 725 habitants avec une densité de 2 640 habitants/km². C'est la commune la plus urbanisée des sites étudiés.

Les nombreuses activités économiques dans cette zone faisant d'Abidjan le principal pôle économique attractif du pays, ont entraîné des vagues d'immigration de travailleurs et de chômeurs en quête d'un emploi. La création de la zone industrielle et portuaire de Vridi a donc été au cœur de cette importante croissance de la population. En 1969, la population de Port-Bouët est estimée à 50 000 habitants. En 1975, le nombre d'habitants est passé à 74 270, puis, à 168 725 en 1988. En 1990, la population est estimée à 190 000 habitants. Avec 6,5%, la commune de Port-Bouët a l'un des plus forts taux d'accroissement annuel d'Abidjan.

Les principaux secteurs d'habitat précaire sont: Vridi canal, le village Aladjan, Adjouffou, Jean Folly, Gonzagueville, Anani. Cet habitat cohabite avec quelques infrastructures économiques (aménagement portuaire, pipe-line de la Société Ivoirienne de Raffinage (SIR), Phare) et touristiques (centres de loisirs, hôtels et restaurants).

Ces populations et les biens subissent la conséquence de la perturbation de la dynamique littorale consécutive à l'implantation du port et ses structures attenantes. Cet état de fait justifie l'opportunité d'une géographie du risque.

Aménagements côtiers

Au niveau d'Abidjan, plusieurs aménagements ont été réalisés sur le littoral:

- 1905-1907 : Premier percement de la baie de Biétri
- 1933-1934 : Nouvelle tentative de la percée du canal, ce site est appelé «Bidet»
- 1943 : Etablissement de la première digue d'arrêt de sable sur la zone ouest
- 1950 : Ouverture du canal de Vridi
- 1972-1975 : Construction de la deuxième digue d'arrêt de sable
- 1985 : Essai de rechargement de la plage ancienne et sous marine à Port-Bouët Palm Beach.

Le canal de Vridi, reliant la lagune à la mer, s'étend sur 2 700 m de long, 350m de large et, est dragué à -13,5m (DIAKITE, 1996). Son entrée est maintenue en permanence par une jetée ouest de 420m et une contre-jetée. Ces ouvrages sont précédés 500m plus à l'ouest, par un épi d'arrêt des sables.

Les ouvrages, notamment la jetée Ouest et la digue d'arrêt des sables construite en 1943 et 1975 au large d'Abidjan, ont perturbé profondément le transit des matériaux déplacés par la dérive littorale: Des accumulations se sont formées contre ces structures longitudinales (à l'Ouest) tandis qu'à l'Est, l'érosion reste prédominante.

En effet, la plage de Port-Bouet, située à l'Est, connaît dans l'ensemble une sévère érosion, de l'ordre de 1 à 1,5 m par an voire au delà. Le littoral au niveau d'Abidjan est un exemple de perturbation profonde de la dynamique sédimentaire liée aux aménagements portuaires.

b. Périmètre littoral de Grand-Bassam

Depuis l'époque coloniale, la ville de Grand-Bassam a connu des mutations spatiales et socio-économiques liées à la pression sur l'espace littoral.

Occupation de l'espace littoral

Des premières installations de pêcheurs (1900) à celles de l'implantation coloniale de Grand-Bassam, des plantations industrielles aux pressions plus récentes exercées par les cultures vivrières, puis à celles non contrôlées du développement touristique, le littoral de Grand-Bassam a vu croître sa charge anthropique en seulement quelques décennies. Les activités industrielles et commerciales qui ont accompagné ce développement urbain ont contribué à renforcer les pressions sur le littoral et à souligner les difficultés d'une gestion raisonnée. L'estimation réalisée par l'IGT (Institut de Géographie tropicale) en 2007 a donné un chiffre de 65 000 habitants à Grand-Bassam contre 58 307 habitants du RGPH (Recensement Général de la Population et de l'Habitat) en 1998.

Devenue, le principal centre commercial et capitale administrative, la ville de Grand-Bassam a été le lieu d'une structuration de l'espace urbain caractérisé par la distinction d'un quartier des africains et d'un quartier des européens. L'administration française, la population européenne, les entrepreneurs et les commerçants y ont créé un quartier (quartier France) sur le cordon littoral.

Aménagement côtier

Grand-Bassam, équipé du premier wharf sur la côte ivoirienne a accueilli un comptoir dont l'évolution est associée à la transformation de la Côte d'Ivoire en colonie (DIABATE *et al*, 1991). Grand-Bassam est le siège d'une activité touristique d'une réelle ampleur mais qui n'est pas sans porter atteinte aux éléments qui en font pourtant l'attrait.

Enjeux socio-économiques (secteur Abidjan-Grand Bassam)

Les enjeux socio économiques sur le périmètre littoral de Grand Bassam tiennent pour l'essentiel de la pression anthropique sur le périmètre littoral d'Abidjan.

L'ouverture du canal de Vridi au niveau d'Abidjan, a provoqué un déséquilibre dynamique du transit sédimentaire, mais aussi de l'hydrologie du fleuve Comoé, avec pour conséquence le colmatage permanent de son exutoire naturel. La baisse des courants de chasse du fleuve due au détournement des eaux en direction du canal de Vridi a favorisé ce processus. La fermeture de l'embouchure du fleuve Comoé situé à Grand-Bassam engendre une eutrophisation du milieu. Il s'en suit, une apparition des végétaux aquatiques envahissants qui rend la navigation impossible avec une diminution importante de la biodiversité voire une disparition de certaines espèces de poissons, affectant la pêche une des principales activités économiques (HAUHOUOT, 1997). L'inondation régulière du quartier France de Grand-Bassam pendant les périodes de crue, n'en demeure pas moins en reste.

A Abidjan, les installations hôtelières, certaines infrastructures économiques (SIR, aéroport international Félix Houphouët Boigny, route internationale Abidjan-Ghana : tronçon Abidjan-Grand Bassam) et les habitats subissent les affres de l'érosion dans la baie de Port-Bouet, à l'Est du chenal portuaire (photo 3 et 4). Des mesures de protection précaires souvent onéreux et non efficaces sont tentées par des particuliers (photo 5).

Photo 3 : Infrastructure de la SIR dans la baie de Port-Bouët menacée par l'érosion



photo CRO, août 2007

Photo 4 : Menace de destruction du restaurant de l'hôtel le Baron dans la baie de Port-Bouët



photo CRO, décembre 2008

Photo 5 : Protection précaire d'une infrastructure hôtelière dans la baie de Port-Bouët



photo CRO, décembre 2008

c. Périmètre littoral d'Assinie

Occupation de l'espace littoral

La ville d'Assinie est comme restée à pas comptés du grand courant de la croissance démographique et de l'urbanisation sur la côte. En 1998, le recensement général de la population ivoirienne a donné 2693 habitants contre 3300 en 2007 à Assinie.

Assinie est le second secteur important d'implantation de résidences secondaires après celui d'Abidjan et ses environs. Ce secteur est à même d'offrir certaines commodités: piste entretenue jusqu'au terminal, restaurants, bars surveillance des plages, dépannage des bateaux etc. (DIENOT, 1981). Une forte occupation du littoral et des berges lagunaires s'est développée par des résidences privées principales ou secondaires (zone urbaine) ou des bungallows pour les week-ends (zone rurale) (Photo 6).

Photo 6 : Installation touristique sur le cordon littoral d'Assinie



photo CRO, octobre 2009

Aménagement côtier

En dehors d'un certain nombre d'établissement, installés sur le littoral pour dispenser quelques services appréciés des populations urbaines, il n'existe aucun aménagement entre l'estran et la plage sous marine pouvant déséquilibrer la dynamique sédimentaire. Les établissements de standing varié ont été édifiés le long du littoral avec une durée de vie imprévisible.

Enjeux socio-économiques

Dans cette zone, on observe sur une bonne longueur de côte, des espaces gastronomiques et de repos. Aujourd'hui, l'intensité des activités touristiques à Assinie a sérieusement baissé. Elle est particulièrement perceptible au niveau des 2 principaux villages de vacances que sont «Valtour» et le «Club méditerranée». Ces deux espaces créés

en 1968 et qui naguère attiraient du beau monde pendant la période estivale sont aujourd'hui au niveau bas de leur activité. Il n'empêche que l'existence en ces lieux de ces grands équipements touristiques achève de convaincre sur la variabilité et l'intérêt à porter à la destination. Ces vastes domaines bâtis sur plusieurs hectares offraient jusqu'au déclenchement de la crise en 2002, tout le confort et le loisir à des touristes américains et européens notamment.

Les plages d'Assouindé et d'Assinie sont par excellence des secteurs balnéaires touristiques. Compte tenu de l'étroitesse du cordon (mer-lagune) et de sa côte très basse, les infrastructures touristiques subissent des submersions fréquentes et périodiques dans cette zone. L'érosion et surtout les submersions pendant les marées exceptionnelles de tempête ou d'équinoxe dans cette partie du littoral, sont devenues préoccupantes au point où les opérateurs économiques installés dans la zone se déplacent pour certains, quand d'autres abandonnent totalement leurs installations (club de vacances Valtour et club Méditerranée). Cet état de fait affecte considérablement la principale activité économique (le tourisme).

III. APPROCHE METHODOLOGIQUE

3.1 RESEAU DE STATIONS DE SUIVI

L'étude de l'évolution morpho-sédimentaire du littoral ivoirien repose sur un réseau de stations implantées le long du littoral entre Tabou à l'Ouest et Aforénou à la frontière du Ghana. A chaque station est implanté un réseau de profils topographiques. Les études de cas n'intègrent que les données des stations de San-Pédro, Grand-Lahou, Vridi-Port-Bouët, Grand-Bassam et Assinie-Aforénou.

3.2 RESEAU DE PROFILS IMPLANTES

Les profils calés sur des repères de référence formés de deux (2) bornes au moins sont espacés d'un intervalle de 100 à 200 m sur les différentes stations de mesure. En prélude à l'établissement d'un canevas sectoriel de points repères côtés x, y et z à l'instar de la polygonale de base du périmètre littoral de San-Pédro (où z est situé à 1,555 m en dessous du référentiel altimétrique de Côte d'Ivoire), les coordonnées x et y des bornes repères des autres sites d'étude ont été relevées à l'aide du Garmin GPSMap76.

Judicieusement implantés le long de la côte, 55 profils ont été retenus pour cette étude et couvrent les sites suivants: San-Pédro, Grand-Lahou, Vridi –Port-Bouet (Abidjan), Grand-Bassam et Assinie-Afforénou (frontière Ghana) (tableau III à VII).

3.3 PERIODE ET FREQUENCE DE SUIVI

Plusieurs campagnes bimestrielles de levés topographiques de profils de plage et d'échantillonnage synchrone de sédiments sur l'estran ont été effectuées sur l'ensemble de la zone d'étude au cours de la période 2007- 2009. Les contraintes liées à l'exécution optimale des collectes de données de terrain, ont nécessité parfois l'adaptation à la circonstance. Il s'agit non seulement du renforcement progressif du réseau mais aussi des relevés trimestriels voire au-delà, qui n'altèrent en rien la qualité des données collectées.

3.4 TECHNIQUE DE LEVE DE PROFIL TOPOGRAPHIQUE ET SEDIMENT LOGIQUE DE PLAGE

Le suivi morphologique et sédimentologique de l'évolution des segments de plage, a été réalisé à l'aide de matériel topographique, tachéomètre de type Wild RDS et de niveau de chantier (Wild NA-20) couplés d'une mire de 4 m, conformément à la méthode décrite par IBE et QUENNELEC (1989) (photo 7). Le levé consiste à mesurer la topographie le long de profils appelés radiales, depuis les bornes repères en arrière plage jusqu'à la limite instantanée du rivage (limite mer-estran) lors des marées basses de vives-eaux pour explorer une largeur maximale de la plage. L'échantillonnage synchrone de sédiments est effectué à la main, superficiellement (1,5 à 2 cm de profondeur) sur les unités morphologiques de l'estran (haut, mi et bas estrans) des différents profils.

Photo 7 : Levé de profil topographique de plage à Assinie



photo CRO, juillet 2009

3.5 RESTITUTION ET TRAITEMENT DES DONNEES

1. Restitution des profils et analyse granulométrique

Les valeurs relevées aux cours des différentes campagnes ont permis de restituer la morphologie du profil. Elle concerne la courbe d'évolution du dénivelé H en fonction de la distance D établie à l'aide du tableur Microsoft Excel. Afin de suivre l'évolution morpho-sédimentaire et la dynamique du trait de côte des différents secteurs de plage, les profils de plage ont été comparés deux à deux (figure 9). La ligne de référence utilisée concerne le rebord supérieur du talus d'érosion facilement identifiable (secteur San-Pédro) ou l'ados de plage (Secteurs San-Pédro, Grand-lahou, Abidjan, Grand-Bassam, Assinie-aforénou) (photo 8 et 9).

Les sédiments prélevés sont traités et analysés selon la technique décrite par SAAIDI (1991) sur une colonne de 16 tamis (série AFNOR). Les paramètres utilisés pour décrire la distribution granulométrique des sables sont la moyenne graphique (Mz), la déviation standard (écart type) ou indice de classement (σ) et le skewness (Sk) déterminés d'après les travaux de Folk et Ward (1957).

Photo 8: Talus d'érosion sur le segment de plage Club Nautique à San-Pédro



photo CRO août 2007

Photo 9: Ados de plage sur le périmètre littoral de Grand-Lahou



photo CRO août 2007

2. Représentation cartographique

A l'initiative de l'UICN, la cinématique déduite du suivi morphologique est représentée sous forme de modèle cartographique qui permet à la fois :

- de montrer et localiser l'évolution du trait de côte ;
- de mesurer cette évolution par l'exploitation statistique des variations de la position du trait de côte.

Les cartes d'occupation du sol des secteurs d'étude, sont extraites de photographie aérienne acquise en 2008 avec une résolution de 0,6m (secteur San-Pédro); et d'images Terra Metrics (Google Earth) acquises en 2010 avec des résolutions de 2,12 m; 7,20 m 2,51m et 5,13m respectivement à Grand-Lahou, Port-Bouët (Abidjan), Grand-Bassam et Assinie. Ces documents (photographie aérienne et images satellitaires) ont été géoréférencés puis numérisés.

3. Calcul des surfaces

L'estimation des surfaces érodées ou accumulées donc de la quantité de sédiments mobilisés, est effectuée par traitement informatique des profils, à l'aide du logiciel Autocad, lorsque les coordonnées x, y et z sont connues.

Dans le cas d'espèce, les surfaces érodées ou accumulées concernent celles de l'évolution de la cinématique de la ligne de rivage, calculées à partir des graphes, en raison de l'absence de polygones de base sur l'ensemble des stations. De fait, les contours fermés des surfaces érodées ou accumulées sont exportés à partir du logiciel «Illustrator» sous forme de fichier image dans le logiciel Arcview où elles sont numérisées puis calculées. Ces résultats sont à prendre avec beaucoup de circonspection eu égard à la variabilité de l'échelle des différents graphes. Bien qu'elles permettent de se faire une idée de la dynamique des différents segments de plage sur un périmètre littoral, les valeurs indicatives des surfaces érodées ou accumulées n'ont pu être consignées dans cette étude.

4. Marge d'erreur

Les marges d'erreurs négligeables, de l'ordre du millimètre au centimètre pour les données de terrain (+ ou - 2 mm pour 1km de nivellement double s'agissant du tachéomètre) tiennent essentiellement de la qualité de l'instrument de mesure mais surtout de la précision de lecture et du report des données collectées par l'opérateur. Quant aux calculs surfaciques, l'erreur incombe généralement à la précision dans la chaîne de traitement informatique des données.

Tableau III : Coordonnées des profils du site San-Pédro

Stations		Profils	Repères	X (UTM)	Y (UTM)	Z (m)
San-Pédro	Segment de plage Club Nautique	SP 05	R1	765819,213	525123,458	7,16
		SP 06	R1	765659,225	525063,701	7,09
		SP 08	R1	765461,118	524987,448	9,41
		SP 10	R1	765286,288	524882,491	7,44
		SP 11	R1	765228,108	524800,291	7,36
	Segment de plage Jetée Est	SP 12	R1	765253,604	524641,696	7,53
		SP 14	R1	765111,494	524585,082	7,02
		SP 16	R1	764918,537	524537,749	7,25
	Segment de plage Jetée Ouest-Epi	SP 18	R1	764194,883	523893,983	7,96
		SP 19	R1	764099,71	523861,334	8,88
		SP 21	R1	763880,764	523805,51	6,88
		SP 24	R1	763490,718	523669,412	5,24
		SP 25	R1	763367,454	523583,722	4,84
	Segment de plage Epi-Tombolo	SP 26	R1	763254,122	523483,775	4,14
		SP 27	R1	763260,126	523323,313	3,16
		SP 29	R1	763041,321	523237,938	4,02
	Segment de plage Tombolo	SP 31	R1	762900,597	523098,087	3,00
		SP 33	R1	762666,272	522799,058	3,67
		SP 34	R1	762517,372	522757,209	3,46
SP 35		R1	762375,502	522706,311	3,44	
SP 37		R1	762100,312	522605,288	2,87	
		SP 38	R1	761957,37	522537,556	3,20

Tableau IV : Coordonnées des profils du site Grand-Lahou

Stations		Profils	Repères	X (UTM)	Y (UTM)	Z(m)
Grand-Lahou	Grand-Lahou Tiahon	P Gl 1	R1	276185	567985	
		P Gl 2	R1	276284	568009	
	Grand-Lahou Phare	P Gl 3	R2	277580	568088	
		P Gl 4	R1	277659	277666	
		P Gl 5	R2	277835	568160	

Tableau V : Coordonnées des profils du site Abidjan

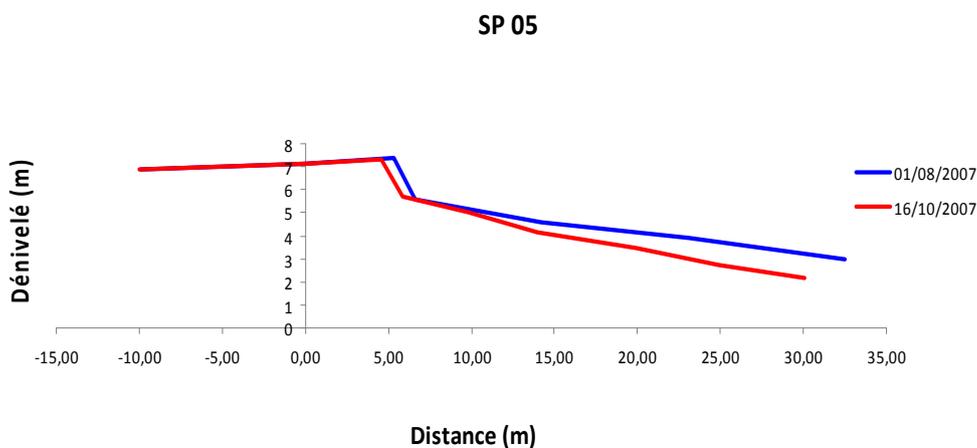
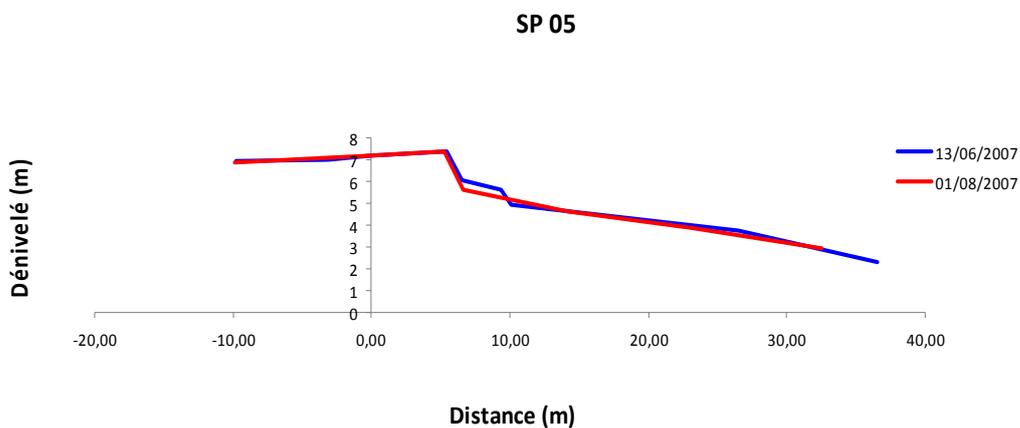
Stations		Profils	Repères	X (UTM)	Y (UTM)	Z (m)
Abidjan	Canal Ouest	P Vd 1	R1			
		P Vd 2	R1			
		P Vd 3	R1			
	Cakpo	P Pb1	R2	389215	580806	
		P Pb2	R1	389324	580811	
	Petit Bateau	P Pb3	R1	389530	580838	
		P Pb4	R1	389714	580870	
	Akwaba	P Pb5	R1	390496	580910	
		P Pb6	R1	390564	580924	
	Phare	P Pb7	R1	393849	580362	
		P Pb8	R1	393955	580323	

Tableau VI : Coordonnées des profils du site Bassam

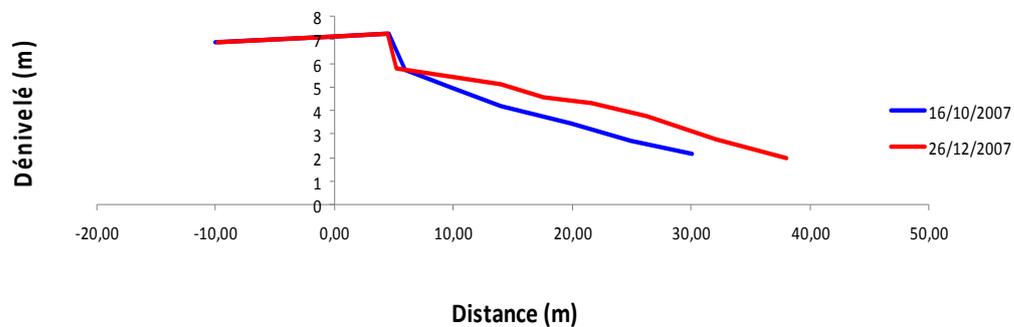
Stations		Profils	Repères	X (UTM)	Y (UTM)	Z (m)
Bassam	Bassam	P Gb 1	R2	417793	574325	
		P Gb 2	R2	417919	574299	
		P Gb 3	R2	418062	574281	
	Mondoukou	P Md1	R2	424350	573333	
		P Md2	R1	424191	573343	
		P Md3	R1	424036	573342	
		P Md4	R1	424688	573233	
		P Md5	R1	424510	573268	

Tableau VII : Coordonnées des profils du site Assinie – Aforénou (Frontière Ghana)

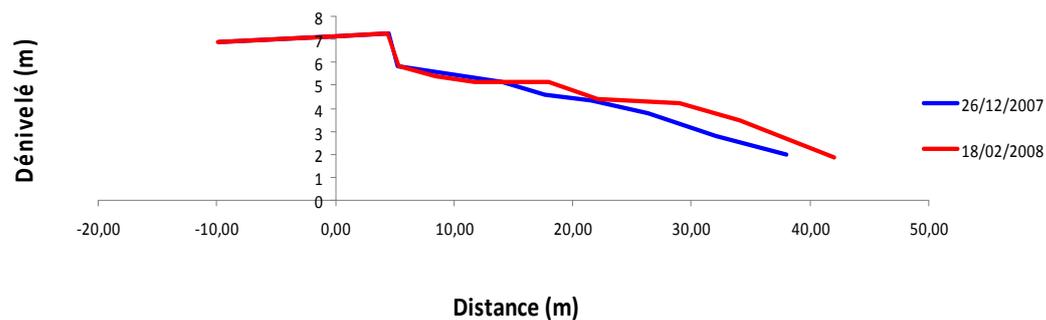
Stations	Profils	Repères	X (UTM)	Y (UTM)	Z (m)	
Assinie- Frontière Ghana	Assinie Mafia	P Ass1	R1	467716	566793	
		P Ass2	R1	468040	566761	
	Assoindjoin	P Ass3	R1	477380	564937	
		P Ass4	R1	477642	564884	
	Mama	P Ass5	R1	479859	564458	
		P Ass6	R1	480090	564417	
	Pk 15	P Ass7	R1	484189	563575	
		P Ass8	R1	484391	563530	
	Aforenou (Frontière Ghana)	P Ass9	R1	488237	562735	
		P Ass10	R1	488126	562771	



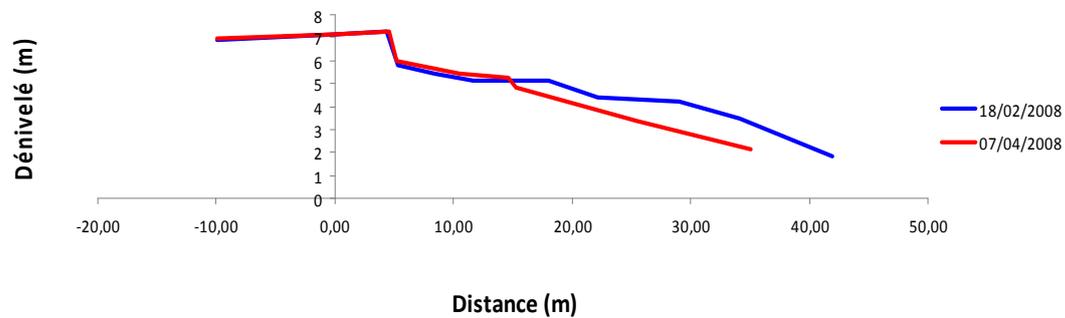
SP 05



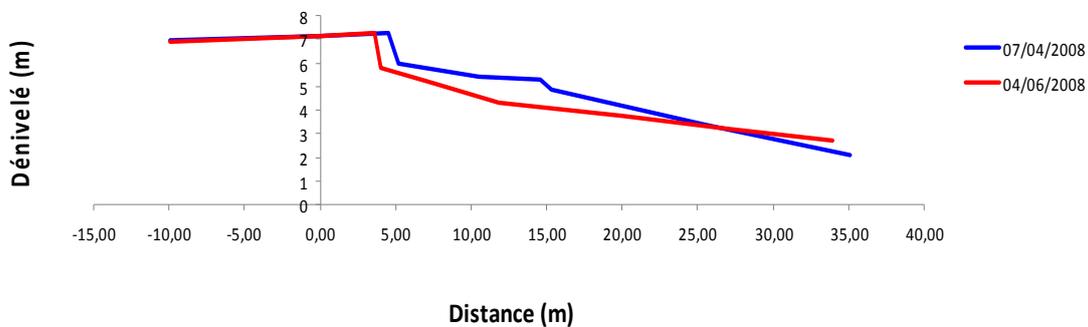
SP 05



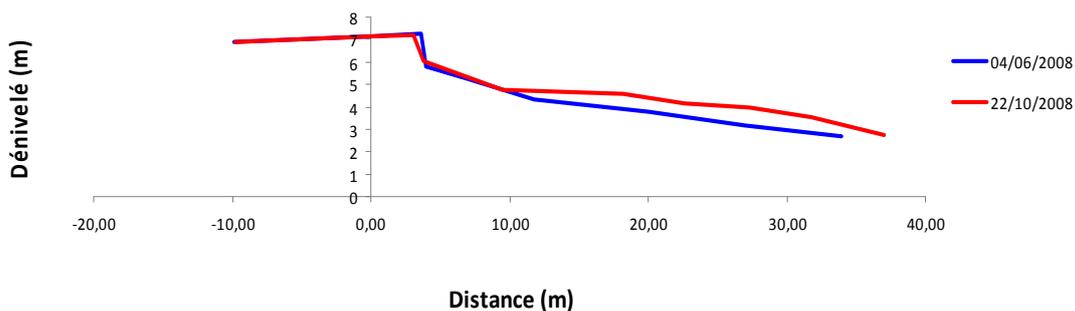
SP 05



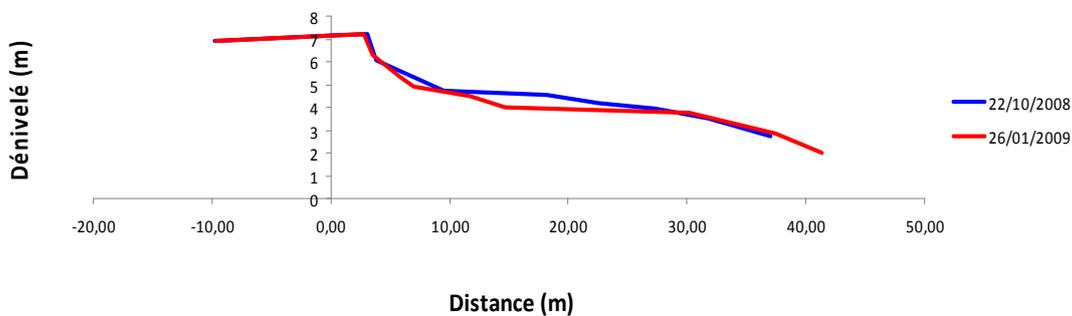
SP 05



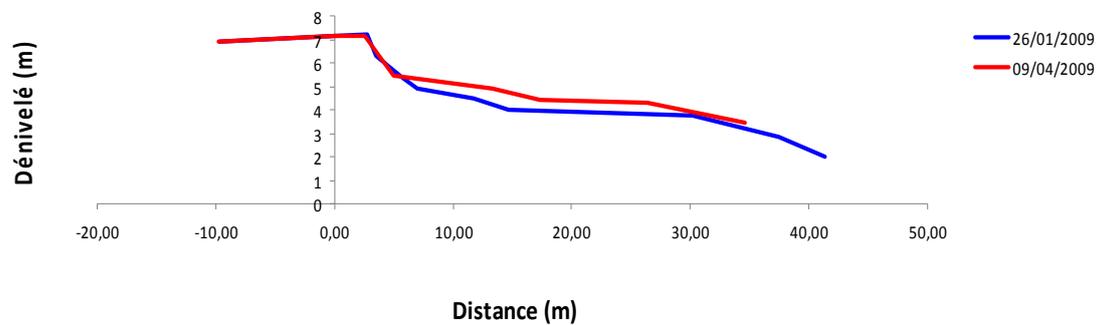
SP 05



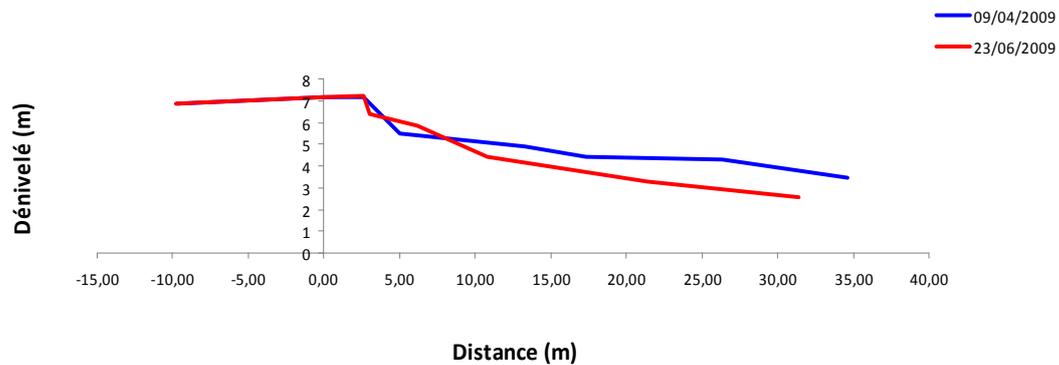
SP 05



SP 05



SP 05



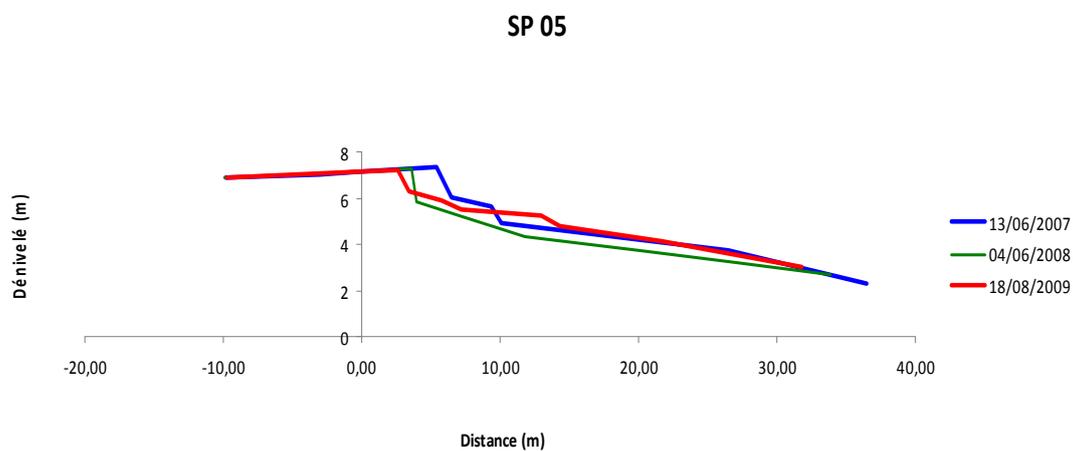
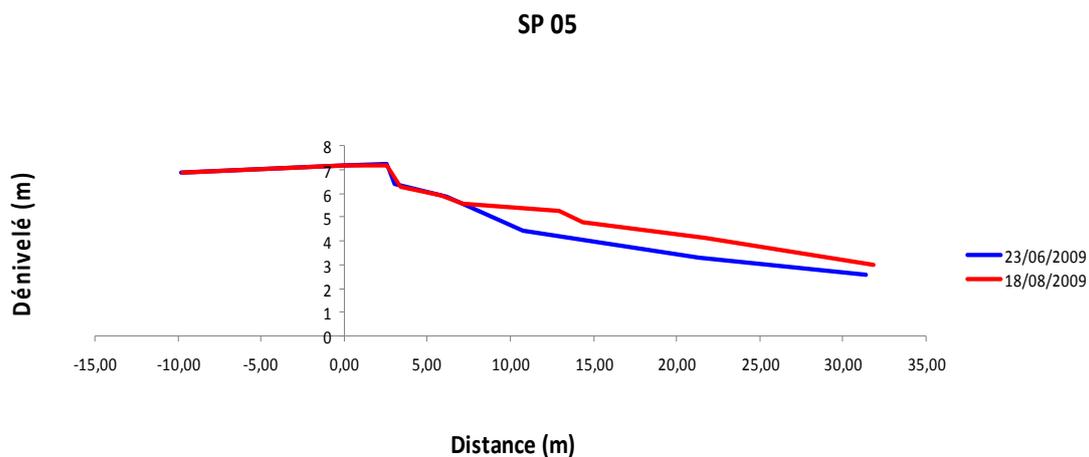
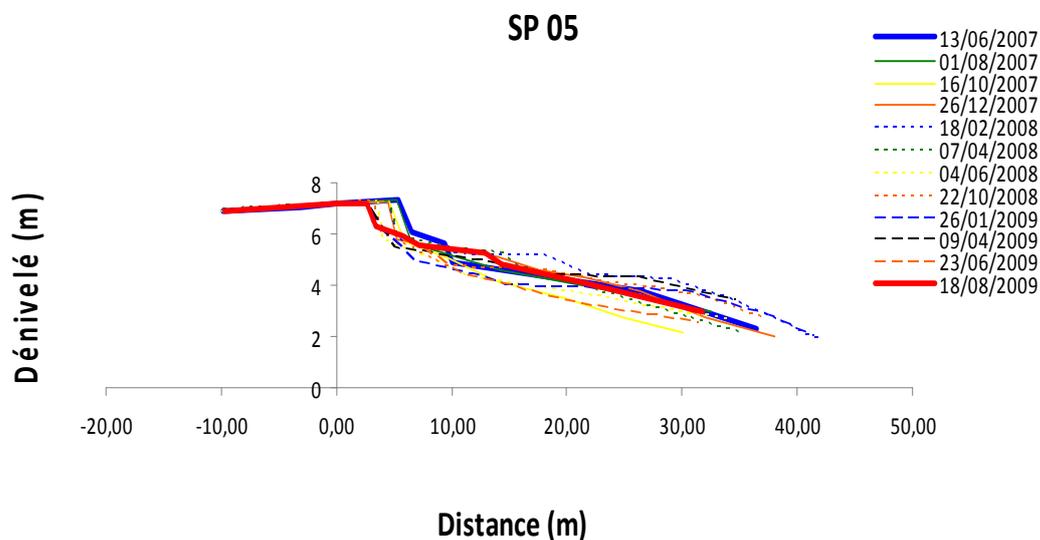


Figure 9 : étude comparative des différents états d'équilibre du profil



IV. EVOLUTION DIACHRONIQUE DE LA POSITION DU TRAIT DE CÔTE

L'étude diachronique des variations des profils transversaux des segments de plages aériennes des sites étudiés, met l'accent sur la cinématique de la ligne de rivage sans occulter l'évolution morpho-sédimentaire concomitante.

4.1 EVOLUTION DIACHRONIQUE DE LA POSITION DU TRAIT DE COTE DU PERIMETRE LITTORAL DE SAN-PEDRO ENTRE JUIN 2007 ET AOÛT 2009

La caractérisation de la dynamique du trait de côte au cours de la période juin 2007-août 2009, procède de l'analyse des observations de terrains (levés topographiques de profils) dans cette zone, respectivement entre les périodes juin 2007- juin 2008 et juin 2008 - août 2009.

1. Dynamique des plages du périmètre littoral de San-Pédro entre juin 2007 et août 2009

a. Secteurs de plage à l'Est du chenal portuaire (Plages Club Nautique et Jetée Est)

L'évolution morphologique des profils à l'Est du chenal portuaire permet de distinguer une alternance de mouvements sédimentaires successifs au niveau de l'estran, dominée par les phases d'engraissement et d'érosion. Les profils enregistrent généralement un engraissement de l'estran entre les mois d'octobre et avril, qui se traduit par le développement progressif de bermes (figures 10 et 11). A l'inverse, d'avril à octobre, la plage démaigrît ou présente tout au plus un équilibre de mouvement sédimentaire. La berme précédemment développée est entaillée ou entièrement lissée (figure 12). Aussi, est-il possible d'observer des formes inverses au cours d'une période donnée ou un équilibre dans les mouvements sédimentaires entre érosion et engraissement (figure 13). L'importance du talus d'érosion (plus de 2m) dans cette zone, illustre l'ampleur des processus sédimentaires.

Figure 10 : engraissement spectaculaire de l'estran entre octobre 2007 et avril 2008

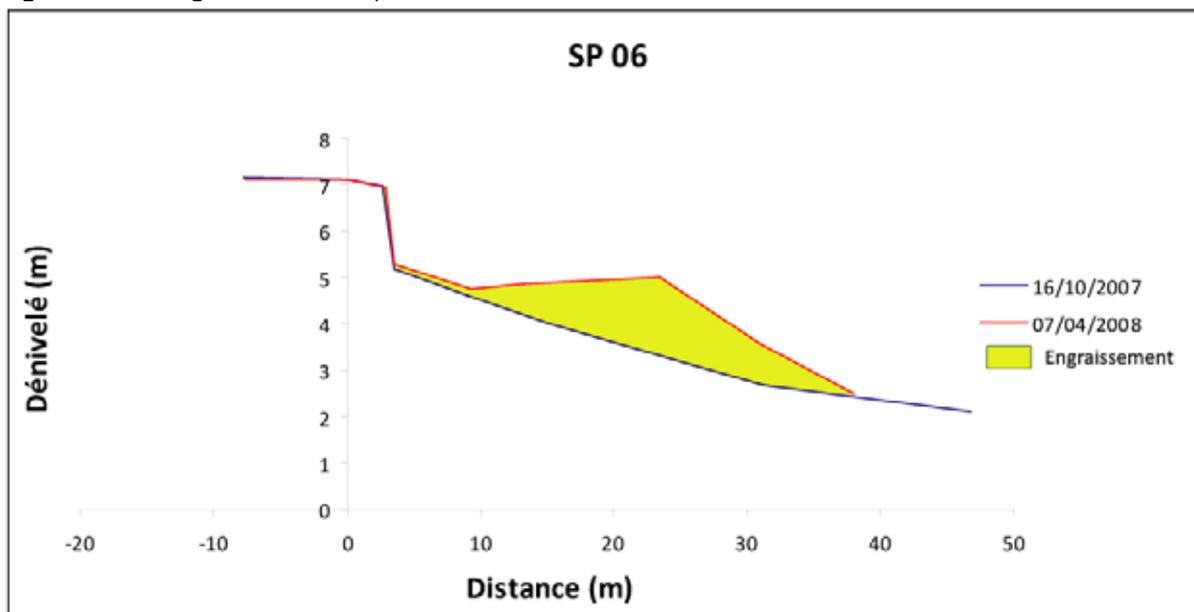


Figure 11 : érosion de l'estran en période avril et octobre 2008

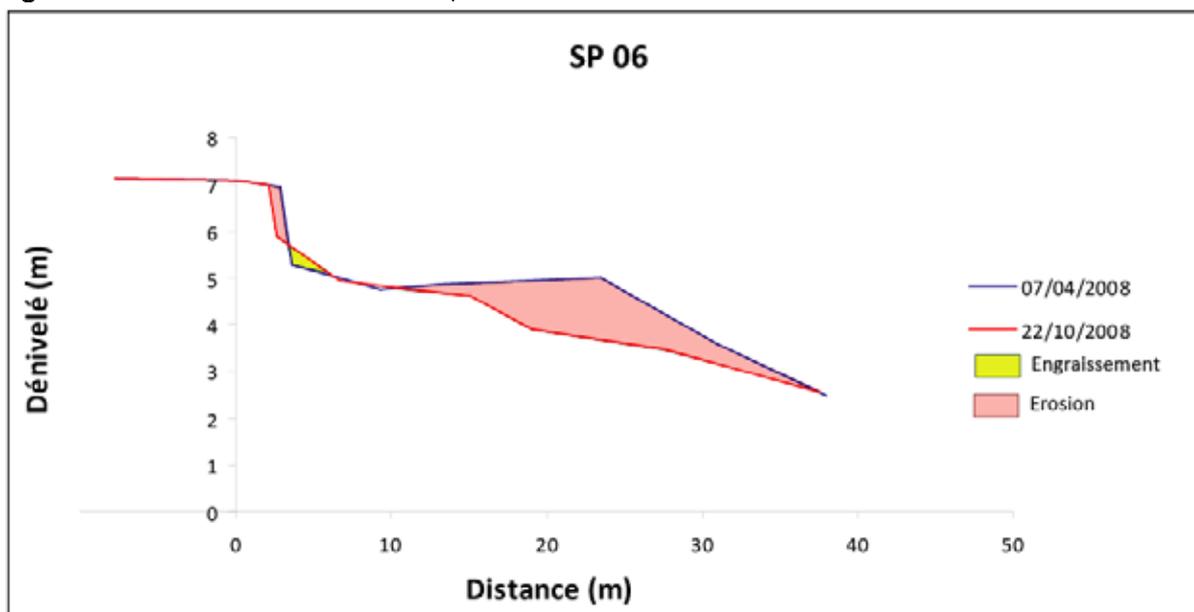


Figure 12 : érosion de l'estran entre octobre 2008 et mai 2009

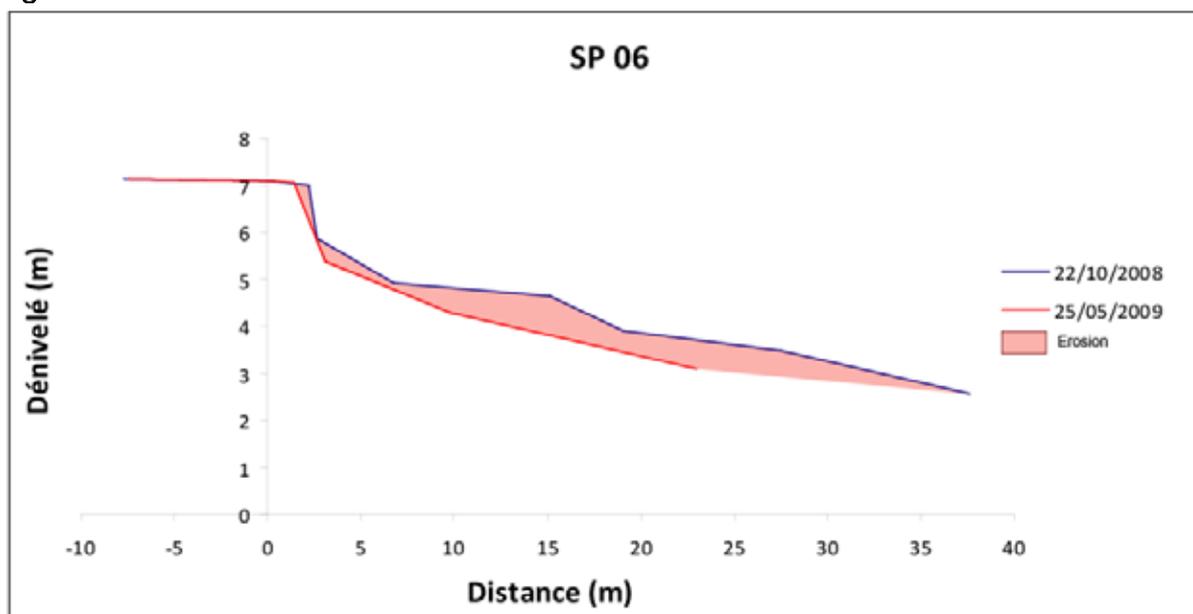
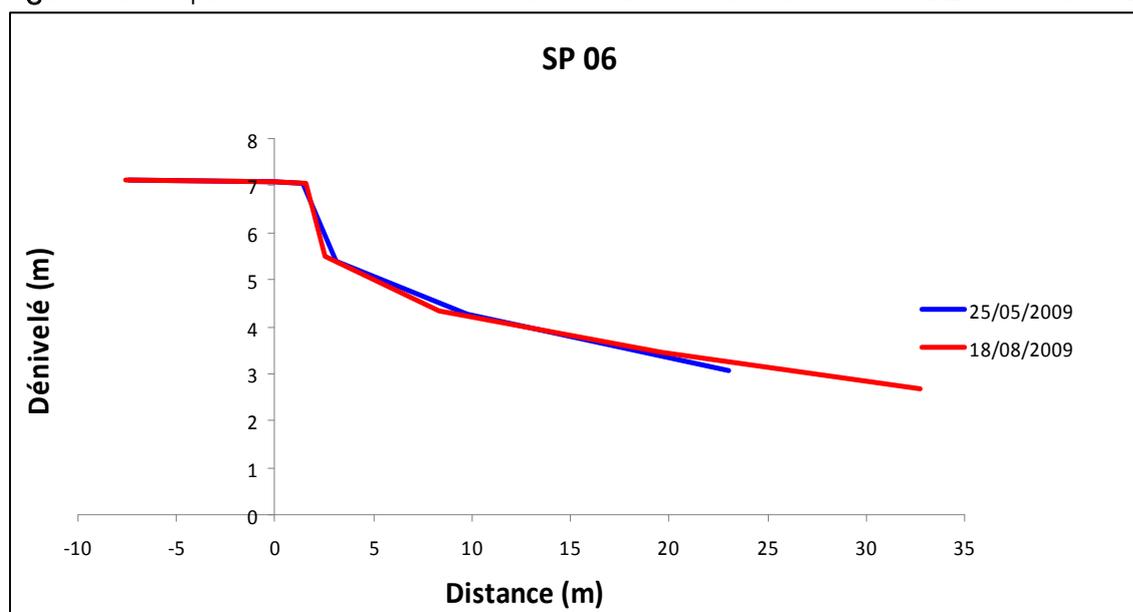


Figure 13 : équilibre de mouvement sédimentaire de l'estran entre mai 2009 et août 2009



b. Secteurs de plage à l'Ouest du chenal portuaire (plages Jetée Ouest-Epi, Epi-Tombolo et Tombolo)

*

Les profils à l'Ouest du chenal portuaire affichent comme à l'Est, une alternance de mouvements sédimentaires similaires. Les formes d'érosion (profil concave) observées d'avril à octobre sont régulièrement relayées par des formes d'accumulation (profil convexe) d'octobre à avril voire mai (figures 14 et 15). Ces profils présentent une morphologie contrastée d'un segment de plage à l'autre ou d'une extrémité à l'autre d'un même segment de plage. Au voisinage de la racine de la Jetée Ouest sur le segment de plage Jetée Ouest-Epi expérimentale, les profils enregistrent un talus d'érosion considérable (2 à 2,5 m), lié à la géomorphologie et à la nature du substrat sur lequel ils sont implantés (figure 16). De l'Ouest de ce segment à la limite Ouest du segment de plage Tombolo, les profils

accusent une forme d'ensemble variable, entretenue par les mouvements de flux et de reflux des sédiments entre l'estran et la plage sous-marine selon les périodes de beau temps ou d'agitation. Ils présentent un modelé légèrement concave à plus ou moins convexe (figure 17 et 18)

Figure 14: érosion de l'estran entre avril et octobre 2008

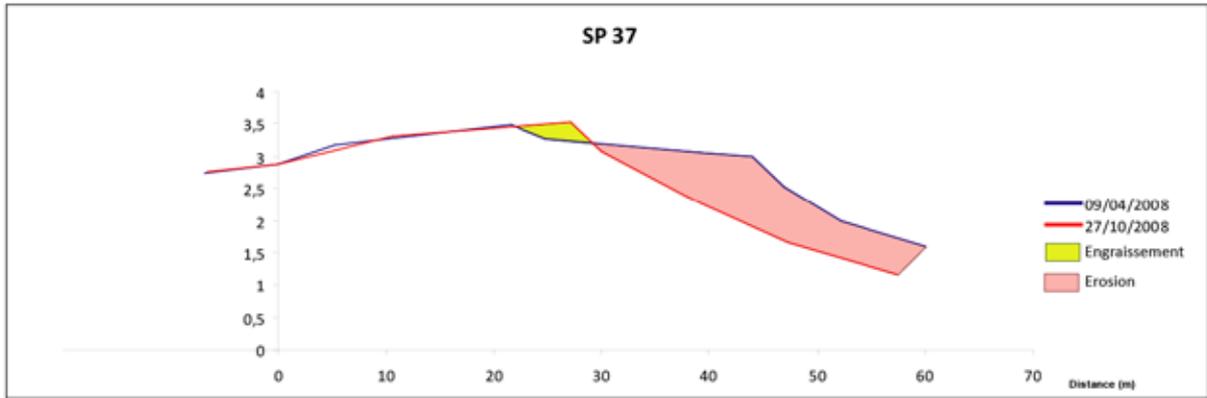


Figure 15 : engraissement spectaculaire de l'estran entre octobre 2008 et avril 2009

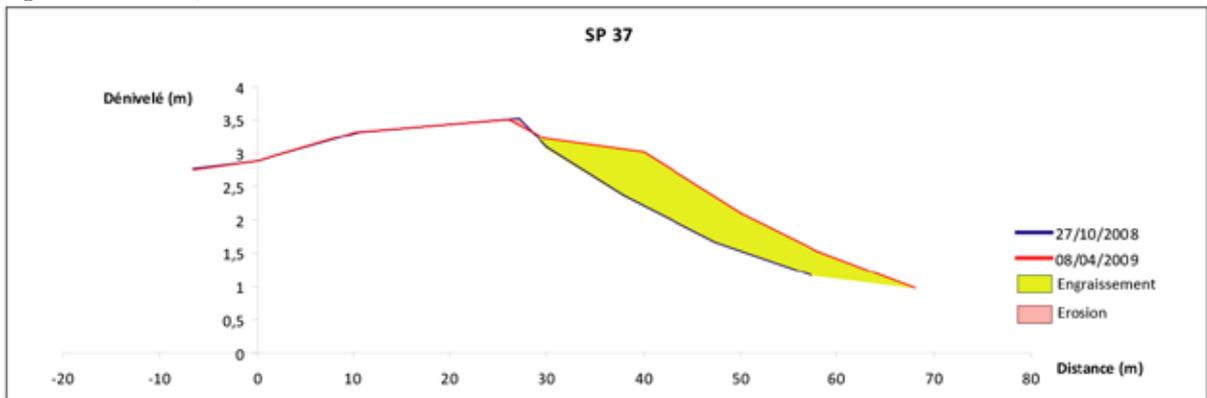


Figure 16 : modelé d'ensemble du profil à la racine de la jetée ouest

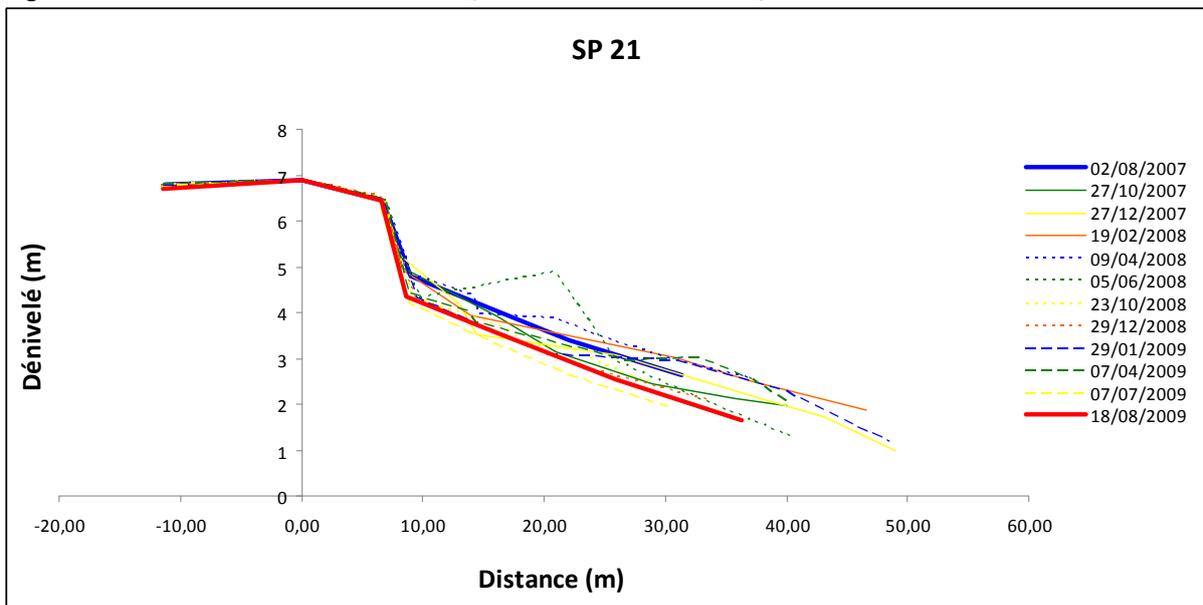


Figure 17 : modelé d'ensemble légèrement concave sur le segment de plage Epi expérimental-Tombolo

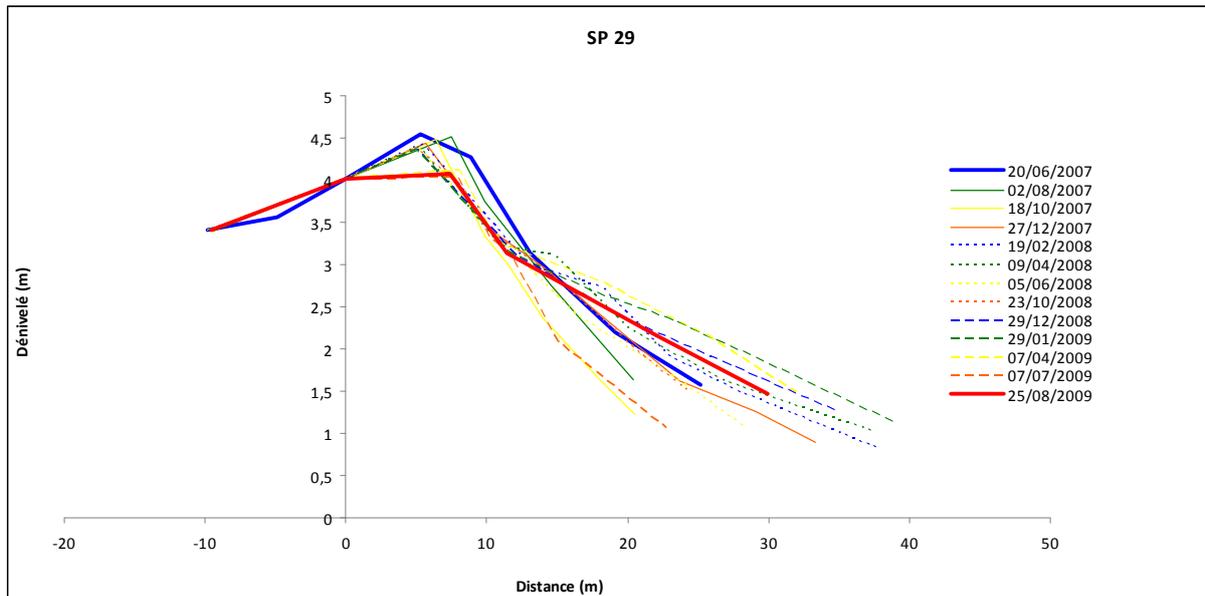
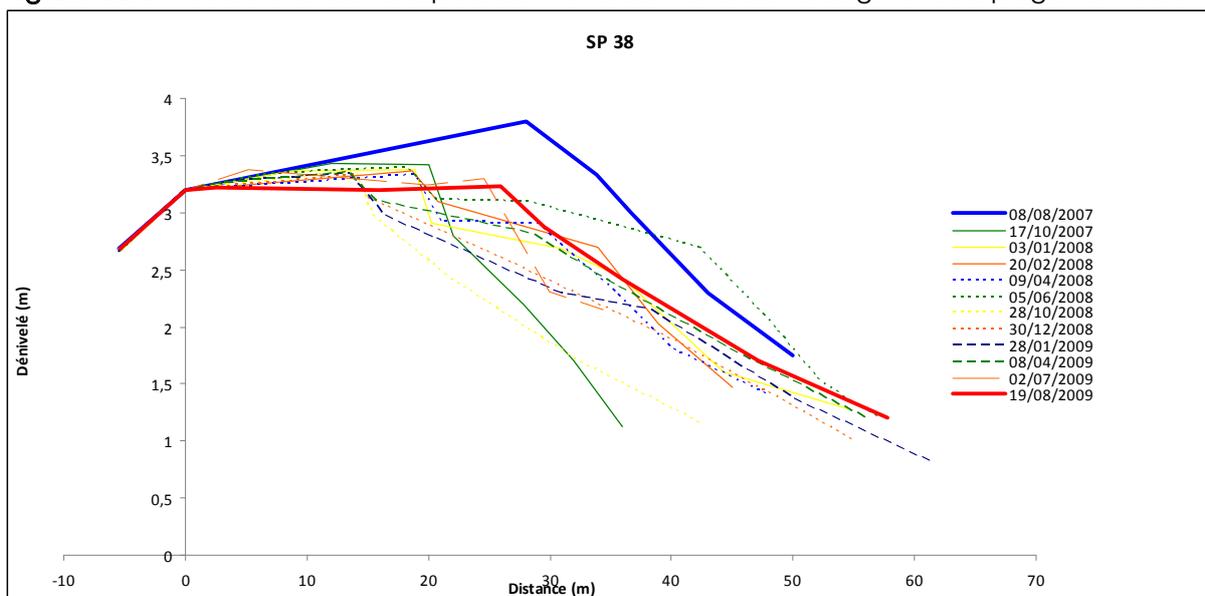


Figure 18 : modelé d'ensemble plus ou moins convexe sur le segment de plage Tombolo



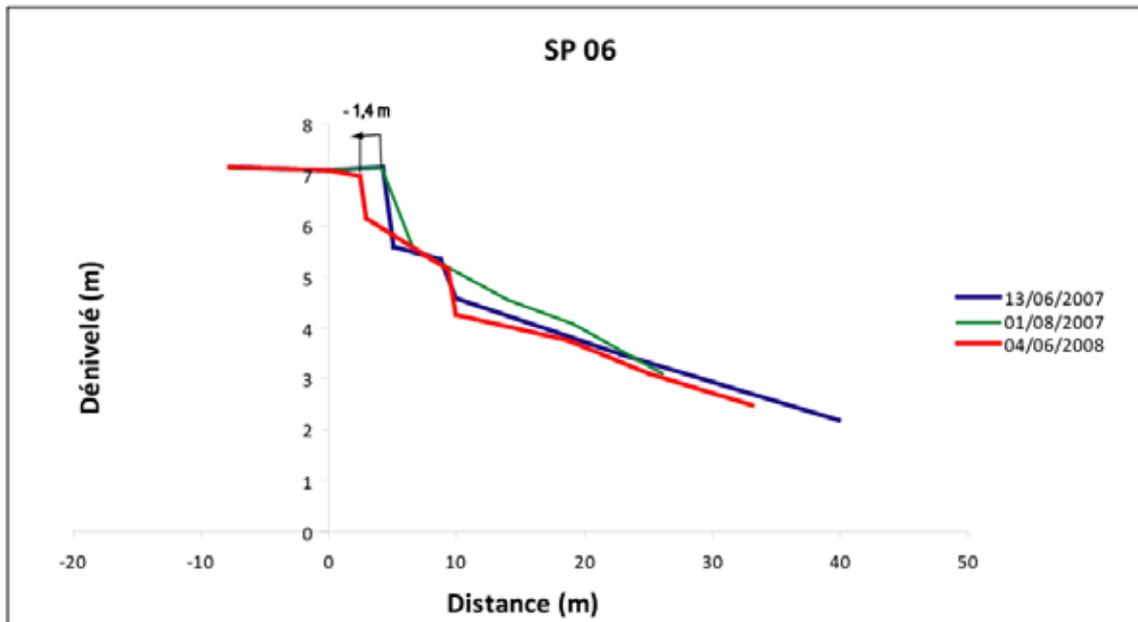
2. Tendence d'évolution du trait de côte du périmètre littoral de San-Pédro entre juin 2007 et août 2009

a. Secteurs de plage à l'Est du chenal portuaire (Plages Club Nautique et Jetée Est)

La cinématique de la ligne de rivage déduite du suivi morphologique met en relief une évolution régressive à l'Est du chenal portuaire. Au cours de la période juin 2007- juin 2008, la plage subit un recul de la ligne de rivage qui apparaît plus intense au droit des profils SP05 et SP06 puis SP12, respectivement à l'Est des segments de plage Club Nautique et Jetée Est. Les vitesses moyennes de recul de la ligne de rivage sur l'ensemble des secteurs, renforcées par la tempête survenue le 13 août 2007 (figure 19), sont de l'ordre de 0,68 à 0,77 m/an. Ces taux de recul du rivage se rapportent essentiellement à la cinématique des profils sus-indiqués (figure 20).

De juin 2008 à août 2009, la cinématique de la ligne de rivage s'inscrit dans la tendance évolutive observée précédemment dans cette zone. Les ordres d'évolution obtenus, -1,57 m/an, montrent une accélération du processus particulièrement à l'extrémité Ouest du secteur Club Nautique (SP10 et SP11) et sur l'ensemble du secteur Jetée Est (SP12, SP14 et SP16) (figure 21).

Figure 19 : recul de la ligne de rivage après la tempête du 13 août 2007



b. Secteurs de plage à l'Ouest du chenal portuaire (plages Jetée Ouest-Epi, Epi-Tombolo et Tombolo)

Les segments de plage à l'Ouest du chenal portuaire enregistrent à l'instar des secteurs de plage à l'Est dudit chenal, une évolution régressive de la ligne de rivage courant juin 2007- juin 2008. Le taux moyen de recul de la ligne de rivage, faible sur l'ensemble du secteur de plage Jetée Ouest-Epi expérimental (-0,29 m/an), s'élève graduellement du secteur Epi expérimental-Tombolo (-2,06 m/an) au secteur de plage Tombolo. La vitesse moyenne de recul reste spectaculaire sur ce dernier secteur (-5,59 m/an), surtout au droit du profil SP38

à l'extrémité Ouest de ce segment de plage. Elle est inhérente à l'effet de la tempête du 13 août 2007 (figure 20).

Au cours de la période juin 2008-août 2009, l'évolution des segments de plage est marquée dans l'ensemble par une variabilité de la dynamique de la ligne de rivage. En effet, le secteur de plage entre la Jetée Ouest et l'Epi expérimental enregistre pour l'essentiel une stabilité de la ligne de rivage, en dehors de l'engraissement observé au droit du profil SP25, conférant à ce secteur une avancée moyenne du rivage de l'ordre de 0,58 m/an. Le segment de plage Epi expérimental-Tombolo, subit d'Est en Ouest une alternance érosion – engraissement – érosion, d'où résulte un faible taux moyen de recul sur l'ensemble, de l'ordre de 0,46 m/an. Sur le secteur de plage tombolo, on assiste essentiellement à une progradation de la ligne de rivage d'une importance notable, progressivement d'Est en Ouest. La vitesse moyenne pendant cette phase est estimée à 3,77 m/an (figure 21).

Figure 20 : Evolution de la limite supérieure du talus d'érosion ou de l'ados de plage du périmètre littoral de San-pédro entre Juin 2007 et Juin 2008

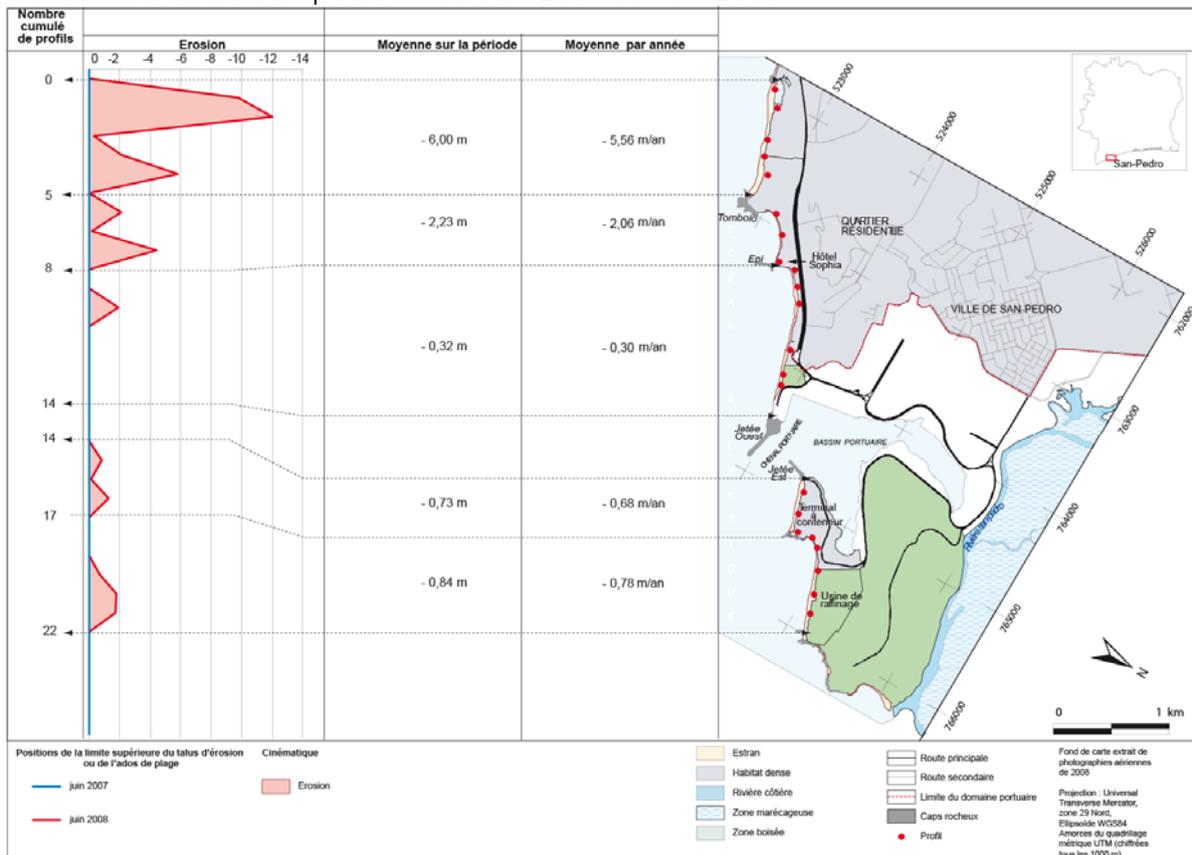
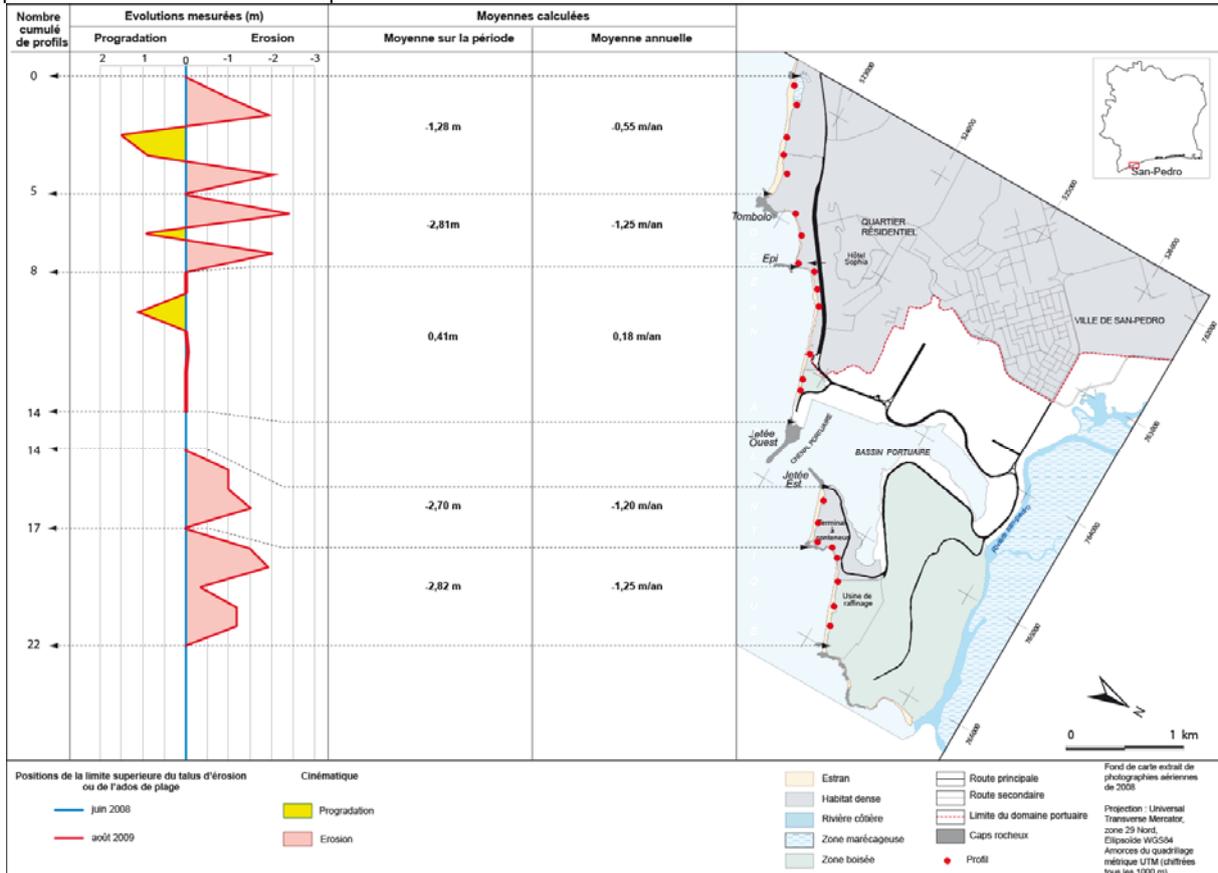


Figure 21 : Evolution de la limite supérieure du talus d'érosion ou de l'ados de plage du périmètre littoral de San-pédro entre Juin 2008 et Août 2009



La tendance évolutive de la ligne de rivage de juin 2007 à juin 2008 est au recul quasi-généralisé sur l'ensemble de la zone d'étude. Cette dynamique est à mettre en relation surtout avec la tempête survenue en août 2007. De juin 2008 à août 2009, la dynamique des segments de plage oppose les segments de plage à l'Est du chenal portuaire, en érosion, de même que le segment de plage Epi expérimental-Tombolo à l'Ouest, au segment de plage Tombolo en progradation. Ce schéma évolutif se superpose à celle du segment de plage Jetée Ouest-Epi expérimental d'une période à l'autre, qui se résume à la dynamique du profil SP 25, à l'extrême Ouest de ce segment de plage.

3. Caractéristiques granulométriques du périmètre littoral de San-Pédro

a. *Segments de plage à l'Est du chenal portuaire*

Les sables des plages à l'Est du chenal portuaire sont essentiellement grossiers ($Mz > 501 \mu m$) et modérément classés ($0,50 < \sigma < 0,79$). Les valeurs du skewness, négatives pour la plupart des sédiments ($-0,80 < Sk < -0,10$), révèlent une prépondérance des éléments grossiers qui indique un milieu plus ou moins agité.

b. *Segments de plage à l'Ouest du chenal portuaire*

Les plages à l'Est du chenal portuaire sont caractérisées par des sédiments moyens à grossiers ($330 \mu m < Mz < 1206 \mu m$), modérément à mal classés ($0,50 < \sigma < 0,83$), avec des valeurs de skewness variables ($-1,28 < Sk < 1,14$) sur le *segment de plage Jetée Ouest-Epi*. Le tri granulométrique s'affine du bas estran vers le haut estran. De l'Epi à la limite du segment de plage tombolo, les sables sont moyens à fins. La taille du grain moyen, comprise entre $198 \mu m$ et $378 \mu m$, montre une décroissance du bas estran vers le haut estran de même que d'Ouest en Est. Ces sédiments sont modérément à bien classés ($0,34 < \sigma < 0,71$) avec une asymétrie vers les éléments grossiers ($-2,55 < Sk < -0,10$)

4. Discussion et conséquences socio-économiques

La variabilité temporelle de la dynamique morpho-sédimentaire sur le périmètre littoral de San-Pédro, ne s'écarte guère du comportement saisonnier des plages émergées décrit sur le littoral ivoirien, sur la base des observations annuelles régulières au cours des années 1980 et 1990 (ABE, 2005). De fait, les changements morphologiques des profils étant l'expression de l'évolution dynamique, obéissent à un rythme saisonnier qui se caractérise par une alternance de périodes d'érosion entre les mois de mai et d'août et d'engraissement entre octobre et février. Au cours de la phase d'érosion, les profils présentent généralement un modelé concave avec des talus d'érosions variables selon la dynamique des différentes zones. A l'inverse, les profils de la phase d'accumulation accusent une forme convexe matérialisée par le développement dans le profil de berme. Ces variations morphologiques saisonnières sont le reflet des périodes d'occurrence des fortes et faibles houles sur le littoral ivoirien. Toutefois, il convient de souligner qu'au sein d'une période de tendance donnée, il est loisible d'observer des processus inverses sur des stations différentes, mais bien plus, sur des profils voisins d'une même station.

Par ailleurs, la variation spatiale des modelés d'ensemble des profils confirme les travaux d'HAUHOUOT (2000) relatifs à la variation des pentes des profils des secteurs de plage du périmètre littoral de San-Pédro, bien que ceux-ci soient exposés au même régime de houles. Selon l'auteur, ce contraste est inhérent aux perturbations des aménagements lourds du port (digue, épi, jetées) sur le transit littoral. Cette perturbation détermine également une variation spatiale de la taille des sédiments, reflet de la dynamique des différents segments de plage.

La cinématique observée permet de distinguer trois secteurs d'évolutions dynamiques variables entre juin 2007 et août 2009 (figure 22). Le secteur de plages à l'Est du chenal portuaire (Club Nautique et Jetée Est) et le segment de plage Epi-Tombolo à l'Ouest dudit chenal, enregistrent un recul progressif de la ligne de rivage au cours de la période de suivi. Les vitesses moyennes de recul, non négligeables, oscillent entre 1,20 m/an et 1,25 m/an. A la différence, la dynamique du secteur Jetée Ouest-Epi expérimental à l'Ouest du chenal, révèle dans l'ensemble une stabilité plus ou moins rompue de la racine de la Jetée Ouest à l'Est vers l'Ouest, où un faible engraissement de l'ordre de 0,18 m/an se fait ressentir. Le segment de plage Tombolo présente une variabilité temporelle de la dynamique de la ligne de rivage. Il subit un recul moyen estimé à 0,55 m/an, qui est la résultante de la dynamique régressive remarquable (juin 2007 à juin 2008 voire au-delà au droit de certains profils 2009) qui a précédé la phase de progradation (figure 23).

Les tendances évolutives déterminées et les vitesses moyennes estimées corroborent, à l'exception du segment de plage tombolo, celles mises en relief par HAUHOUOT (2000) et YAO et *al.* (2010) sur des séries d'observation photographiques et topographiques à long terme (5 à 20 ans). Le recul du rivage, consécutif surtout à la tempête survenue en août 2007, non compensé par la forte progradation du rivage qui a succédé, caractérise encore pour la période de suivi, ce segment de plage en engraissement selon HAUHOUOT (2000) et YAO et *al.* (2010).

Figure 22 : Evolution de la limite supérieure du talus d'érosion ou de l'ados de plage du périmètre littoral de San-pédro entre Juin 2007 et Août 2009

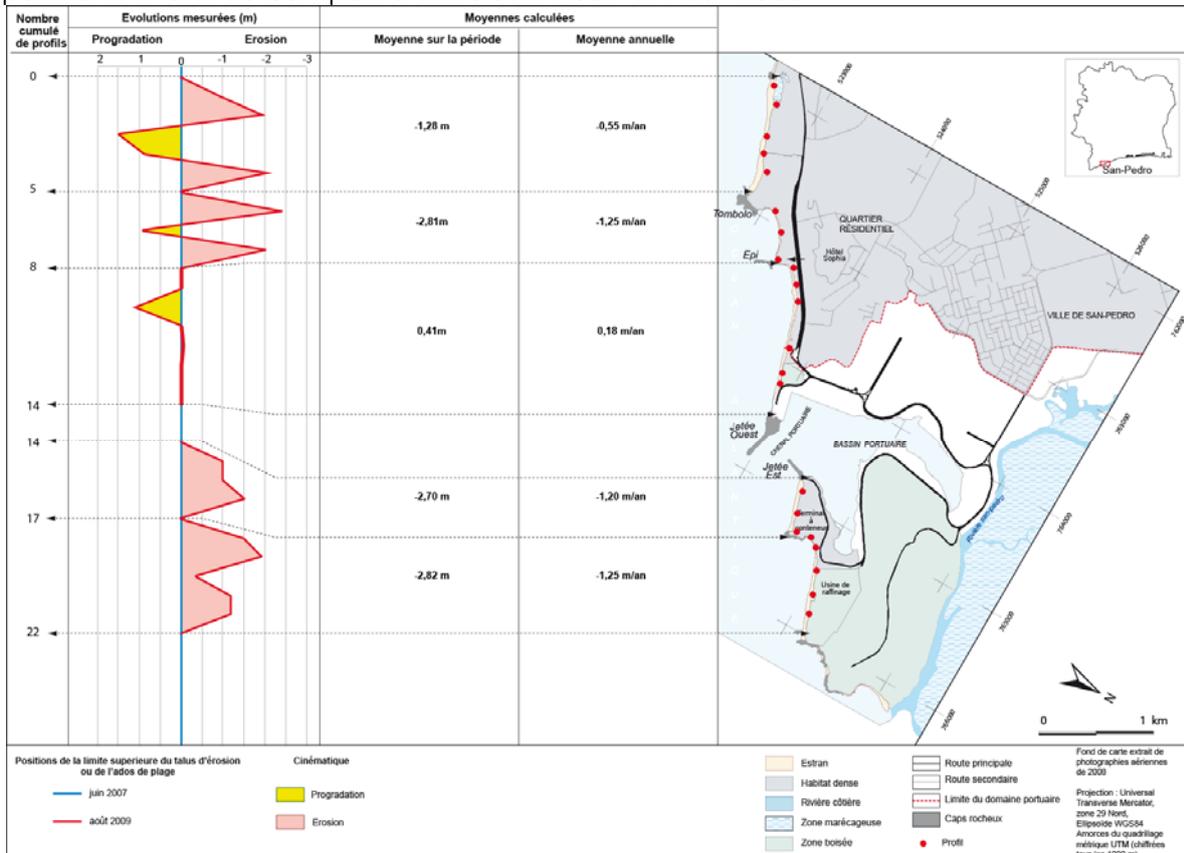
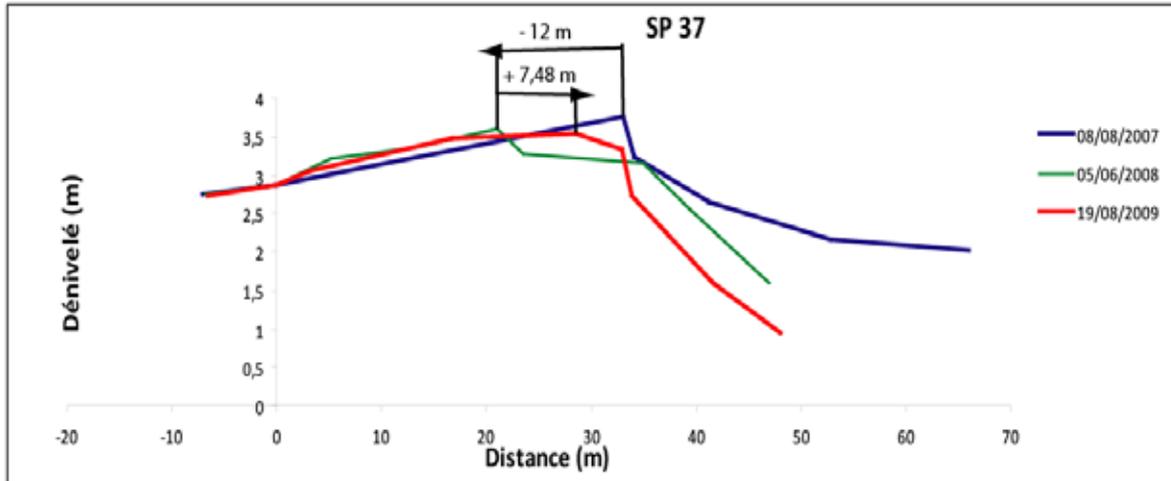


Figure 23 : dynamique variable du trait de côte sur le segment de plage Tombolo



Conclusion partielle

La dynamique régressive considérable enregistrée sur certains segments de plage du périmètre littoral de San-Pédro, semble être préjudiciable aux grands projets de développement du Port (installation d'un parc à conteneurs et d'une usine de raffinage) envisagés dans cette zone et aux installations touristiques qui jouxtent le rivage (photo 10). Le déchaussement périodique de la zone d'encrage de la racine de la jetée Est, est un exemple édifiant (photo 11). Il contraint l'autorité portuaire à y investir pour préserver de façon précaire cette infrastructure économique de premier ordre. La forte dégradation des segments de plage est la conséquence inéluctable de l'interruption du transport longitudinal (Ouest-Est) des sédiments par la présence d'infrastructures portuaire et de la variation des conditions hydrodynamiques telle la tempête survenue en août 2007.

Photo 10 : Menace de destruction du restaurant Horizon à San-Pédro (segment de plage Epi expérimental-Tombolo)



photo CRO octobre 2008

Photo 11 : Déchaussement de la racine de la jetée Est à San-Pédro (segment de plage Jetée Est)



photo CRO mai 2009

4.2 ÉVOLUTION DIACHRONIQUE DE LA POSITION DU TRAIT DE COTE DU PERIMETRE LITTORAL DE GRAND - LAHOU ENTRE MAI 2008 ET MAI 2009

1. Dynamique des plages du périmètre littoral de Grand – Lahou entre Mai 2008 et Mai 2009

Dans l'ensemble, deux grandes périodes se distinguent quant aux remaniements sédimentaires.

De mai 2008 à novembre 2009, les mouvements sédimentaires sont dominés par l'érosion (figure 24). L'érosion prend de l'ampleur entre juillet et septembre 2009. Cette période érosive entraîne la disparition de la berme et la réalisation d'un profil concave en novembre 2009. Cependant, l'arrière-plage reste quasiment stable. Cette période érosive serait liée aux fortes houles généralement enregistrées entre mai et août sur les côtes ivoiriennes.

De novembre à mai 2009, la tendance s'inverse (figure 25). Les plages se reconstituent progressivement. Les mouvements sédimentaires sont nettement dominés par l'accumulation. Cette période d'accumulation, particulièrement marquée entre janvier et février, entraîne la réalisation d'un profil convexe et la réapparition de la berme en mai 2009. Cette tendance à l'engraissement serait consécutive aux faibles houles généralement enregistrées durant cette période.

Les variations morphologiques de la plage de Grand-Lahou sont marquées par une saisonnalité. L'évolution des profils montre une période d'érosion et une période d'accumulation mettant en exergue l'alternance d'une forme concave et d'une forme convexe (figure 26). Ces différentes périodes correspondent respectivement au moment d'occurrence des houles de forte et de faible énergie.

Figure 24 : mouvements dans le profil entre mai 2008 et novembre 2008

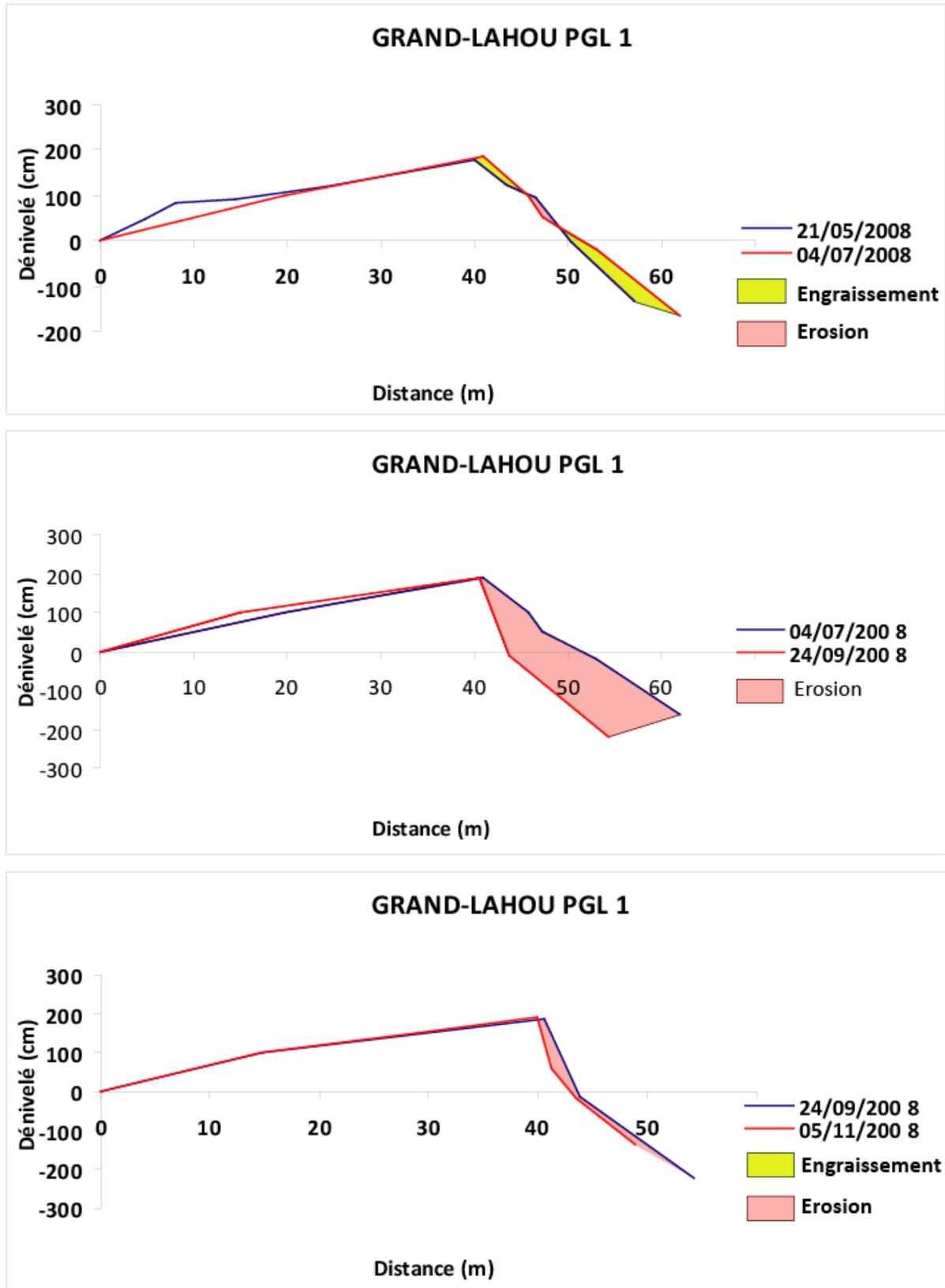


Figure 25 : mouvements sédimentaires dans le profil entre novembre 2008 et mai 2009

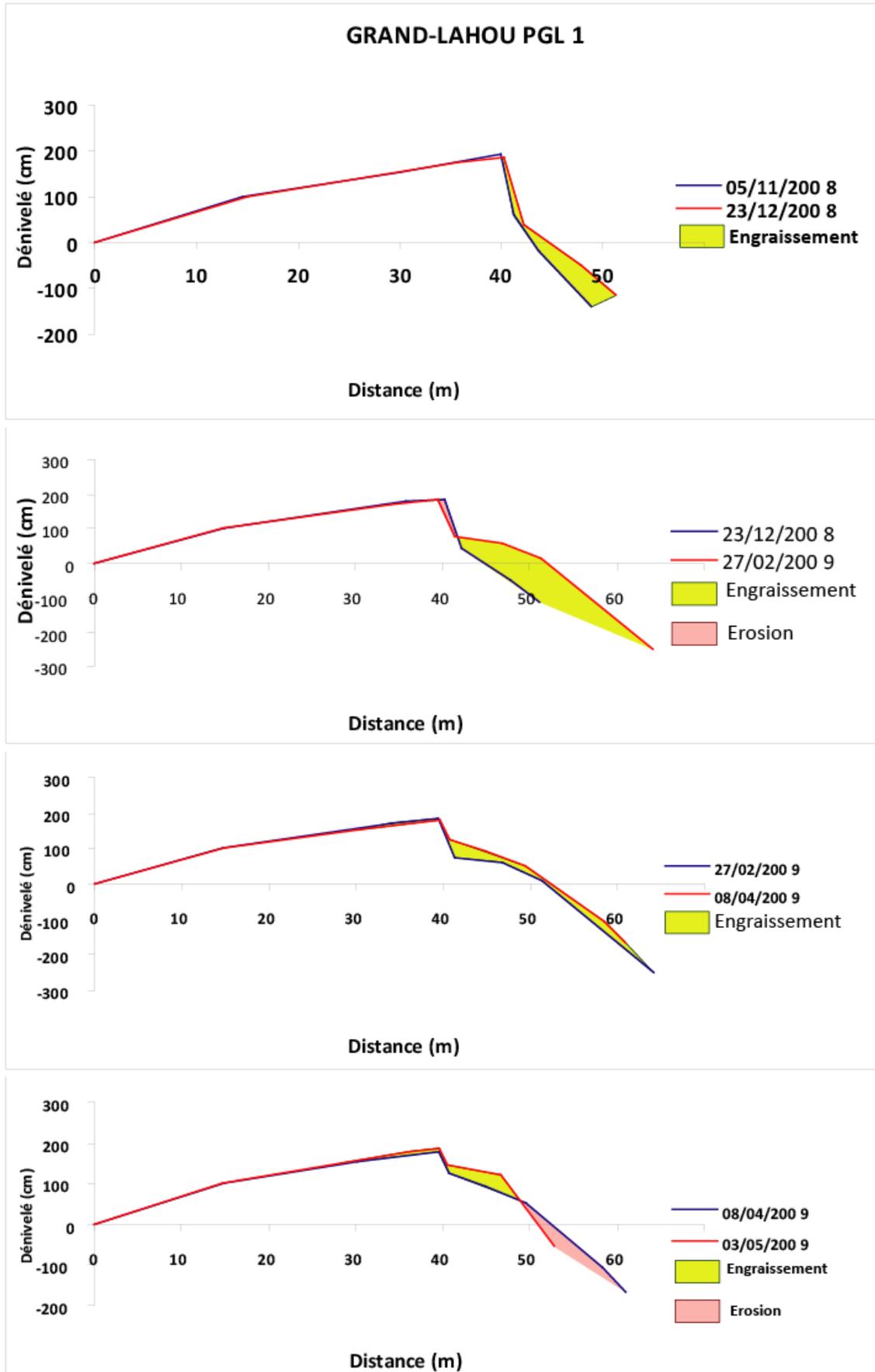
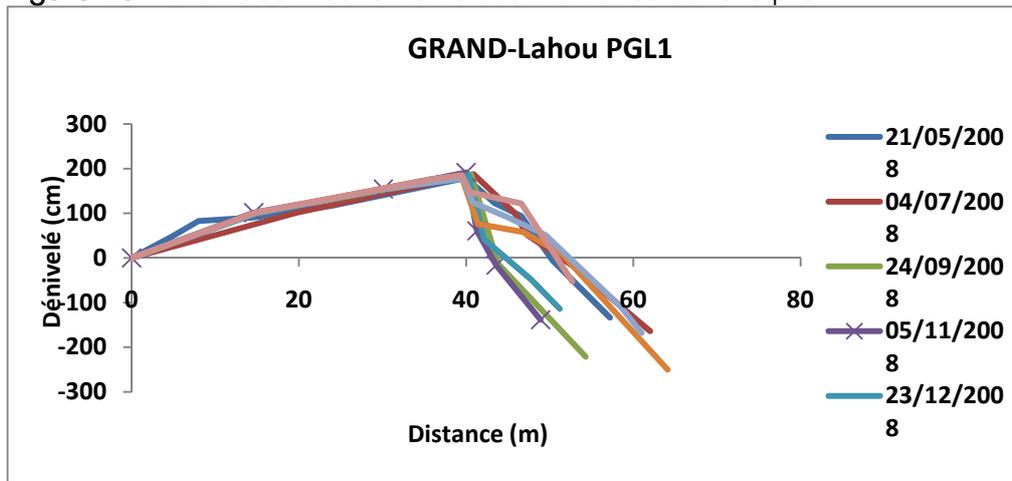


Figure 26 : Bilan des mouvements sédimentaires dans le profil



2. Tendance d'évolution du trait de côte du périmètre littoral de Grand – Lahou entre Mai 2008 et Mai 2009

a. Secteur de la mission catholique (Tiahon)

Les vitesses de recul au niveau de la mission catholique sont estimées à 0,5 et 1,5 m.an⁻¹ respectivement au niveau du PGL1 et du PGL2. Dans l'ensemble, on a un recul moyen de 0,92 m.an⁻¹ entre mai 2008 et mai 2009 dans ce secteur (figure 27). Ce taux est proche de celui estimé par N'DOUFOU (2005) à partir de l'analyse de photographies aériennes. Selon cet auteur, le recul du trait de côte à la hauteur de la mission catholique serait de 1,11 m.an⁻¹ durant la décennie 1966-1975.

Le secteur de la mission catholique a enregistré un recul moyen de 0,68 m.an⁻¹ entre 1986 et 2004 (ABE, 2005) et de 0,72 m/an durant la période 1986-2006 (FEA, 2006).

Le recul du trait de côte à la mission catholique varie très peu selon les périodes considérées. Il intervient généralement en période de forte agitation et lors des tempêtes.

b. Secteur du Phare

Au niveau du phare, le recul du trait de côte est estimé à 4,5 m.an⁻¹ et 1,1 m.an⁻¹ respectivement au niveau du PGL3 et du PGL4. Au niveau du PGL5, on observe une stabilité. Le recul moyen enregistré au niveau du phare est de 1,72 m.an⁻¹ entre mai 2008 et mai 2009 (figure 27). Le recul estimé au niveau du Phare est donc plus élevé que celui de la mission catholique.

L'évolution du trait de côte varie généralement selon les périodes de houle (figure 28). Pendant la période d'occurrence des fortes houles (mai à août), le trait de côte recule de 3,5 m.an⁻¹. Le recul du trait de côte est plus modeste pendant la période d'accalmie. Il est estimé à 1 m.an⁻¹ d'août à novembre 2008. On observe une stabilité entre novembre 2008 et mai 2009.

HAUHOUOT (2000), estime à 2 m.an^{-1} le recul du trait de côte au niveau du Phare entre 1986 et 1993 à partir de l'analyse de photographies aériennes. Ce secteur a enregistré un recul moyen de 2 m.an^{-1} entre 1966 et 1975 (N'DOUFOU, 2005). Les reculs estimés durant les périodes 1985 -1987 et 1985 -1990 sont respectivement de $3,3 \text{ m.an}^{-1}$ (KOFFI *et al.*, 1987) et de $2,5 \text{ m.an}^{-1}$ (Koffi *et al.*, 1994). Ces vitesses de recul avoisinent les estimations faites par HAUHOUOT (2000) et N'DOUFOU (2005). Le recul du trait de côte a connu une accélération entre 1997 et 2006 au Phare, où il atteint une vitesse moyenne de $7,78 \text{ m.an}^{-1}$ (FEA, 2006). Les estimations faites par FEA (2006) entre 1997 et 2006 présentent un caractère exceptionnel qui pourrait être lié aux fortes houles enregistrées sur nos côtes de mars à mai 1997.

Sur ce cordon, en dehors de l'érosion naturelle du rivage, la migration vers l'ouest de la passe constitue un réel problème pour les riverains. L'habitat colonial ainsi que des constructions plus récentes ont été détruits du fait de la mobilité de la passe (Photo 12). Les plantations de cocotiers situées à cet endroit sont progressivement détruites. La surface détruite entre 1993 et 1996 serait de 10,7 ha (HAUHOUOT, 2008) et serait liée à la baisse du débit du fleuve Bandama à l'embouchure suite à la construction du barrage de Kossou dans les années 1970 et plus tard celui de Taabo. En revanche, le cordon Est connaît une relative stabilité. A cet endroit, une dérive littorale en sens inverse alimenterait une flèche à pointe libre qui entraîne la fermeture périodique de la passe (photo 13). La population riveraine prend souvent l'initiative de l'ouvrir à coup de pioche et de pelle afin d'éviter son impact sur la biodiversité, de ce fait sur la pêche qui est la principale activité.

Photo 12 : Destruction de l'habitat colonial du fait de la mobilité de la passe



Photo CRO mai 2007

Photo 13 : Mouvement des flèches libres de la passe à Grand-Lahou



Photo CRO septembre 2008

3. Caractéristiques granulométriques

Les caractéristiques granulométriques des sables prélevés, concomitamment dans les profils de plage à la mission catholique et au Phare, varient selon les périodes considérées :

- en mai 2008, les sables de plage sont grossiers ($558 \mu\text{m} < Mz < 719 \mu\text{m}$) modérément classés ($0,51 < \sigma < 0,63$) et symétriques ($0,02 < Sk < 0,05$) ;
- en novembre 2008, les sables sont moyens à grossiers ($409 < Mz < 560$) bien à modérément classés ($0,41 < \sigma < 0,64$) et symétriques ($-0,06 < Sk < 0$).

Les sédiments prélevés en mai sont dans l'ensemble plus grossiers que ceux prélevés en novembre. Les sédiments prélevés en mai plus grossiers témoignent d'un hydrodynamisme fort, par contre ceux prélevés en novembre sont caractéristiques d'un environnement peu agité. Les caractéristiques granulométriques mettent donc en évidence différents niveaux d'énergie selon les périodes. Ces observations sont en accord avec celles faites par TASTET (1985) puis ABE (2005). Ces auteurs estiment que de novembre à Janvier, les houles seraient faibles sur les côtes ivoiriennes par contre entre mai et juillet, la mer serait très agitée du fait des fortes houles dont l'amplitude peut atteindre 2 m (VARLET, 1958).

Conclusion partielle

Les résultats de nos investigations montrent que le recul du trait de côte varie selon les secteurs d'étude. Le secteur du Phare serait le plus sensible à l'érosion à Grand-Lahou avec un recul moyen de $1,72 \text{ m.an}^{-1}$. A la hauteur de la mission catholique, le recul moyen est estimé à $0,92 \text{ m.an}^{-1}$. Parallèlement aux travaux antérieurs, cette étude montre que le recul du trait de côte à Grand-Lahou continue. La mobilité de la passe et sa fermeture périodique sont un réel problème à Grand-Lahou. La migration de la passe vers l'ouest accentue l'érosion. Les 2/3 du village ont été détruits par l'érosion. Quand la passe est obstruée, la pêche qui constitue la principale source de revenu des riverains est perturbée. La granulométrie varie selon les périodes considérées. En mai, la moyenne granulométrique oscille entre $558 \mu\text{m}$ et $719 \mu\text{m}$. En novembre, elle oscille entre $409 \mu\text{m}$ et $560 \mu\text{m}$. Les sables sont plus grossiers en période de forte agitation.

Figure 27 : Evolution de l'ados de plage à la Mission catholique et au Phare de Grand-Lahou de mai 2008 à mai 2009

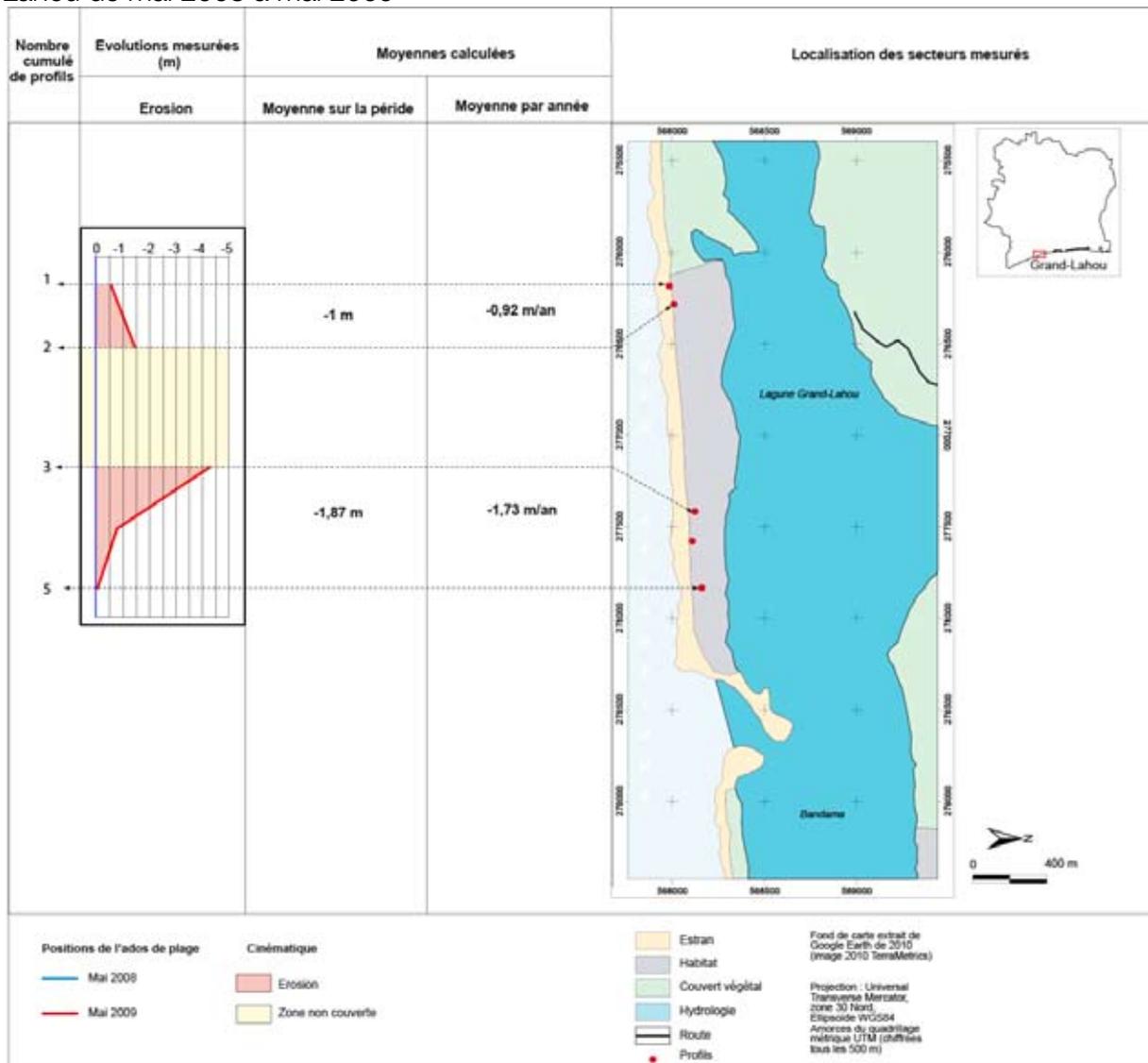
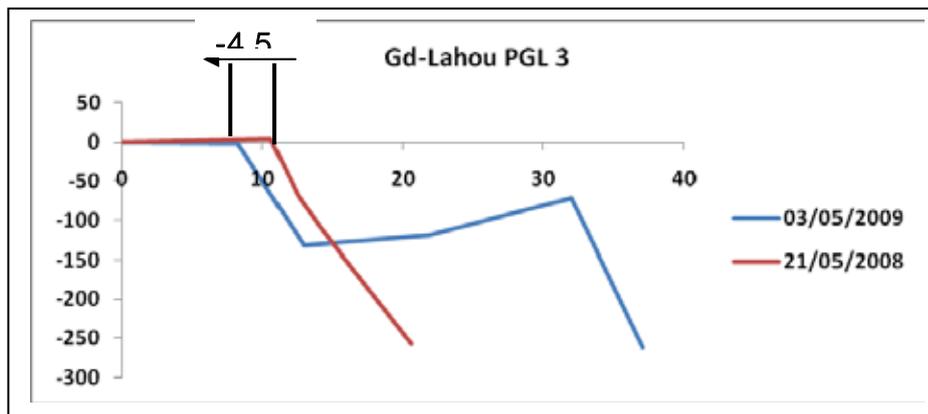
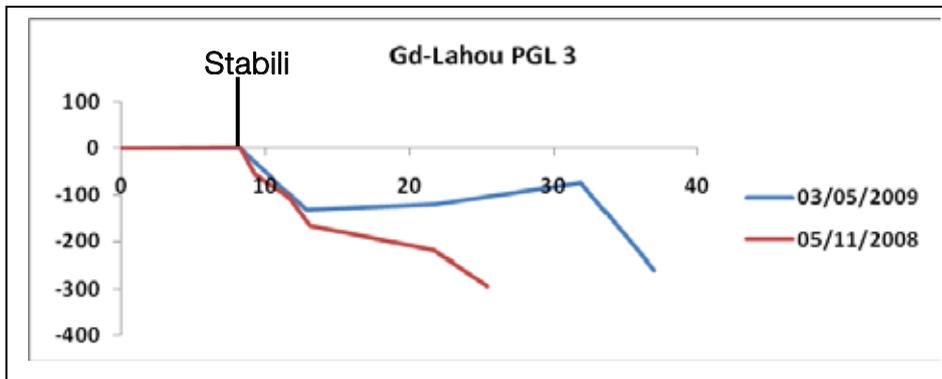
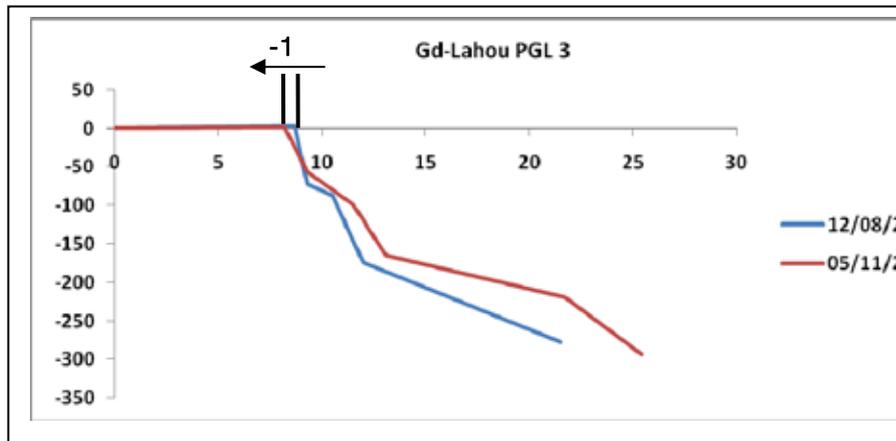
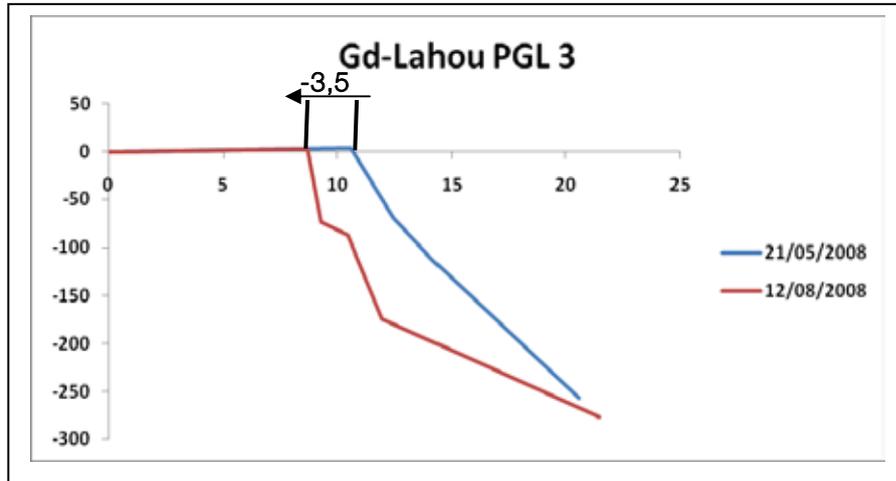


Figure 28 : Tendence d'évolution du trait de côte au Phare



4.3 ÉVOLUTION DIACHRONIQUE DE LA POSITION DU TRAIT DE COTE DES SITES ABIDJAN, BASSAM ET ASSINIE-AFORENOU ENTRE AOÛT 2007 ET NOVEMBRE 2009

1. Dynamique des plages des sites d'Abidjan, de Bassam et d'Assinie-Aforenou entre août 2007 et novembre 2009

L'étude de la morphologie des profils du cordon Abidjan-Aforénou indique une évolution générale saisonnière. Les plages ivoiriennes enregistrent des formes concaves et convexes de l'estran traduites par le développement de bermes et la disparition de celles-ci en fonction des saisons. En effet, les plages ivoiriennes alternent engraissement et érosion entre les périodes d'avril à mai et de mai à juillet voire août.

L'analyse morphologique de l'évolution de la dynamique du littoral milite toujours en faveur des mouvements sédimentaires identiques saisonniers dans la baie de Port-Bouët, à Grand-Bassam et à Assinie. A partir d'octobre, le phénomène dominant sur les plages est l'engraissement qui évolue de façon progressive et atteint son maximum en mars voire avril (figure 29).

Cette période correspond en général à des faibles houles sur les plages ivoiriennes. Ces formes sont progressivement modifiées et transformées dans la plus part des cas en des formes concaves, qui traduisent des phénomènes inverses d'érosion. Ils sont généralement observés entre mai et juillet qui est la période d'occurrence des fortes houles sur le littoral ivoirien (figure 30). Des situations intermédiaires ont marqué l'évolution de la plage et les profils d'équilibre ont été enregistrés. Pendant les mois intermédiaires (septembre, octobre et novembre), érosion et accumulation se compensent et s'annulent.

Figure 29 : engraissement de la plage au droit du profil P Pb6 (segment de plage Port-bouet)

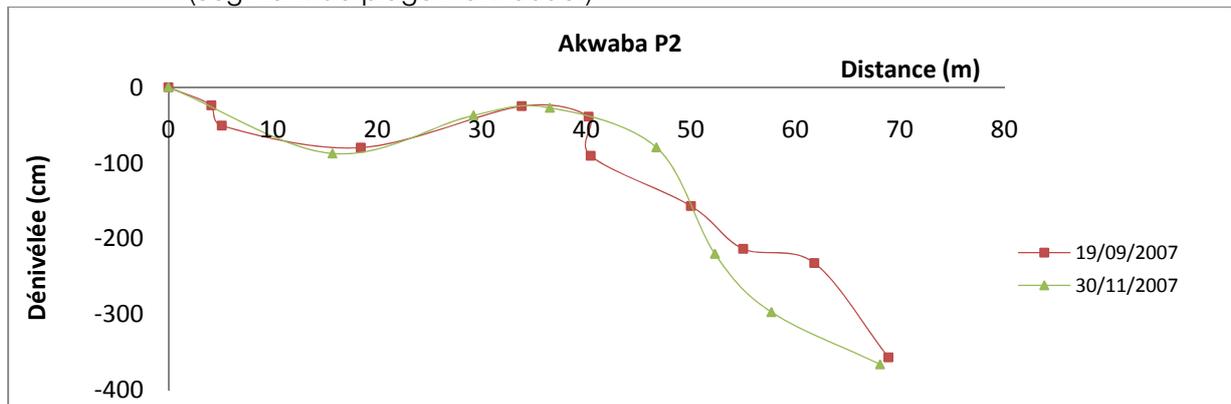
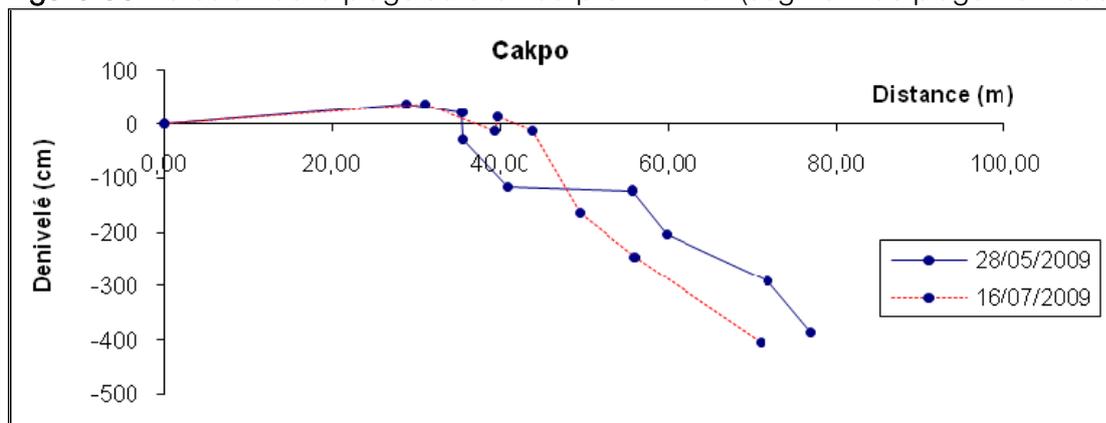


Figure 30 : érosion de la plage au droit du profil P Pb1 (segment de plage Port-bouet)



2. Tendance d'évolution du trait de côte des sites d'Abidjan, de Grand-Bassam et d'Assinie-Aforenou entre août 2007 et décembre 2009 ainsi qu'à Vridi-Port-Bouet entre août 2007 et novembre 2009

a. Tendance d'évolution du trait de côte à Vridi-Port Bouet (Abidjan) entre août 2007 et mars 2009 / mars 2008 et novembre 2009

L'évolution diachronique du trait de côte à partir de levés topographiques indique une accrétion générale des plages dans la baie de Port-Bouet, au niveau des stations de mesure Petit bateau (P Pb3 et P Pb4), Akwaba (P Pb5 et P Pb6). La vitesse moyenne de progradation reste moins importante à Petit Bateau (0,4 m/an) et très élevée à Akwaba (5,10 m/an) pour la période d'observation. Cependant la station Cakpo connaît un recul important avec une vitesse moyenne de 3,80 m/an. L'épaisseur de sable remanié dans ce secteur, environ 4 m, reflète la dynamique à cet endroit.

A l'ouest du chenal, la tendance est à la progradation de la ligne de rivage. La vitesse moyenne sur ce secteur de plage est de l'ordre de 1,55 m/an (figure 31).

b. Tendance d'évolution du trait de côte du site Grand-Bassam entre mai 2008 et novembre 2009

De façon générale, sur les profils de Grand-Bassam, le trait de côte est resté stable durant la période d'observation. Cependant des mouvements de sédiments alternant érosion et accrétion se sont déroulés dans l'estran. A l'est de l'embouchure, sur les stations de mesure de Mondoukou, on observe en moyenne, un faible recul du rivage de l'ensemble du linéaire côtier observé (-0,28 m/an). Cette dynamique se résume à celle enregistrée au droit du profil P Md1 (figure 32)

Figure 31 : Evolution de l'ados de plage sur le périmètre littoral Vridi-Port-Bouët d'août 2007 à mars 2009 / de mai 2008 à novembre 2009

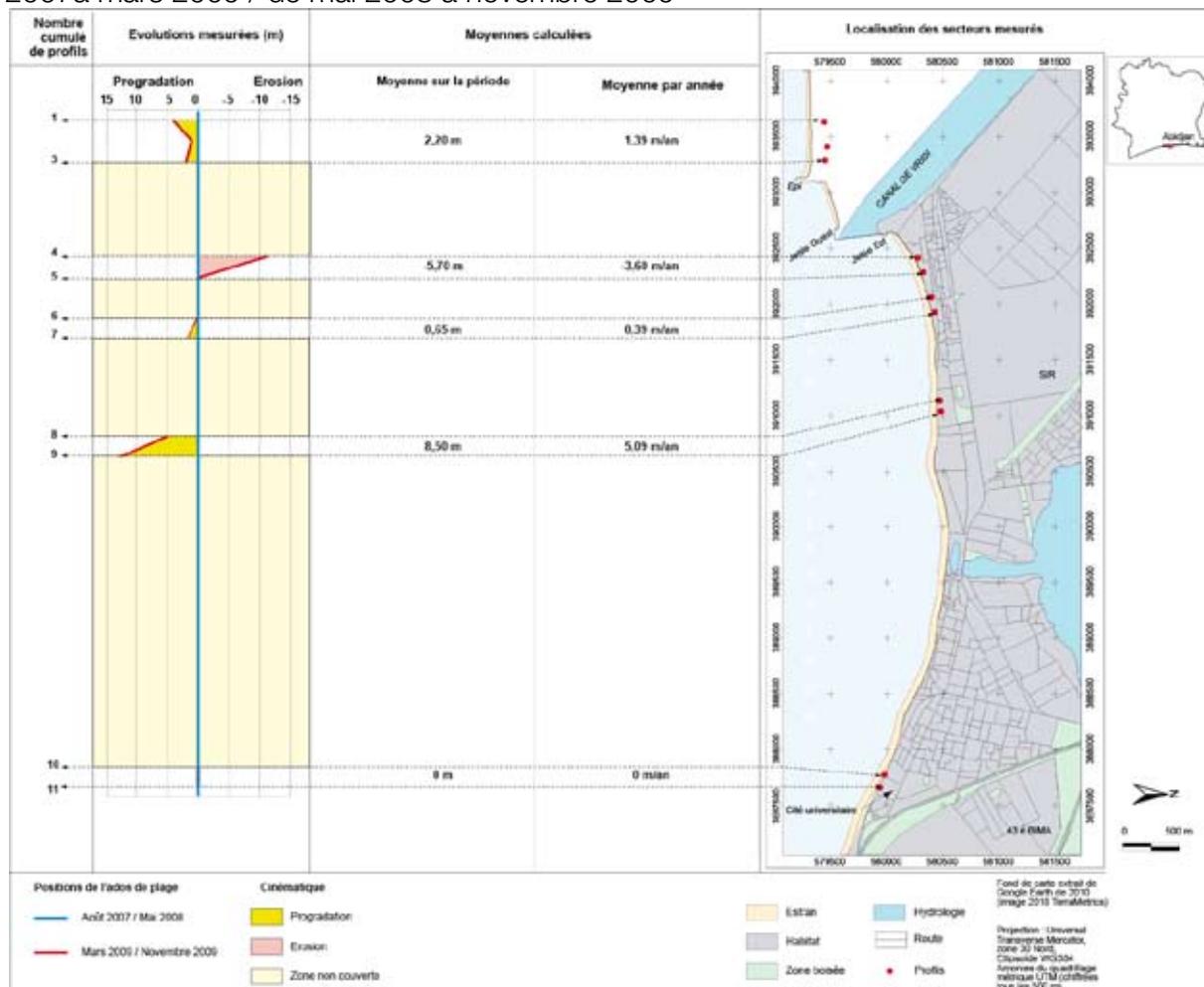
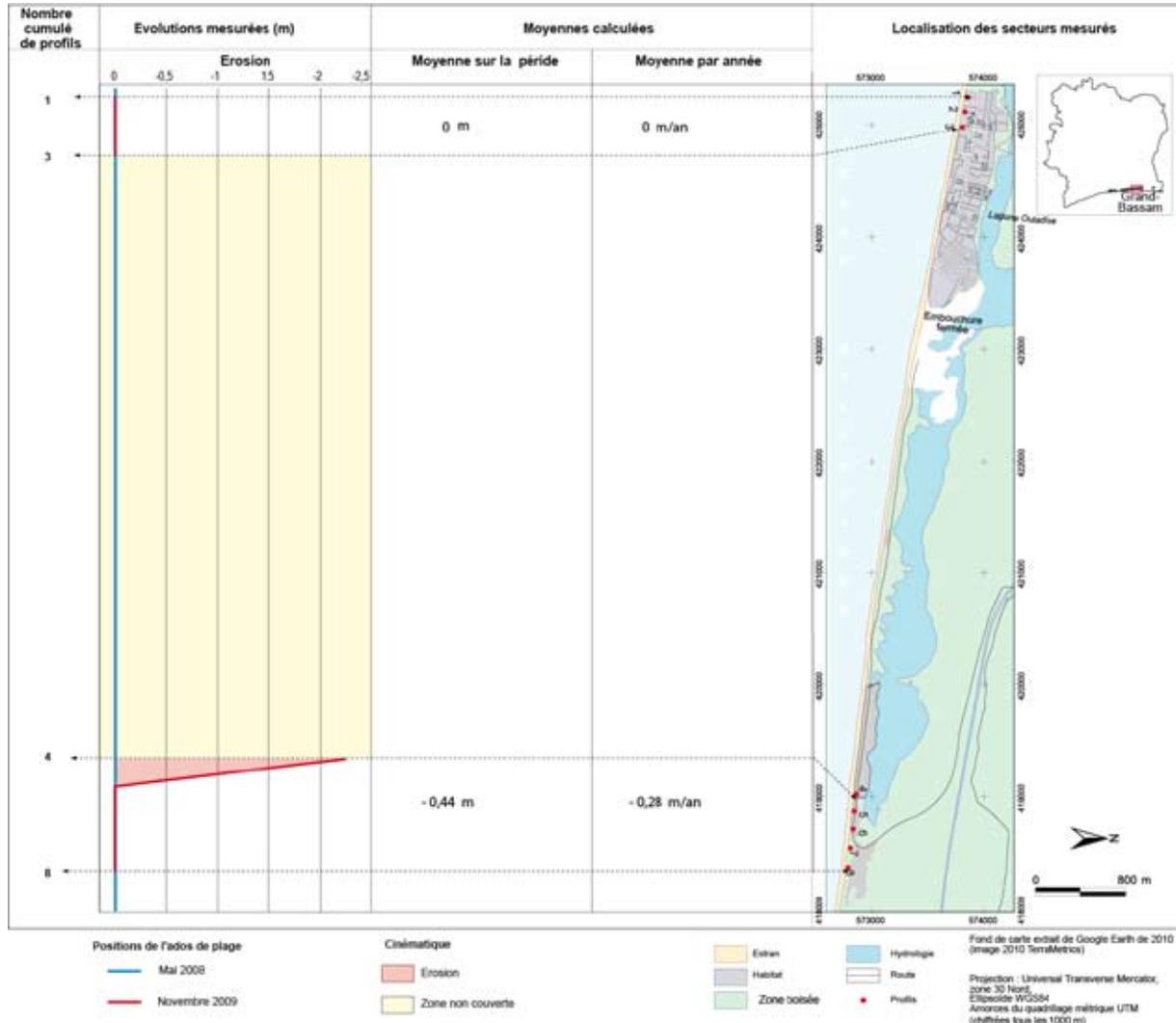


Figure 32: Evolution de l'ados de plage sur le périmètre littoral de Grand-Bassam de mai 2008 à novembre 2009



Tendance d'évolution du trait de côte du secteur Assinie – Aforenou (Frontière du Ghana) entre août 2007 et mars 2009

Une analyse des profils à l'Ouest de l'embouchure de la lagune Aby met en relief une évolution régressive dans ce secteur au cours de la période de suivi. La vitesse moyenne de recul sur ce cordon de plage est estimée à 2,17 m/an. Cette plage subit l'influence des processus à l'embouchure de la lagune pendant les périodes de crue et d'étiage. L'effet de la tempête survenue en août 2007, n'est cependant pas à exclure.

A l'est, entre l'embouchure et la frontière du Ghana, la dynamique sur ce linéaire côtier lui confère un caractère stable. Erosion et accrétion s'équilibrent en dehors des événements exceptionnels de type tempête au droit des profils P Ass7 et P Ass9 (photo 14 et 15). Les vitesses de progradation en certains endroits (proche de la frontière Ghanéenne) oscillent entre 1 et 1,15 m/an (figure 33)

Photo 14 : déracinement d'un cocotier au droit du profil P Ass 9 suite à la tempête survenue en août 2007



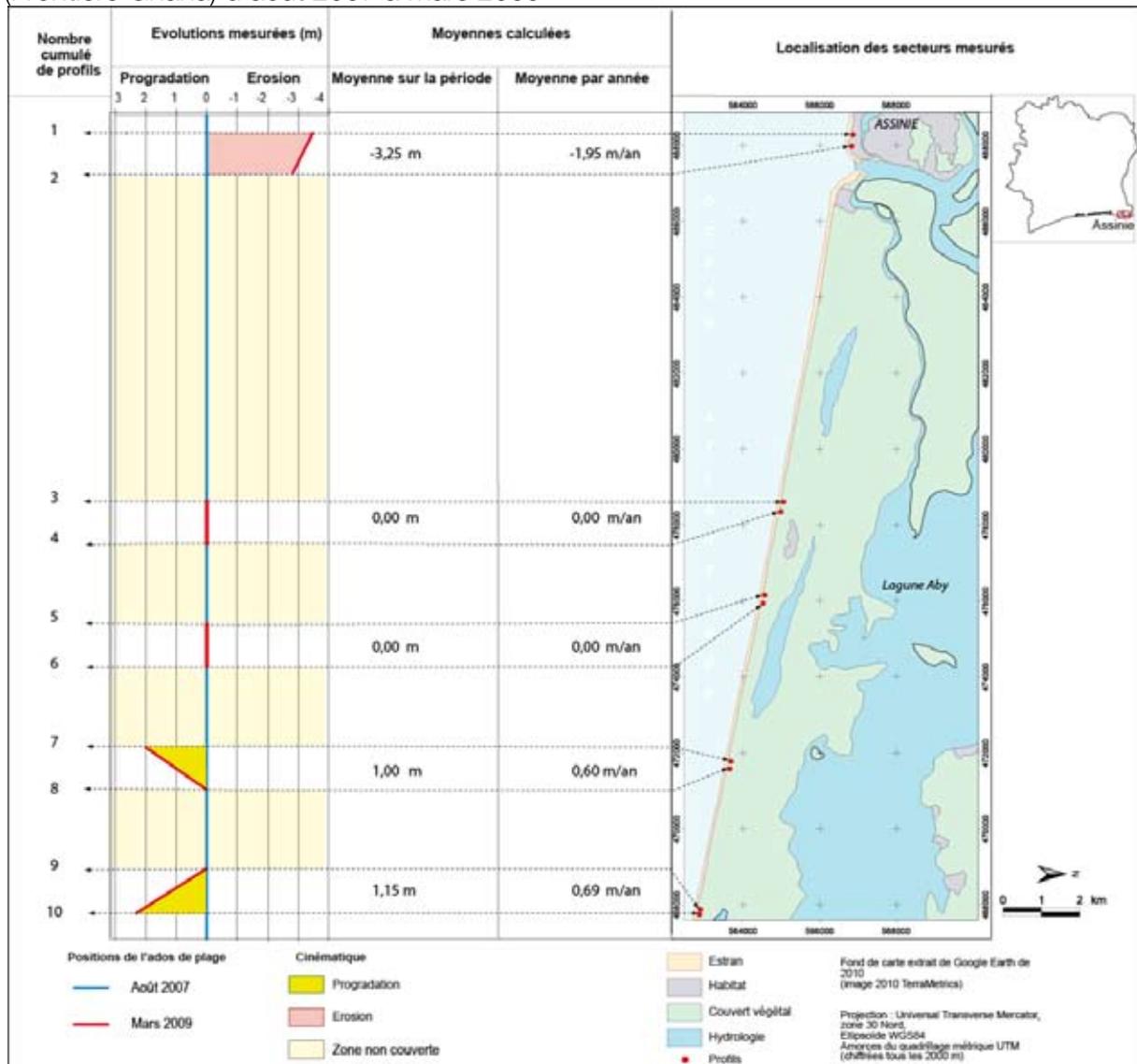
photo CRO août 2007

Photo 15 : reconstitution de la plage après la tempête d'août 2007



photo CRO , décembre 2007

Figure 33 : Evolution de l'ados de plage sur le périmètre littoral Assinie – Aforénou (Frontière Ghana) d'août 2007 à mars 2009



3. Caractéristiques granulométriques

L'analyse granulométrique des échantillons prélevés dans le secteur Abidjan-Grand Bassam, indique des faciès identiques avec des granulométries grossières et moyennes dont les valeurs sont comprises entre 1350 μm à Petit Bateau et 350 μm à Mondoukou. Nous constatons dans le sens de la dérive littorale (Abidjan vers Bassam), une diminution de la taille des grains de quartz. L'écart type évolue entre 0,35 et 0,66, et le skewness varie respectivement dans les intervalles [-0,29; 0,2], [-0,48; 0,86] et [-0,16; 0,66].

Au niveau du secteur Assinie-Aforenou (Ghana), les sables des plages sont essentiellement fins et généralement bien classés à très bien classés avec une moyenne granulométrique inférieure à 250 μm .

Conclusion partielle

Sur la base de nos observations, nous constatons une variation spatio-temporelle de la dynamique sédimentaire de l'estran et du trait de côte. Le recul de la côte basse sableuse de la zone d'étude ne s'opère pas de façon linéaire, continue et constante. Il est entrecoupé par des secteurs de plages en engraissement, avec des zones présentant des stabilités qui pourraient être précaires. Ces travaux confirment ceux de TASTET (1987) sur le périmètre littoral de Vridi Port-Bouet, AFFIAN *et al* (2003) sur le linéaire côtier Abidjan – Bassam et ABE (2005) sur l'ensemble du littoral ivoirien.

A Abidjan, la dynamique du rivage obéit au schéma classique des périmètres littoraux aménagés (installation d'infrastructures portuaires). L'interruption du transport longitudinal des sédiments par la présence d'infrastructures côtières provoque une extension des plages situées au vent ainsi que l'érosion du littoral situé sous le vent. Les points stables ou en faible progradation enregistrés dans la baie de Port-Bouet, sont pour la plupart liés à la morphologie du proche plateau continental qui détermine des zones de convergence et de divergence de houles, mais aussi à la fixation précaire de la ligne de rivage en certains endroits par les particuliers (riverains ou opérateurs économiques).

Les plages de Grand-Bassam sont restées dans l'ensemble stables au cours de la période de suivi

A Assinie, en dehors de la partie Ouest de l'embouchure Aby, le trait de côte enregistre une stabilité ou tout au plus un faible engraissement.

De façon générale, la taille des grains de sable s'affine d'Ouest en Est le long du secteur Abidjan (baies de Port-Bouet)–Aforénou (frontière Ghana). Cette répartition spatiale granulométrique des sédiments confirme le sens de la dérive littorale dominante sur le littoral ivoirien.

V. PRESENTATION SYNTHETIQUE DES RESULTATS OBTENUS

Tableau VIII : synthèse des résultats des sites San-Pédro et Grand -Lahou

Sites d'étude	Segments de plage		Tendance évolutive	Vitesse moyenne (m/an)	Causes probables	Conséquences socio-économiques
Périmètre littoral de San-Pedro	Est chenal portuaire	Club Nautique	Recul du trait de côte	-1,25	Conditions hydrodynamiques naturelles, Tempête, aménagements portuaires	Dégradation de la zone de projet d'installation d'une usine de raffinage
		Jetée Est	Recul du trait de côte	-1,20	Conditions hydrodynamiques naturelles, Tempête, aménagements portuaires	Dégradation de la zone de raccordement de la racine de la jetée Est et de la zone de projet d'installation d'un parc à conteneur
	Ouest chenal portuaire	Jetée Ouest-Epi	Progradation	+0,18	Conditions hydrodynamiques naturelles, Tempête, aménagements portuaires	
		Epi- Tombolo	Recul du trait de côte	-1,25	Conditions hydrodynamiques naturelles, Tempête, aménagements portuaires	Menace de destruction des infrastructures hôtelières
Périmètre littoral de Grand-Lahou	Mission catholique		Recul du trait de côte	-0,55	Conditions hydrodynamiques naturelles, Tempête	Menace de destruction de la mission catholique et du cimetière du village des pêcheurs
	Phare		Recul du trait de côte	-1,72	Impact des houles et marées	Menace de destruction du nouveau Phare, des bâtiments historiques et du village des pêcheurs

Tableau IX : synthèse des résultats des sites Abidjan - Grand-Bassam et Assinie-Aforénou

Sites d'étude	Segments de plage	Tendance évolutive	Vitesse (m/an)	Causes probables	Conséquences socio-économiques
Segment de côte Abidjan-Grand-Bassam-Assinie	Cakpo	Recul du trait de côte	-3,80	Cette station est influencée par la forte activité anthropique liée à la protection de l'entrée du port qui bloque le transit sédimentaire.	Menace de destruction des infrastructures hôtelières, de disparition des habitats côtiers, des voies côtières
	Petit Bateau	Progradation	+0,40	Effet cicatrisant de la tempête enregistré sur les côtes ivoiriennes en août 2007.	Situation précaire, pouvant susciter de faux espoirs d'investissement.
	Akwaba	Progradation	+4,25	Recherche de l'équilibre de la dynamique ou d'un nouvel état d'équilibre.	
	Phare	Stabilité	0	Changement de l'orientation de la ligne de rivage et situé sur le rebord (tête) Est du canyon du Trou-Sans-Fond.	sécurité précaire du phare et de la population riveraine
Grand-Bassam	Bassam	Stabilité	0	Conditions hydrodynamiques naturelles	Stabilité précaire, pouvant susciter de faux espoirs d'investissement.
	Mondoukou	Recul du trait de côte	-0,28	Conditions hydrodynamiques naturelles	Menace de destruction des infrastructures hôtelières et touristiques et du village Mondoukou.
Assinie	Aby Ouest	Recul du trait de côte	-2,17	Conditions hydrodynamiques particulières, perturbation de la dérive littorale et du transit sédimentaire et submersion de la plage	Menace de destruction des infrastructures hôtelières et touristiques
	Aby Est	Progradation	+0,22	Conditions hydrodynamiques naturelles	

VI. PERSPECTIVES

6.1 RAPPEL DE LA GOUVERNANCE DE LA GESTION DURABLE DU LITTORAL ET LUTTE CONTRE L'EROSION COTIERE

On peut déplorer d'une manière générale que l'aménagement de la zone littorale, espace attractif et stratégique au dynamisme démographique et économique, demeure sectoriel et implique plusieurs institutions au niveau de l'état, des collectivités et des populations. Il n'apparaît pas de vision claire pour une gestion intégrée durable du littoral. Les compétences et expertises locales sont dispersées et disséminées dans les nombreux ministères et acteurs du littoral.

En ce qui concerne le cas spécifique de l'érosion côtière, il n'existe pas de plan national de lutte contre l'érosion côtière. Les actions posées en matière de protection et d'aménagement côtier n'obéissent pas à un cadre cohérent avec des objectifs idoines de gestion durable du littoral centrés sur des enjeux socio-économiques et écologiques.

Il faut relever le manque de communication, d'information et de sensibilisation soutenue sur l'érosion et la vulnérabilité du littoral à telle enseigne que les populations et les nombreux acteurs du littoral, inconscients des véritables problèmes et enjeux en cours, posent des actes qui aggravent la situation. Il s'agit de l'occupation anarchique des espaces, de la dégradation de la qualité de l'environnement littoral, de la surexploitation des ressources naturelles et l'accélération de l'érosion.

6.2 RAPPEL DE LA GOUVERNANCE DE LA GESTION DURABLE DU LITTORAL ET LUTTE CONTRE L'EROSION COTIERE

Les recommandations que nous inspirent les résultats de cette étude sur l'instabilité du trait de côte des secteurs littoraux les plus critiques du pays et la gouvernance actuelle de la gestion durable du littoral sont de deux ordres :

1. Mesures immédiates

Les mesures immédiates à prendre dans la phase actuelle de démarrage des projets du PRLEC sont :

- 1) Institutionnaliser la gestion durable du littoral et la lutte contre l'érosion côtière en créant une structure nationale en charge de l'élaboration d'une vision globale de la gestion durable du littoral. Cette structure devra définir le cadre réglementaire et institutionnel idoine et assurer la promotion et le suivi des projets d'aménagements côtiers et de lutte contre l'érosion côtière.
- 2) Informer et sensibiliser les autorités, les acteurs du littoral pour une meilleure appropriation nationale du PRLEC-UEMOA, des activités et produits attendus de plan d'action régional.

- 3) Promouvoir une campagne de communication, d'information et de sensibilisation des populations et des acteurs du littoral pour leur implication effective dans la lutte contre l'érosion côtière et la gestion durable du littoral.
- 4) Réaliser une étude de l'impact socio-économique de l'érosion sur les différents secteurs littoraux sensibles du pays et actualiser la liste des sites critiques prioritaires du plan d'action.

2. Mesures sur le court et moyen terme/ Adoption d'un Plan national de lutte contre l'érosion côtière

Adopter, dans le phasage actuel des activités du PRLEC-UEMOA, un **Plan d'action** de lutte contre l'érosion côtière et de gestion intégrée durable du littoral est à notre sens la mesure la plus appropriée pour poser dans un cadre structuré les actions concrètes d'aménagement et de protection du littoral ivoirien.

De manière succincte, les actions prioritaires de ce plan seront :

- élaborer un cadre réglementaire et institutionnel pour la lutte contre l'érosion côtière;
- développer les études et suivi de la sensibilité pour élaborer et adopter un schéma directeur de l'aménagement du littoral;
- promouvoir les études et travaux de protection de la côte;
- communiquer et informer les acteurs du littoral et les populations sur les enjeux de la gestion durable du littoral et de la lutte contre l'érosion côtière.

6.3 RAPPEL DE LA GOUVERNANCE DE LA GESTION DURABLE DU LITTORAL ET LUTTE CONTRE L'EROSION COTIERE

La situation critique des sites sensibles étudiés dans le cadre de ce travail impose d'envisager dans les meilleurs délais, la mise en œuvre d'un programme de lutte contre l'érosion côtière en vue de la protection de ces sections de côtes.

1. Opération1: Protection du Périmètre littoral urbain de San-Pédro

Termes de référence des études et travaux

Durée : 2 ans en intégrant les résultats des études actuelles réalisées conjointement par le Port de San-Pédro et le Centre de Recherches Océanologiques (CRO).

Objet: - stabiliser le rivage des plages de la jetée Est et du Club nautique en vue de la construction d'un terminal à conteneurs et d'un dépôt pétrolier.

- élaborer un schéma directeur et promouvoir la gestion intégrée du secteur littoral

Les études et travaux de protection du site s'échelonnent sur cinq (05) volets complémentaires les uns des autres :

Volet 1: Etude et suivi de la dynamique sédimentaire des plages

- renforcer le réseau de stations de profils de plage et définir les polygonales de bases de ce réseau (s'approprier du réseau préexistant du Port de San-Pédro implanté par le Centre de Recherches Océanologiques(CRO));

- définir le transit sédimentaire littoral en réalisant des levés topographiques et sédimentologiques de l'estran et des cartes bathymétriques et sédimentologiques de la plage sous-marine.

Volet 2: Définition de la tendance d'évolution du trait de côte

- restituer selon le suivi des profils de plage, les mouvements du trait de côtes et calculer les vitesses équivalentes;

- cartographier et définir la tendance d'évolution du trait de côte selon les données cartographiques, de photo-interprétation et d'images satellitaires disponibles.

Volet 3: Etude et interprétation des paramètres hydrodynamiques

- collecter et interpréter les données de houle;

- mesurer et interpréter les données marégraphiques;

- mesurer et interpréter les données de vents côtiers;

- mesurer et interpréter les courants locaux.

Volet 4: Modélisation de l'évolution du trait de côte et proposition de types d'aménagement nécessaires à la protection du site

- exécuter des études complémentaires (si nécessaires) et définir l'état référentiel du site;

- réaliser le modèle numérique de l'évolution du trait de côte;

- définir les options d'aménagement et le type d'ouvrages de protection.

Volet 5 : Gestion intégrée durable du secteur littoral

- définir un cadre règlementaire et institutionnel de gestion de cette section de côte;

- élaborer un schéma directeur de l'aménagement du secteur littoral et promouvoir les méthodes non structurales de lutte contre l'érosion (plan d'occupation des sols, lignes de repli);

- lancer le processus de gestion intégrée au niveau des autorités, des acteurs du littoral et de la population locale.

2. Opération 2: Protection du périmètre littoral de Grand-Lahou

Termes de référence des études et travaux

Durée : 03 ans

Objet : - Aménager les passes fluviolagunaires du Bandama pour assurer une circulation efficace des eaux estuariennes;

- stabiliser le rivage du secteur de plage de Lahou Kpanda et Grand-Lahou.

Les études et travaux de protection du site se décomposent en six (06) volets complémentaires les uns des autres :

Volet 1 Etude et suivi de la dynamique sédimentaire des plages

- renforcer le réseau de stations de profils de plage et définir les polygonales de bases de ce réseau (s'approprier du réseau préexistant du CRO);

- définir le transit sédimentaire littoral en réalisant des levés topographiques et sédimentologiques de l'estran et des cartes bathymétriques et sédimentologiques de la plage sous-marine.

Volet 2 Etude et suivi de la dynamique des passes fluviolagunaires

- étudier l'évolution morpho-sédimentaire en réalisant des cartes bathymétriques et sédimentologiques des passes;

- interpréter les données marégraphiques et courantologiques;

- étudier les matières en suspension et déterminer les flux sédimentaires.

Volet 3 Définition de la tendance d'évolution du trait de côte

- restituer selon le suivi des profils de plage, les mouvements du trait de côtes et calculer les vitesses équivalentes;

- cartographier et définir la tendance d'évolution du trait de côte selon les données cartographiques, de photo-interprétation et d'images satellitaires disponibles.

Volet 4 Etude et interprétation des paramètres hydrodynamiques

- collecter et interpréter les données de houle;

- mesurer et interpréter les données marégraphiques;

- mesurer et interpréter les données de vents côtiers;

- mesurer et interpréter les courants locaux.

Volet 5 Modélisation de l'évolution du trait de côte et des passes fluviolagunaires et proposition de types d'aménagement nécessaires à la protection du site

- exécuter des études complémentaires (si nécessaires) et définir l'état référentiel du site;

- réaliser le modèle numérique de l'évolution du trait de côte;

- définir les options d'aménagement et le type d'ouvrages de protection.

Volet 6 Gestion intégrée durable du secteur littoral

- définir un cadre réglementaire et institutionnel de gestion de cette section de côte;

- élaborer un schéma directeur de l'aménagement du secteur littoral et promouvoir les méthodes non structurales de lutte contre l'érosion (plan d'occupation des sols, lignes de repli);

- lancer le processus de gestion intégrée au niveau des autorités, des acteurs du littoral et de la population locale.

3. Opération 3 : Protection du périmètre littoral de Vridi-Port-Bouët

Termes de référence des études et travaux

Durée : 03 ans

Objet : - Affiner les travaux de modélisation pour mieux définir les options de protection efficace du trait de côte;

- promouvoir la gestion intégrée de ce site sur la base du plan d'occupation du sol existant. Les études et travaux de protection du site se décomposent en cinq (05) volets complémentaires les uns des autres :

Volet 1 Etude et suivi de la dynamique sédimentaire des plages

- renforcer le réseau de stations de profils de plage et définir les polygonales de bases de ce réseau (s'approprier du réseau préexistant du CRO);
- définir le transit sédimentaire littoral en réalisant des levés topographiques et sédimentologiques de l'estran et des cartes bathymétriques et sédimentologiques de la plage sous-marine.

Volet 2 Définition de la tendance d'évolution du trait de côte

- restituer selon le suivi des profils de plage, les mouvements du trait de côtes et calculer les vitesses équivalentes;
- cartographier et définir la tendance d'évolution du trait de côte selon les données cartographiques, de photo-interprétation et d'images satellitaires disponibles.

Volet 3 Etude et interprétation des paramètres hydrodynamiques

- collecter et interpréter les données de houle;
- mesurer et interpréter les données marégraphiques;
- mesurer et interpréter les données de vents côtiers;
- mesurer et interpréter les courants locaux.

Volet 4 Modélisation de l'évolution du trait de côte et proposition de types d'aménagement nécessaires à la protection du site

- exécuter des études complémentaires (si nécessaires) et définir l'état référentiel du site;
- Réaliser le modèle numérique de l'évolution du trait de côte;
- définir les options d'aménagement et le type d'ouvrages de protection.

Volet 5 Gestion intégrée durable du secteur littoral

- définir un cadre réglementaire et institutionnel de gestion de cette section de côte;
- élaborer un schéma directeur de l'aménagement du secteur littoral et promouvoir les méthodes non structurales de lutte contre l'érosion (plan d'occupation des sols, lignes de repli);
- lancer le processus de gestion intégrée au niveau des autorités, des acteurs du littoral et de la population locale

4. Opération 4 : Protection du périmètre littoral de Grand-Bassam

Termes de référence des études et travaux

Durée : 03 ans

Objet : - Aménager une embouchure durable du Comoé à Grand-Bassam en vue d'améliorer le fonctionnement de son estuaire;
protéger les secteurs de côte de Grand-Bassam.

Les études et travaux de protection du site s'échelonnent sur six (06) volets complémentaires les uns des autres :

Volet 1 Etude et suivi de la dynamique sédimentaire des plages

- renforcer le réseau de stations de profils de plage et définir les polygonales de bases de ce réseau (s'approprier du réseau préexistant du CRO);
- définir le transit sédimentaire littoral en réalisant des levés topographiques et sédimentologiques de l'estran et des cartes bathymétriques et sédimentologiques de la plage sous-marine.

Volet 2 Etude et suivi de la dynamique des passes fluvio-lagunaires

- étudier l'évolution morpho-sédimentaire en réalisant des cartes bathymétriques et sédimentologiques des passes;
- interpréter les données marégraphiques et courantologiques;
- étudier les matières en suspension et déterminer les flux sédimentaires.

Volet 3 Définition de la tendance d'évolution du trait de côte

- restituer selon le suivi des profils de plage, les mouvements du trait de côtes et calculer les vitesses équivalentes;
- cartographier et définir la tendance d'évolution du trait de côte selon les données cartographiques, de photo-interprétation et d'images satellitaires disponibles.

Volet 4 Etude et interprétation des paramètres hydrodynamiques

- collecter et interpréter les données de houle;
- mesurer et interpréter les données marégraphiques;
- mesurer et interpréter les données de vents côtiers;
- mesurer et interpréter les courants locaux.

Volet 5 Modélisation de l'évolution du trait de côte et des passes fluvio-lagunaires et proposition de types d'aménagement nécessaires à la protection du site

- exécuter des études complémentaires (si nécessaires) et définir l'état référentiel du site;
- réaliser le modèle numérique de l'évolution du trait de côte;
- définir les options d'aménagement et le type d'ouvrages de protection.

Volet 6 Gestion intégrée durable du secteur littoral

- définir un cadre réglementaire et institutionnel de gestion de cette section de côte;
- élaborer un schéma directeur de l'aménagement du secteur littoral et promouvoir les méthodes non structurales de lutte contre l'érosion (plan d'occupation des sols, lignes de repli);
- lancer le processus de gestion intégrée au niveau des autorités, des acteurs du littoral et de la population locale;
- promouvoir les méthodes non structurales de lutte contre l'érosion.

5. Opération 5 : Protection du périmètre littoral d'Assinie-Afforénou

Termes de référence des études et travaux

Durée : 03 ans

Objet : - protéger la section de côte Assoindé-Assinie Mafia;
stabiliser les passes fluvio-lagunaires de la lagune Aby.

Les études et travaux de protection du site s'échelonnent sur six (06) volets complémentaires les uns des autres :

Volet 1 Etude et suivi de la dynamique sédimentaire des plages

- renforcer le réseau de stations de profils de plage et définir les polygonales de bases de ce réseau (s'approprier du réseau préexistant du CRO);
- définir le transit sédimentaire littoral en réalisant des levés topographiques et sédimentologiques de l'estran et des cartes bathymétriques et sédimentologiques de la plage sous-marine.

Volet 2 Etude et suivi de la dynamique des passes fluvio-lagunaires

- étudier l'évolution morpho-sédimentaire en réalisant des cartes bathymétriques et sédimentologiques des passes;
- interpréter les données marégraphiques et courantologiques;
- étudier les matières en suspension et déterminer les flux sédimentaires.

Volet 3 Définition de la tendance d'évolution du trait de côte

- restituer selon le suivi des profils de plage, les mouvements du trait de côtes et calculer les vitesses équivalentes;
- cartographier et définir la tendance d'évolution du trait de côte selon les données cartographiques, de photo-interprétation et d'images satellitaires disponibles.

Volet 4 Etude et interprétation des paramètres hydrodynamiques

- collecter et interpréter les données de houle;
- mesurer et interpréter les données marégraphiques;
- mesurer et interpréter les données de vents côtiers;
- mesurer et interpréter les courants locaux.

Volet 5 Modélisation de l'évolution du trait de côte et des passes fluvio-lagunaires et proposition de types d'aménagement nécessaires à la protection du site

- exécuter des études complémentaires (si nécessaires) et définir l'état référentiel du site;
- réaliser le modèle numérique de l'évolution du trait de côte;
- définir les options d'aménagement et le type d'ouvrages de protection.

Volet 6 Gestion intégrée durable du secteur littoral

- définir un cadre règlementaire et institutionnel de gestion de cette section de côte;
- élaborer un schéma directeur de l'aménagement du secteur littoral et promouvoir les méthodes non structurales de lutte contre l'érosion (plan d'occupation des sols, lignes de repli);
- lancer le processus de gestion intégrée au niveau des autorités, des acteurs du littoral et de la population locale;
- promouvoir les méthodes non structurales de lutte contre l'érosion.

6.4 RAPPEL DE LA GOUVERNANCE DE LA GESTION DURABLE DU LITTORAL ET LUTTE CONTRE L'ÉROSION CÔTIÈRE

Les cinq sites, objet de la présente étude de cas, San-Pédro, Grand-Lahou, Vridi-Port-Bouët, Grand-Bassam et Assinie-Afforénou sont les secteurs de côtes les plus sensibles et les plus menacés par l'érosion. **L'ensemble de ces sections de côte sont les cas prioritaires de la lutte contre l'érosion côtière de la Côte d'Ivoire.** Identifiées dans l'évaluation régionale de l'avant projet du PRLEC –UEMOA, à l'exception du site de San-Pédro, leur inscription à ce programme par les autorités ivoiriennes suit son cours.

La section de côte de San-Pédro dont la valeur économique est avérée, fait l'objet de grands projets d'exploitation, notamment la modernisation et l'extension du domaine portuaire ainsi que l'aménagement futur d'un terminal à conteneurs et d'un dépôt pétrolier dans le périmètre de plage en voie d'érosion de la jetée est et du club nautique.

Le port dans le cadre de son programme de développement étudié depuis 2007, avec l'appui du CRO, la dynamique sédimentaire littoral et l'érosion de ses plages en vue leur protection; la recherche du financement de ce programme est en cours et va probablement être soumis à l'UEMOA au titre des requêtes officielles de l'état ivoirien.

Les plages de la ville à l'ouest du port, stabilisées par les ouvrages maritimes portuaires sont fortement convoitées par les opérateurs économiques et les populations, subissent une occupation illégale et anarchique. Les autorités de la ville et celle du port ont convenu d'expérimenter initier avant la fin de cette année une expérience de gestion intégrée de ce site.

Le périmètre littoral de Grand-Lahou, dont le mince cordon littoral à l'ouest de l'embouchure, est le site le plus dévasté par la forte tendance régressive du rivage et la divagation de l'embouchure du Bandama. Plus des deux tiers de la ville «coloniale» ont été englouties par les eaux. Le suivi de cette situation critique et de ses impacts sur l'environnement estuarien et lagunaire de Grand-Lahou suscite présentement une mobilisation de la communauté scientifique, des autorités locales et des populations. Si la délocalisation de la ville à une vingtaine de kilomètres à l'intérieur des terres a été effectuée avec succès dans les années 1985-1990, l'aménagement d'une embouchure pérenne du Bandama capable d'assurer l'équilibre de l'hydrodynamique estuarienne demeure l'objectif phare pour lequel certains acteurs du littoral et les populations locales sollicitent une intervention rapide de l'état.

La baie de Port-Bouët en tête de l'entaille du canyon du Trou sans fond est un site singulier dont les processus hydro-sédimentaires complexes confèrent une forte tendance régressive du trait de côte depuis l'aménagement du canal de Vridi et des ouvrages maritimes portuaires. Le site a fait l'objet de nombreuses études et travaux antérieurs qui n'ont pas abouti à la mise en œuvre de méthodes structurales de protection de la côte. Suite à la destruction de nombreuses habitations des quartiers précaire au cours de la marée de tempête d'août 2007, les autorités ont décidé de la réactualiser les études et travaux de protection de cette zone. **Ces études sont intégrées aux projets de la composante N°2 «Etude d'exécution d'ouvrages » du PRLEC.**

Le périmètre littoral de Grand-Bassam dont les enjeux socio-économiques et écologiques ont été largement exposés dans cette étude, est le cas typique des passes fluviolagunaires précaires, barrées par la puissante dérive sédimentaire littorale, identifiées par le PRLEC.

La réouverture de l'embouchure naturelle du Comoé est une véritable obsession, à juste titre, des autorités et des populations locales qui s'inspirant des expériences passées proposent un projet d'aménagement durable de l'estuaire du Comoé à Grand-Bassam. Ce projet en amont de tous les programmes de développement et d'exploitation des plans d'eau de Grand-Bassam est présentement soumis à l'état ivoirien pour la recherche d'un financement. Il est bon de rappeler à ce titre que ce projet est identifié à la composante N° 3 «Travaux d'aménagement et /ou de protection» du PRLEC.

La section de côte Assinie-Afforénou dont la tendance d'évolution du trait de côte traduit une stabilité et une légère avancée demeure cependant le secteur le plus fragilisé par l'érosion surtout le secteur littoral Assouindé-Assinie Mafia. La crête de l'étréot et bas cordon littoral de ces sites est sous les hautes eaux des marées de tempête et les plages sujettes à de fréquentes submersions et même de coupures brèves.

La protection de ce secteur d'une vingtaine de kilomètres est dans les actions prioritaires de protection du littoral ivoirien. Elle fait l'objet d'un projet pilote de protection du site touristique d'Assinie-Assouindé. Ce projet démonstratif du Programme Grand Ecosystème Marin du Golfe de Guinée (GCLME) est intégré à la composante N° 3 «Travaux d'aménagement et /ou de protection » du PRLEC

6.5 EVALUATION DES BESOINS MATERIELS ET FINANCIERS POUR LE SUIVI DES SECTIONS DE COTE ETUDIEES

L'évaluation des besoins matériels et financiers pour assurer un suivi continu des sections de côtes étudiées dans le cadre de ce travail est faite selon l'esquisse de termes de référence proposés dans le paragraphe VI.3 pour l'avant projet d'étude et travaux en vue de la lutte contre l'érosion côtière.

Nous envisageons pour cette étape de suivi continu des sites de l'étude de cas, une extension des travaux à de nouvelles activités nécessaires à une meilleure connaissance des processus hydro-sédimentaires littoraux. Il s'agit de :

- l'étude des mouvements sédimentaires selon la méthodes des levés bathymétriques et sédimentologiques de la plage sous-marine et des passes fluvio-lagunaires;
- la définition de la tendance d'évolution du trait de côte par la méthode combinant le suivi des levés de profils topographiques de plage et l'interprétation des cartes, de photographies aériennes et d'images satellitaires

Les besoins en équipements et matériels sont groupés pour l'ensemble des sections de côte.

L'acquisition et le traitement des données de paramètres hydrodynamiques (marée, houle, vent et courant) sont envisagés à l'échelle de l'ensemble de la côte ivoirienne.

Nous présentons ci-dessous sous la forme de fiches synthétiques de projets, l'évaluation de ces besoins matériels et financiers pour la première année de suivi continu. Il est à noter que ces fiches projets, n'intègrent pas les aspects modélisation et travaux d'aménagement soulignés plus haut dans les volets 4 et 5 ou 5 et 6 selon les secteurs d'étude.

1. Fiche synthétique du projet de suivi continu de la section de côte de San-Pédro

Intitulé

Etude et suivi de la dynamique sédimentaire de la section de côte de San-Pédro en vue de la gestion durable de l'érosion côtière.

Zone étudiée

Le périmètre littoral de San-Pédro entre l'exutoire de la lagune Digboué et l'embouchure de la rivière San-Pédro soit 11 Km linéaire de côte.

Durée: 02 ans de suivi.

Résumé du projet (objets-activités)

L'objet du projet est le suivi de l'érosion côtière en vue de définir la sensibilité du littoral et établir une bonne base de données préalable à des études d'aménagement ou d'exécution d'ouvrage. Les activités à mener portent pour l'essentiel sur les volets 1, 2 et 3 développés dans le paragraphe VI. 3.1.

Budget

Rubriques	Montant (FCFA)
Honoraires et travaux	
Etude de la dynamique des plages, bathymétrie et sédimentologie	19 480 000
Définition de la tendance d'évolution du trait de côte	4 565 000
Sous total	24 045 000
Missions et transport	
Suivi de la dynamique des plages	5 250 000
Tendance d'évolution du trait de côte	875 000
Sous total	6 125 000
Autres frais et divers	
Produits chimiques, fourniture techniques de bureau et divers consommables	2 500 000
Frais administratifs	1 500 000
Sous total	4 000 000
Total	34 170 000

2. Fiche synthétique du projet de suivi continu de la section de côte de Grand-Lahou

Intitulé

Etude et suivi de la dynamique sédimentaire de la section de côte de Grand-Lahou en vue de la gestion durable de l'érosion côtière.

Zone étudiée

Le périmètre littoral de Grand-Lahou entre les plages de Lahou Kpanda à l'Ouest de l'embouchure du Bandama et les plages de Brafédon à l'Est de cet exutoire soit environ 5 km de linéaire de côte.

Durée : 03 ans de suivi.

Résumé du projet (objets-activités)

L'objet du projet est le suivi de l'érosion côtière et de la dynamique des passes du Bandama en vue de définir la sensibilité du littoral et établir une bonne base de données nécessaires à des études d'aménagement ou d'exécution d'ouvrage. Les principales activités à mener sont développés dans les volets 1, 2 ,3 et 4 du paragraphe VI. 3.2.

Budget

Rubriques	Montant (FCFA)
Honoraires et travaux	
Etude de la dynamique des plages	7 205 000
Etude de la dynamique des passes	18 470 000
Définition de la tendance d'évolution du trait de côte	4 235 000
Sous total	29 910 000
Missions et transport	
Suivi de la dynamique des plages	4 120 000
Suivi de la dynamique des passes	2 280 000
Tendance d'évolution du trait de côte	975 000
Sous total	7 375 000
Autres frais et divers	
Produits chimiques, fourniture techniques de bureau et divers consommables	2 500 000
Frais administratifs	1 500 000
Sous total	4 000 000
Total	41 285 000

3. Fiche synthétique du projet de suivi continu de la section de côte de Vridi-Port-Bouët

Intitulé

Etude et suivi de la dynamique sédimentaire de la section de côte de Vridi-Port-Bouët en vue de la gestion durable de l'érosion côtière

Zone étudiée

Le périmètre littoral de Vridi-Port-Bouët entre les plages de Vridi Canal Ouest et la plage de Port-Bouët secteur aéroport soit environ 10 km de linéaire de côte.

Durée : 03 ans de suivi.

Résumé du projet (objets-activités)

L'objet du projet est le suivi de l'érosion côtière en vue de définir la sensibilité du littoral et établir une bonne base de données nécessaires à des études d'aménagement ou d'exécution d'ouvrage. Les activités à mener portent pour l'essentiel sur les volets 1, 2 et 3 développés dans le paragraphe VI. 3.3.

Budget :

Rubriques	Montant (FCFA)
Honoraires et travaux	
Etude de la dynamique des plages, bathymétrie et sédimentologie	15 775 000
Définition de la tendance d'évolution du trait de côte	4 235 000
Sous total	20 010 000
Missions et transport	
Suivi de la dynamique des plages	2 280 000
Tendance d'évolution du trait de côte	380 000
Sous total	2 660 000
Autres frais et divers	
Produits chimiques, fourniture techniques de bureau et divers consommables	2 500 000
Frais administratifs	1 500 000
Sous total	4 000 000
Total	26 670 000

4. Fiche synthétique du projet de suivi continu de la section de côte de Grand-Bassam

Zone étudiée

Le périmètre littoral de Grand-Bassam entre les plages de la Taverne à l'Ouest du grau du Comoé et la plage de Mondoukou à l'Est de cette embouchure soit environ 7 km de linéaire de côte.

Durée : 03 ans de suivi.

Résumé du projet (objets-activités)

L'objet du projet est le suivi de l'érosion côtière et la dynamique du bouchon sableux du grau du Comoé en vue de définir la sensibilité du littoral et établir une bonne base de données nécessaires à des études d'aménagement ou d'exécution d'ouvrage. Les principales activités à mener sont développés dans les volets 1, 2, 3 et 4 du paragraphe VI. 3.4.

Budget :

Rubriques	Montant (FCFA)
Honoraires et travaux	
Etude de la dynamique des plages, bathymétrie et sédimentologie	18 800 000
Définition de la tendance d'évolution du trait de côte	4 235 000
Sous total	23 035 000
Missions et transport	
Suivi de la dynamique des plages	3 390 000
Tendance d'évolution du trait de côte	5 350 000
Sous total	8 740 000
Autres frais et divers	
Produits chimiques, fourniture techniques de bureau et divers consommables	2 500 000
Frais administratifs	1 500 000
Sous total	4 000 000
Total	35 775 000

5. Fiche synthétique du projet de suivi continu de la section de côte de Assinie-Afforénou

Intitulé

Etude et suivi de la dynamique sédimentaire de la section de côte de Assinie-Afforénou en vue de la gestion durable de l'érosion côtière

Zone étudiée

La section de côte entre Assouindé-Assinie Mafia à l'Ouest de l'embouchure de la lagune Aby et Assinie France-Afforénou à l'Est de cet exutoire soit environ 25 km de linéaire de côte.

Durée : 03 ans de suivi.

Résumé du projet (objets-activités)

L'objet du projet est le suivi de l'érosion côtière et de la dynamique des passes de la lagune Aby en vue de définir la sensibilité du littoral et établir une bonne base de données nécessaires à des études d'aménagement ou d'exécution d'ouvrage. Les principales activités à mener sont développés dans les volets 1, 2 ,3 et 4 du paragraphe VI. 3.5.

Budget :

Rubriques	Montant (FCFA)
Honoraires et travaux	
Etude de la dynamique des plages	9 075 000
Etude de la dynamique des passes	18 470 000
Définition de la tendance d'évolution du trait de côte	4 235 000
Sous total	31 780 000
Missions et transport	
Suivi de la dynamique des plages	5 550 000
Suivi de la dynamique des passes	2 280 000
Tendance d'évolution du trait de côte	585 000
Sous total	8 415 000
Autres frais et divers	
Produits chimiques, fourniture techniques de bureau et divers consommables	2 500 000
Frais administratifs	1 500 000
Sous total	4 000 000
Total	44 195 000

6. Collecte et interprétation des paramètres hydrodynamiques du littoral ivoirien

Budget :

Section de côte de San-Pédro

Rubriques	Montant (FCFA)
Honoraires et travaux	
Etude et interprétation des paramètres hydrodynamiques	8 085 000
Missions et transport	
Etude et interprétation des paramètres hydrodynamiques	3 980 000
Autres frais et divers	3 500 000
Total	15 565 000

Sections de côtes de Grand-Lahou, Abidjan, Bassam, Assinie-Aforénou

Rubriques	Montant (FCFA)
Honoraires et travaux	
Etude et interprétation des paramètres hydrodynamiques	21 060 000
Missions et transport	
Etude et interprétation des paramètres hydrodynamiques	12 315 000
Autres frais et divers	5 500 000
Total	38 875 000

7. Dotation en équipements et matériels

Désignation	Quantité
<i>Matériel de laboratoire</i>	
Etuve de séchage de sédiments	1
Balance de précision (0,001)	1
Balance de précision (0,01)	1
Colonne de 16 tamis	2
Tamiseuse vibrante	2
<i>Matériel de levé topographique</i>	
Kit de levé topographique (Niveau, Théodolite, Distancemètre) et accessoires	2
GPS portatif de précision	2
Courantomètre mer/lagune portable	2
Courantomètre mer/lagune immergeable	4
VHF portable de terrain (Emetteur/Récepteur)	4
Appareil photo numérique	2
<i>Matériel informatique</i>	
Ordinateur de bureau	1
Ordinateur portable	2
Imprimante	2

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABE J., BAKAYOKO S. BAMBA S. B., KOFFI K.P. (1993).** Morphologie et hydrodynamisme à l'embouchure du fleuve Bandama. Jour. Ivoir. Océanol. Limnol. Abidjan , vol. 2 n°2 pp. 9-15 .
- ABE J. (1995).** Etude comparative de la dynamique sédimentaire aux embouchures des fleuves du littoral ivoirien. Proc. Int. Conf. «Coastal change 95» Bordomer –IOC, Bordeaux, 1995, pp. 347-363.
- ABE J., N'GUESSAN L. (1995)** Vulnérabilité du littoral ivoirien aux changements climatiques et à l'élévation du niveau de la mer. Atelier régional sur la gestion intégrée des zones littorales CERESCOR, 11 p.
- ABE J. et KABA (1997)** Côte d'Ivoire, profil environnemental de la zone côtière. Ed. CEDA, 75 p.
- ABE J. (2005).** Contribution à la connaissance de la morphologie et de la dynamique sédimentaire du littoral ivoirien (cas du littoral d'Abidjan). Essais de modélisation en vue d'une gestion rationnelle. Thèse de Doctorat d'Etat Sc. Nat., Univ. Cocody; 337 p.
- ADJANOHOUN E. (1965).** Comparaison entre les savanes côtières de Côte d'Ivoire et du Dahomey. Ann. Univ. Abidjan, t.1, pp 41-60
- ADJANOHOUN E et GUILLAUMET J L. (1971)** La végétation *in* Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mém. ORSTOM, Paris, n° 50, pp 161-162
- ADOPO K. L. (2009).** Caractérisation du fonctionnement hydro-sédimentaire d'un environnement estuarien en zone tropicale : cas de l'embouchure du fleuve Comoé à Grand-Bassam (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). Thèse Unique Univ. Abidjan, 154p.
- AFFIAN K. BIEMI J., GIOAN P. (1997).** Exemple de traitement de données auxiliaires de type photographies aériennes : étude de la dynamique côtière en liaison avec le canyon du Trou San Fond au droit du port d'Abidjan. *Presse Universitaire du Québec Canada*. pp.209-216
- AFFIAN K., DIGBEHI Z. B., DJAGOUE E. M., KOUAME K. F. et OUATTARA A. (2003).** Utilisation des techniques de photographie aérienne et de profil de plage pour le contrôle de l'érosion côtière sur les segments de côte à Abidjan et à Grand-Bassam (Côte d'Ivoire), *Bioterre Rev. Inter.sci. de la vie et de la terre*, Vol. 3, N°1, 2003, Editions Universitaires de Côte d'Ivoire pp.53-67.
- AKA K. (1991).** La sédimentation sur la marge continentale de Côte d'Ivoire. Essai de modélisation. Thèse de Doctorat d'Etat Sc. Nat. Univ. Abidjan, 233 p.
- ANONYME (1999).** Rapport de l'étude du concept de base pour le projet de rénovation du port de pêche de San Pédro en république de Côte d'Ivoire. Pacific Consultants International, 103p
- ANONYME (2003).** Diagnostic de l'environnement du littoral de Côte d'Ivoire. Projet SECA – BDPA ; Ministère de l'Environnement ; République de Côte d'Ivoire. 89p.
- ANONYME (2007).** Catastrophe naturelle. Un tsunami frappe Port-Bouët. *Nord-Sud quotidien*, n°678, p.7
- APHING K. N. G. (2001).** Le tourisme littoral dans le Sud-Ouest ivoirien. Thèse de Doctorat de Géographie, Université de Cocody-Abidjan, 362 p.
- ARNAUD J. C. (1978a).** Le relief de la Côte d'Ivoire *in* Atlas de la Côte d'Ivoire, Ed. JA, pp.6-7

- ARNAUD J.C. (1978b).** La géologie de la Côte d'Ivoire in Atlas de la Côte d'Ivoire, Ed. JA, pp.8-9
- AVENARD J.M. (1971).** Aspect de la géomorphologie. In «le milieu naturel de Côte d'Ivoire», mém. ORSTOM, Paris, N° 50 : pp.1-72.
- BLAREZ E. (1986).** La marge continentale de Côte d'Ivoire Ghana. Structure et évolution d'une marge continentale transformante. *Thèse doctorat Univ. Paris VI*, 188 p.
- BLIVI A. (2001)** Impact de l'érosion côtière et éléments d'étude de vulnérabilité : exemple du Togo (Golfe de Guinée). *Revue de l'université de Moncton*, vol. 32, n°1-2, p. 289 - 308.
- BOILOT G. (1983).** Géologie des marges continentales *Ed. Masson*, Paris 139 p.
- COLIN C., GALLARDO Y., CHUCHLA R. et CISSOKO S. (1993).** Environnement Climatique et océanographique du plateau continental de Côte d'Ivoire. *In Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome I : le milieu marin*, P. Leloeuf, E. Marchal, J.B. Amon-Kothias ; *Ed. ORSTOM Paris*: pp. 76-110
- DIABATE et al (1991)** Les conséquences de l'ouverture du canal de Vridi sur l'évolution géomorphologique du littoral : érosion et ensablement (pp. 26-43) *in économie portuaire et structuration de l'espace national. Actes des 8^{ème} journées géographiques de Côte d'Ivoire, San-Pédro 16-20 mai 1994. Cahiers de géographie tropicale*, 1996, 171p.
- DIENOT (1981)** DIENOT J., 1981 : L'impact du complexe touristique d'Assinie (Côte d'Ivoire) sur le milieu local, régional et national, Thèse, Université de Paris VIII, 2 t.
- FOLK R. L. ET WARD W. C., (1957).** Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sedim. Petrol.*, Tulsa (Ok.), 27 (1), pp. 3-26.
- FEA I. (2006).** Evolution morphologique et sédimentologique du littoral de Fresco à Grand-Lahou. Mem.DEA des Sciences de la Terre, Univ. Cocody, 60 p.
- GUINKO S. (1973).** Contribution à l'étude écologique des savanes marécageuses du bas Dahomey. Thèse spécialité, Univ. Abidjan (Pagination)
- HAUHOUCOT C. (1997).** Etude cinématique du littoral de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire) à l'aide d'un SIG in *îles et littoraux tropical*. Brest Ouest ed, pp. 269-276
- HAUHOUCOT C. (2000).** Analyse et cartographie de la dynamique du littoral et des risques « naturels » côtiers en Côte d'Ivoire. Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Nantes, 289 p.
- HAUHOUCOT C. (2008).** Grand-Lahou, une côte de Côte d'Ivoire en danger *Ann. Univ. De Lomé, Sér. Lett, Tome XXVIII-1, PP. 215-222.*
- HAUHOUCOT C. (2008).** Morphologie et dynamique du trait de côte en Côte d'Ivoire *in Géographie du littoral de Côte d'Ivoire. Eléments de réflexion pour une politique de gestion intégrée*, CNRS-LETG UMR 6554, Géolittomer (France) et IGT-Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire) pp. 37-50
- HINSCHBERGER F. ET POMEL R. (1972).** La morphologie des côtes rocheuses entre Monogaga et Sassandra (Côte d'Ivoire). *Annale de l'université, Abidjan, série Géographie*, tome IV, pp 7-37.
- IBE, A.C, AND QUELENNEC, R.E. (1989).** Methodology for assessment and control of coastal erosion in West and Central Africa UNEP Regional seas Report and studies 107p.
- KOFFI K. P., J. ABE et K. AFFIAN (1987).** Evolution actuelle du littoral ivoirien. Résultats préliminaires du suivi 1985-1987. *Centr. Rech. Océanogr. Abidjan*, 7p.

- KOFFI K.P., ABE J. et AFFIAN K. (1989)** Rapport technique de l'étude complémentaire du littoral de Vridi –Port-Bouët, Morphologie et sédimentologie, Centre Rech. Océanol. Abidjan, 25 p
- KOFFI K.P., ABE J. et AMON K. J-B. (1991)** Contribution à l'étude des modifications hydrosédimentaires consécutives à la réouverture artificielle de l'embouchure du Comoé à Grand Bassam. Ivoir. Océanol. Limnol. Abidjan, Vol. I, N°2, p. 47-60.
- KOFFI K. P. (1992).** Quelques aspects de l'érosion actuelle de l'unité littorale de Côte d'Ivoire (Golfe de Guinée). Symposium PICG 274/ORSTOM - Cayenne (Guyane) du 9 au 14 nov 1990. - Colloques et séminaires. ORSTOM. Edition 299 - 306.
- KOFFI K. P., AFFIAN K. et ABE J. (1993).** Contribution à l'étude des caractéristiques morphologiques de l'unité littorale de Côte d'Ivoire, Golfe de Guinée : cas du périmètre littoral de Port-Bouët Journal ivoirien d'océanologie et de limnologie Abidjan vol. II, n°1, pp 43-52
- KONAN K. E. (2004).** Contribution à l'étude de l'évolution morphologique et sédimentologique du littoral entre Grand Bassam et Assouindé, mémoire DEA, Université Cocody, 86p
- 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 *in* European Journal of Scientific Research, ISSN 1450-216X Vol.28 No.2 (2009), pp.186-192
- KRAMO M. WABO J.P. et YOROT C. (2009).** Erosion côtière dans la commune de Port Bouet: Diagnostic et mesures pour un développement durable, Mém. Ing. min. et géol. INP-HB 55p
- LECOLLE J. (1971).** Variation morphologique saisonnière du fleuve Bandama en climat intertropical. Laboratoire de Géologie et Sédimentologie. Université de Nice. Cah. 0 RSTOM, sér. Géol. (1971), III, 2, 189-220.
- LE BOURDIEC P. (1958).** Contribution à l'étude géomorphologique du bassin sédimentaire et des régions littorales de Côte d'Ivoire. Etudes Eburnéennes, VII, 96 p.
- LEMASSON L. ET REBERT J.P. (1973).** Les courants marins dans le golfe ivoirien. Cahier ORSTROM, Sér. Océanog., X(1), pp. 67-95.
- LE LOEUFF P., MARCHAL E. (1993).** Géographie littorale. *In*: Environnement et ressources aquatiques en Côte d'Ivoire. I- Le milieu marin. Paris, ORSTOM, pp. 15-22.
- MAHAN N. C. et ABE J. (2007).** Etude comparative des paramètres océaniques et climatiques des ports d'Abidjan et de San-Pédro. Rev. Ivoir. Sci. Technol., 09 pp. 119 – 138 ISSN 1813-3290
- MARTIN L. (1973).** La sédimentation actuelle sur le plateau continental de Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM*, sér., Géol., vol. V, n°2, pp. 155- 167.
- MARTIN L. (1973).** Morphologie, sédimentologie et paléogéographie au Quaternaire récent du plateau continental ivoirien. Thèse de Doctorat d'Etat, Paris VI, Orstom, 340 p.
- MARTIN L. (1977).** Morphologie, sédimentologie et paléogéographie au quaternaire récent du plateau continental ivoirien. Trav. Doc. OSTOM, 61, 266 p.
- MESTRAUD J. L. (1970).** Géologie. *In Atlas Intern. Ouest Africain*, Comm. Sc. Techn. Organ. Un. Afric., 15 p.
- MONDE. (1997).** Nouvelles approches de la cartographie du plateau continental de Côte d'Ivoire: aspects morphologiques et sédimentologiques. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle Fac. Sci, Université Abidjan, n°253/97, 70 fig, 175p
- MONDE (2004).** Etude et modélisation hydrodynamique de la circulation des masses d'eau dans la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat d'Etat es Sciences Naturelles n° 397/2004; Univ. Cocody 325p.

- N'DOUFOU G. H. (2005).** Evolution du trait de côte en Côte d'Ivoire (Cas de Grand-Lahou). Mémoire DEA Univ. Cocody, 87 p.
- PARADIS et ADJANOHOUN (1974).** L'impact de la fabrication du sel sur la végétation de mangrove et la géomorphologie dans le Bas Dahomey ; Ann. Univ. Abidjan, (E), t VII, fasc.1 pp. 599-612
- PASKOFF R. (1993)** Côtes en danger, coll. «Pratiques de la Géographie», Paris, Masson, 250p.
- PIRAZZOLI P.A., (1993).** Les littoraux, leur évolution. *Ed. Nathan*, ISBN 2-09-190246-2 .
- PNUE/UNESCO/ONU/DAESI (1985).** Erosion côtière en Afrique de l'Ouest et du Centre. *Rapports et Etudes Mers Régionales, PNUE, Nairobi*, 67, 248 p.
- POMEL R. (1979).** Géographie physique de la basse Côte d'Ivoire, au Sud du parallèle 6°N. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle, Caen, 629p
- QUELENNEC R. E. (1984).** Identification des problèmes d'érosion sur le littoral sableux de Côte d'Ivoire. Proposition d'actions prioritaires. Rapport du BRGM, 46 p.
- ROUGERIE G. (1960).** Le façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire forestière. Mémoire IFAN, Dakar, n°58, 542 p
- SAAIDI E. (1991).** Traité de sédimentologie. Edition Ellipses, 393p.
- SERVAIN J. et MERLE J. (1993)** Interannual climate variations over the tropical Atlantic Ocean. *In.. Shukia, J. (ed.) Prediction of interannual climate variations, NATO ASI Series, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg*, 16, pp. 153-172.
- SOMBO B. C. (2002).** Etude de l'évolution structurale et sismo-stratigraphique du bassin sédimentaire off-shore de Côte d'Ivoire, marge passive entaillée d'un canyon. *Thèse Doctorat Etat., Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, N° 355, 304p*
- SPENGLER A et DELTEIL (1966).** Le bassin sédimentaire secondaire-tertiaire de Côte d'Ivoire. Ann. Ser. Géol. Afric., Paris, pp 99-113
- TAGINI B. (1971)** Esquisse structurale de la Côte d'Ivoire. Essai de Géotectonique Régionale. Thèse doct. d'Etat, Lausanne, 302 p.
- TAPE J. G. (2000)** Structures spatio-temporelles des peuplements de poissons démersaux du plateau continental de Côte d'Ivoire. Analyse de deux séries de campagnes de chalutage (1978-1986, 1993-1995). *Thèse de Doctorat 3ème cycle ; Univ. de Cocody ; UFR – Biosciences.* 119 p.
- TASTET J.P. (1979)** Environnements sédimentaire et structuraux quaternaires du littoral du Golfe de Guinée (Côte d'Ivoire, Togo et Bénin). Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Bordeaux I, N°621, 175p
- TASTET J.P. (1987)** Effets de l'ouverture d'un canal d'accès portuaire sur l'évolution naturelle du littoral d'Abidjan (Afrique de l'ouest) *In* Géologie et aménagement du littoral Bull. Inst. Géol. Bassin d'aquitaine Bordeaux, n°41, pp. 177-190.
- TASTET J.P., CAILLON L. et SIMON B. (1985)** La dynamique sédimentaire littorale devant Abidjan. Impact des aménagements. Université nationale de Cote d'Ivoire – PAA, 39 p.
- TOURE M. (2009)** Applicabilité des mesures de protection du littoral aux côtes ivoiriennes Thèse unique. Univ. Coc. Abidjan, 184 p
- VARLET F. (1958).** Le régime de l'atlantique près d'Abidjan, Côte d'Ivoire, Essai d'océanographie littorale, extrait des études éburnéennes, t.7, 222 p.

VERSTRAETE J M. (1989) Le niveau de la mer le long des côtes de l'Afrique de l'Ouest et à l'Equateur, hausse probable du niveau marin à l'échelle séculaire, COMARAF/IOC (GLOSS) Océanographie physique, Conakry, Guinée, p. 5-43

WANGO T.E. (2009) Modélisation de l'hydrodynamique, de la dispersion du sel et de l'eau douce dans le complexe lagunaire de Côte d'Ivoire (Grand-Lahou, Ebrié et Aby) Thèse Unique Univ. Abidjan, 164p.

WOGNIN A.V. (2004). Caractérisation hydrologique et sédimentologique de l'embouchure du fleuve Bandama. Thèse unique. Univ. Coc. Abidjan. 195 p.

YACE P. (1987). Evolution du trait de côte et dynamique sédimentaire du littoral Ivoirien entre Grand-Bassam et Jacqueville. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle. Université Abidjan, N° 28, 105 p.

YAO K.S., ABE J., BAMBA S.B., KONAN K.E., AKA K. (2010). Dynamique d'un périmètre littoral portuaire : la côte de San-Pédro, Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Revue Paralia, n° 3, pp 2.1–2.12. DOI:10.5150/revue-paralia.2010.002

FICHES DE METADONNEES (DONNEES UTILISEES SELON LA NORME ISO 19115)

<p>IDENTIFICATION</p>	<p>Titre: Caractérisation de la dynamique morpho-sédimentaire du littoral de cote d'ivoire.</p> <p>Résumé: La caractérisation de la dynamique morphosédimentaire du périmètre littoral ivoirien a été réalisée, pour la période 2007-2009, par l'analyse des données de levés topographiques des plages des sites San-Pédro, Grand-Lahou, Vridi-Port-bouët (Abidjan), Grand-Bassam, Assinie – Aforéno (frontière du Ghana). La variation spatio-temporelle des mouvements sédimentaires des plages et de la cinématique du trait de côte des sites étudiés, est influencée par les changements des conditions hydrodynamiques et l'action anthropique. Les plages s'érodent généralement de mai et août et s'engraissent entre novembre et février. Sur les segments de côte de San-pédro et Abidjan, les secteurs de plages situées sous le vent, sont marquées par une érosion non négligeable, suite à la perturbation du transit sédimentaire longitudinal (Ouest-Est) par les aménagements portuaires. Les vitesses moyennes de recul, de l'ordre de 1,20 à 3,8 m/an, sont plus importantes à Abidjan dans la baie de Port-Bouët. A Grand-Lahou, le mince cordon littoral à l'ouest de l'embouchure est menacé par l'érosion naturelle du rivage, avec un taux moyen de 0,92 à 1,72 m/an, et la divagation de l'embouchure. La section de côte entre Grand-Bassam et Aforéno (frontière du Ghana) enregistre une stabilité plus ou moins rompue en certains endroits (Mondoukou, Assindé-Assinie Mafia). Les plats cordons littoraux isolés entre la lagune et la mer sur cette section de côte, sont surtout sujets à de fréquentes submersions lors des marées d'équinoxe et de tempête.</p> <p>Thème(s): Cinématique du trait de côte du périmètre littoral de Côte d'Ivoire</p> <p>Mots-clés : Erosion, progradation, trait de côte, Côte d'Ivoire, San-Pédro, Grand-Lahou, Port-Bouët (Abidjan), Grand-Bassam, Assinie – Aforéno (frontière Ghana).</p> <p>Langues : Français</p> <p>Auteur(s) : YAO Kouadio Salomon, KONAN Konan Ernest, N'DOUFOU Gnosseith Huberson Claver</p> <p>Contact(s) : (+225) 07 35 44 69, (+225) 07 35 9276, (+225) 05 89 71 22</p>
-----------------------	---

	<p>Type des données (jeu, collection) : levés de profils topographiques de plage. Format des données : numérique, alphanumérique, graphiques</p>
<p>ORGANISATION ET CONTENU</p>	<p>Date de création: 2007/2008 Date de dernière modification: 2009 Fréquence de mise à jour : bimestrielle pour les levés topographiques Période de validité des données : pérenne Status (progression) : en cours</p> <p>Contraintes d'accès : Contraintes d'utilisation :</p>
<p>LOCALISATION</p>	<p>Type de représentation spatiale : Graphique Type d'objet vectoriel : Présentation topologique (V/F) :</p> <p>Description générale du contenu : il s'agit de profils topographiques multitudes représentant l'évolution de la ligne de rivage des secteurs : San-Pédro, Grand-Lahou, Port-Bouët (Abidjan), Grand-Bassam, Assinie – Aforénou (frontière Ghana) du littoral ivoirien</p> <p>Description des attributs : <i>Nom_attribut1 : SP;P Gl; P Vd; P Pb; P Gb; P Md; P Ass.</i> <i>Type_attribut1: Profil</i> <i>Contenu_attribut1:</i></p>
<p>QUALITE</p>	<p>Echelle du jeu de données</p> <p>Extension géographique : <i>Nord : 29 / 30</i> <i>Sud :</i> <i>Est :</i> <i>Ouest :</i> Système de coordonnées géographiques : longitude-latitude WGS_1984 Système de coordonnées projetées : UTM Zone_29N / 30N Ellipsoïde de référence : WGS 84</p> <p>Précision spatiale : +/- 2mm Précision temporelle: Précision sémantique : Exhaustivité:</p> <p>Sources : levés topographiques périodiques du Centre de Recherches Océanologiques Processus appliqués aux sources : restitution des levés sous forme de graphique et comparaison successive</p>

DISTRIBUTION	Format de données : numérique Version : Excel (*.xls) 2003 / 2007 Taille :3,19 Mo Contact distributeur : (+225) 07 35 44 69, (+225) 07 35 9276, (+225) 05 89 71 22
METADONNEES	Nom : Profils topographiques des périmètres littoraux de San-Pédro, Grand-Lahou, Port-Bouët (Abidjan), Grand-Bassam, Assinie – Aforénou Date de création : Août 2010 Dernière date de modification : Langue : Français Nom du standard de métadonnées Auteur(s) : YAO Kouadio Salomon, KONAN Konan Ernest, N'DOUFOU Gnosseith Huberson Claver

<p>IDENTIFICATION</p>	<p>Titre : Caractérisation de la dynamique morpho-sédimentaire du littoral de cote d'ivoire.</p> <p>Résumé: La caractérisation de la dynamique morphosédimentaire du périmètre littoral ivoirien a été réalisée, pour la période 2007-2009, par l'analyse des données de levés topographiques des plages des sites San-Pédro, Grand-Lahou, Vridi-Port-bouët (Abidjan), Grand-Bassam, Assinie – Aforénou (frontière du Ghana). La variation spatio-temporelle des mouvements sédimentaires des plages et de la cinématique du trait de côte des sites étudiés, est influencée par les changements des conditions hydrodynamiques et l'action anthropique. Les plages s'érodent généralement de mai et août et s'engraissent entre novembre et février. Sur les segments de côte de San-pédro et Abidjan, les secteurs de plages situées sous le vent, sont marquées par une érosion non négligeable, suite à la perturbation du transit sédimentaire longitudinal (Ouest-Est) par les aménagements portuaires. Les vitesses moyennes de recul, de l'ordre de 1,20 à 3,8 m/an, sont plus importantes à Abidjan dans la baie de Port-Bouët. A Grand-Lahou, le mince cordon littoral à l'ouest de l'embouchure est menacé par l'érosion naturelle du rivage, avec un taux moyen de 0,92 à 1,72 m/an, et la divagation de l'embouchure. La section de côte entre Grand-Bassam et Aforénou (frontière du Ghana) enregistre une stabilité plus ou moins rompue en certains endroits (Mondoukou, Assindé-Assinie Mafia). Les plats cordons littoraux isolés entre la lagune et la mer sur cette section de côte, sont surtout sujets à de fréquentes submersions lors des marées d'équinoxe et de tempête.</p> <p>Thème(s): Cinématique du trait de côte du périmètre littoral de Côte d'Ivoire</p> <p>Mots-clés : Erosion, progradation, trait de côte, Côte d'Ivoire, San-Pédro, Grand-Lahou, Port-Bouët (Abidjan), Grand-Bassam, Assinie – Aforénou (frontière Ghana).</p> <p>Langues : Français</p> <p>Auteur(s) : YAO Kouadio Salomon, KONAN Konan Ernest, N'DOUFOU Gnosseith Huberson Claver</p> <p>Contact(s) : (+225) 07 35 44 69, (+225) 07 35 9276, (+225) 05 89 71 22</p> <p>Type des données (jeu, collection) : levés de profils topographiques de plage.</p> <p>Format des données : numérique, alphanumérique, graphiques</p>
-----------------------	---

	<p>Date de création: 2007/2008 Date de dernière modification: 2009 Fréquence de mise à jour : bimestrielle pour les levés topographiques Période de validité des données : pérenne Status (progression) : en cours</p> <p>Contraintes d'accès : Contraintes d'utilisation :</p>
ORGANISATION ET CONTENU	<p>Type de représentation spatiale : Graphique Type d'objet vectoriel : Présentation topologique (V/F) :</p> <p>Description générale du contenu : il s'agit de profils topographiques multidates représentant l'évolution de la ligne de rivage des secteurs : San-Pédro, Grand-Lahou, Port-Bouët (Abidjan), Grand-Bassam, Assinie – Aforénou (frontière Ghana) du littoral ivoirien</p> <p>Description des attributs : <i>Nom_attribut1 : SP;P Gl; P Vd; P Pb; P Gb; P Md; P Ass.</i> <i>Type_attribut1: Profil</i> <i>Contenu_attribut1:</i></p>
LOCALISATION	<p>Echelle du jeu de données</p> <p>Extension géographique : <i>Nord : 29 / 30</i> <i>Sud :</i> <i>Est :</i> <i>Ouest :</i> Système de coordonnées géographiques : longitude-latitude WGS_1984 Système de coordonnées projetées : UTM Zone_29N / 30N Ellipsoïde de référence : WGS 84</p>
QUALITE	<p>Précision spatiale : +/- 2mm Précision temporelle: Précision sémantique : Exhaustivité:</p> <p>Sources : levés topographiques périodiques du Centre de Recherches Océanologiques Processus appliqués aux sources : restitution des levés sous forme de graphique et comparaison successive</p>
DISTRIBUTION	<p>Format de données : numérique Version : Excel (*.xls) 2003 / 2007 Taille :3,19 Mo Contact distributeur : (+225) 07 35 44 69, (+225) 07 35 9276, (+225) 05 89 71 22</p>
METADONNEES	<p>Nom : Profils topographiques des périmètres littoraux de San-Pédro, Grand-Lahou, Port-Bouët (Abidjan), Grand-Bassam, Assinie – Aforénou Date de création : Août 2010 Dernière date de modification : Langue : Français Nom du standard de métadonnées</p>

	Auteur(s) : YAO Kouadio Salomon, KONAN Konan Ernest, N'DOUFOU Gnosseith Huberson Claver
--	--

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : sites sensibles du littoral ivoirien	5
Tableau I : Variabilité du débit moyen annuel (m ³ s ⁻¹) des principaux fleuves de Côte-d'Ivoire (TAPE, 2000)	11
Figure 2 : Régime des vents sur le littoral ivoirien (ANONYME, 2001 <i>in</i> WANGO, 2009)	15
Tableau II: Caractéristiques générales des houles devant Abidjan sur fonds de 20 m (TASTET <i>et al.</i> , 1985).	16
Figure 3 : illustration du principe de Brünn, 1962 in Abé, 2005	18
Figure 4 : Site du périmètre littoral de San-Pédro	20
Figure 5 : Site du périmètre littoral de Grand-Lahou	22
Figure 6 : Site du périmètre littoral de Vridi-Port Bouet (Abidjan).....	22
Figure 7 : Site du périmètre littoral de Grand-Bassam	23
Figure 8 : Site du périmètre littoral Assinie -Aforénou	23
Photo 1 : Carrière de sable en bordure de mer à San-Pédro (photo CRO, mars 2007)	24
Photo 2 : Extraction de sable en bordure de mer à Mondoukou (Bassam) (photo, Konan 2004)	24
Photo 3 : Infrastructure de la SIR dans la baie de Port-Bouët menacée par l'érosion	28
Photo 4 : Menace de destruction du restaurant de l'hôtel le Baron dans la baie de Port-Bouët	29
Photo 5 : Protection précaire d'une infrastructure hôtelière dans la baie de Port-Bouët	29
Photo 6 : Installation touristique sur le cordon littoral d'Assinie.....	30
Photo 7 : Levé de profil topographique de plage à Assinie	33
Photo 8: Talus d'érosion sur le segment de plage Club Nautique à San-Pédro	34
Photo 9: Ados de plage sur le périmètre littoral de Grand-Lahou	35
Tableau III : Coordonnées des profils du site San-Pédro	36
Tableau IV : Coordonnées des profils du site Grand-Lahou.....	37
Tableau V : Coordonnées des profils du site Abidjan.....	37

Tableau VI : Coordonnées des profils du site Bassam.....	37
Tableau VII : Coordonnées des profils du site Assinie – Aforénou (Frontière Ghana).....	38
Figure 9 : étude comparative des différents états d'équilibre du profil	42
Figure 10 : engraissement spectaculaire de l'estran entre octobre 2007 et avril 2008.....	44
Figure 11 : érosion de l'estran en période avril et octobre 2008	44
Figure 12 : érosion de l'estran entre octobre 2008 et mai 2009	45
Figure 13 : équilibre de mouvement sédimentaire de l'estran entre mai 2009 et août 2009.....	45
Figure 14: érosion de l'estran entre avril et octobre 2008.....	46
Figure 15 : engraissement spectaculaire de l'estran entre octobre 2008 et avril 2009.....	46
Figure 16 : modelé d'ensemble du profil à la racine de la jetée ouest.....	46
Figure 17 : modelé d'ensemble légèrement concave sur le segment de plage Epi expérimental-Tombolo	47
Figure 18 : modelé d'ensemble plus ou moins convexe sur le segment de plage Tombolo.....	47
Figure 19 : recul de la ligne de rivage après la tempête du 13 août 2007	48
Figure 20 : Evolution de la limite supérieure du talus d'érosion ou de l'ados de plage du périmètre littoral de San-pédro entre Juin 2007 et Juin 2008.....	49
Figure 21 : Evolution de la limite supérieure du talus d'érosion ou de l'ados de plage du périmètre littoral de San-pédro entre Juin 2008 et Août 2009	50
Figure 22 : Evolution de la limite supérieure du talus d'érosion ou de l'ados de plage du périmètre littoral de San-pédro entre Juin 2007 et Août 2009	52
Figure 23 : dynamique variable du trait de côte sur le segment de plage Tombolo.....	53
Photo 10 : Menace de destruction du restaurant Horizon à San-Pédro (segment de plage Epi expérimental-Tombolo)	54
Photo 11 : Déchaussement de la racine de la jetée Est à San-Pédro (segment de plage Jetée Est).....	54
Figure 24 : mouvements dans le profil entre mai 2008 et novembre 2008.....	56
Figure 25 : mouvements sédimentaires dans le profil entre novembre 2008 et mai 2009 ..	57
Figure 26 : Bilan des mouvements sédimentaires dans le profil.....	58
Photo 12 : Destruction de l'habitat colonial du fait de la mobilité de la passe	59
Photo 13 : Mouvement des flèches libres de la passe à Grand-Lahou	60

Figure 27 : Evolution de l'ados de plage à la Mission catholique et au Phare de Grand-Lahou de mai 2008 à mai 2009	61
Figure 28 : Tendence d'évolution du trait de côte au Phare.....	62
Figure 29 : engraissement de la plage au droit du profil P Pb6 (segment de plage Port-bouet)	63
Figure 30 : érosion de la plage au droit du profil P Pb1 (segment de plage Port-bouet).....	64
Figure 31 : Evolution de l'ados de plage sur le périmètre littoral Vridi-Port-Bouët d'août 2007 à mars 2009 / de mai 2008 à novembre 2009	65
Figure 32: Evolution de l'ados de plage sur le périmètre littoral de Grand-Bassam de mai 2008 à novembre 2009.....	66
Photo 14 : déracinement d'un cocotier au droit du profil P Ass 9 suite à la tempête survenue en août 2007	67
Photo 15 : reconstitution de la plage après la tempête d'août 2007	67
Figure 33 : Evolution de l'ados de plage sur le périmètre littoral Assinie – Aforénou (Frontière Ghana) d'août 2007 à mars 2009.....	68
Tableau VIII : synthèse des résultats des sites San-Pédro et Grand -Lahou	70
Tableau IX : synthèse des résultats des sites Abidjan - Grand-Bassam et Assinie-Aforénou	71

