

**Etat de la connaissance de la
caractérisation physique de la côte
en Guyane, des pressions
anthropiques et des impacts
générés :
Synthèse et Analyse critique**

Rapport final

BRGM/ RP-60823-FR

Août 2011



Géosciences pour une Terre durable

brgm



3 5000 00091261 7

Etat de la connaissance de la caractérisation physique de la côte en Guyane, des pressions anthropiques et des impacts générés : Synthèse et Analyse critique

Rapport de final

BRGM/ RP-60823-FR

Août 2011

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public 2011 du BRGM - PSP11GUY17

M. Moisan

Avec la collaboration de J.P. Prian

Vérificateur :

Nom : Bourbon Pierre

Date :

Signature :

Approbateur :

Nom : Lecomte Paul

Date :

Signature :

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Mots clés : Synthèse, littoral, Guyane, Enjeux, Pressions, Trait de côte, dynamique côtière érosion, progradation.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

MOISAN Manuel, 2011. Etat de la connaissance de la caractérisation physique de la côte en Guyane, des pressions anthropiques et des impacts générés : Synthèse et Analyse critique - Rapport BRGM/RP-60823-FR. 116 p, 53 figures, 2 annexes

© BRGM, 2011, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Les côtes de Guyane sont perçues comme étant parmi les plus dynamiques au monde, de par leur situation géographique au centre des grands systèmes de circulation équatoriaux et de par leur proximité avec l'embouchure de l'Amazone (plus grand bassin hydrographique terrestre). Elles appartiennent à un ensemble régional de 1600 km de long entre l'embouchure de l'Amazone (Brésil) et celle de l'Orénoque (Venezuela), et soumises à une importante sédimentation vaseuse d'origine amazonienne. Cette sédimentation très active prend la forme de vastes bancs de vase migrants d'est en ouest le long des côtes. Cette migration génère une importante instabilité littorale avec des secteurs en accrétion*¹ (ou progradation) rapidement colonisés par la mangrove et des secteurs dits « en inter-bancs » en phase d'érosion.

Or ce littoral connaît un développement socio-économique important. En effet, la bande côtière ne représente que 6 % du territoire mais regroupe la grande majorité de la population et des activités, parfois stratégiques pour la Guyane. La mise en valeur de cet espace est ainsi souvent contrainte par la dynamique côtière très active, ce qui peut avoir des conséquences multiples au niveau économique : envasement des accès portuaires, risque d'érosion-submersion, mise en péril des infrastructures, frein au développement agricole et touristique, etc.

La synthèse, commanditée par la DEAL*, avait pour objectif de dresser un état des lieux de la connaissance des côtes de Guyane d'un point de vue physique, des processus et mécanismes mis en jeu, des contraintes exercées par la dynamique côtière sur l'aménagement du littoral, et enfin des pressions anthropiques et impacts générés.

L'inventaire de la bibliographie sur la dynamique de la côte en Guyane a permis d'identifier 146 références relatives au fonctionnement physique de la côte. La moitié des références concerne les processus hydrosédimentaires, le suivi de l'évolution du littoral par télédétection et la géomorphologie côtière. L'autre partie traite de la sédimentologie de la plaine côtière et du plateau continental, des risques littoraux et des impacts de la dynamique côtière sur les aménagements, et enfin de l'étude des forêts de mangroves. La pluridisciplinarité des références issue de cette recherche illustre la complexité des processus côtiers en Guyane. Les territoires les plus étudiés sont généralement ceux où les enjeux sont les plus importants (Ile de Cayenne, Kourou...). Quelques secteurs « Ateliers » se dégagent des publications scientifiques, tels que Sinnamary, Kaw et la côte entre Cayenne et Kourou.

¹ Les termes référencés dans le lexique figurent avec un astérisque lorsqu'ils sont cités pour la première fois dans le texte.

Les effets de la dynamique côtière en Guyane sont parmi les plus intenses au monde : transport de bancs pluri-kilométriques le long des côtes, progradation et érosion continue des forêts de mangroves, déviation des estuaires, remodelage permanent du trait de côte et de la morphologie des plages. Depuis 1950, les secteurs de Kourou, Sinnamary et Mana (Pointe Isère) sont en recul (jusqu'à 5 km en 50 ans), d'autres comme Iracoubo sont en progradation (5 km), tandis que la pointe Behague ou l'embouchure du Maroni connaissent une relative stabilité. Les promontoires rocheux de la presqu'île de Cayenne et de Kourou sont peu soumis aux variations du trait de côte et présentent des épisodes d'envasement temporaire et, entre ces périodes, des phases érosives, provoquant un transfert du sable d'une extrémité à l'autre des plages, avec d'éventuels déficits sableux nets.

Sommaire

1. Contexte général.....	11
2. Analyse de la bibliographie.....	13
2.1.1. Données consultées.....	13
2.1.2. Résultats de la recherche bibliographique.....	14
2.2. HISTORIQUE DE LA CONNAISSANCE	16
2.2.1. Avant les années 1980.....	16
2.2.2. De 1980 à 2000	16
2.2.3. 2000 à aujourd'hui.....	17
3. Cadre physique du milieu côtier.....	19
3.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE	19
3.2. CLIMATOLOGIE	20
3.3. HYDRODYNAMIQUE COTIERE	21
3.3.1. Le Courant Côtier Nord du Brésil (CCNB) et des Guyanes	21
3.3.2. Système de dispersion des sédiments de l'Amazonie et approvisionnement en vase	24
3.3.3. La houle	25
3.3.4. La marée.....	26
3.4. GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE	27
3.4.1. La plaine côtière.....	27
3.4.2. Le plateau continental	28
3.4.3. Les variations passées du niveau de la mer.....	29
3.5. CONTEXTE BIOCLIMATIQUE.....	32
4. Processus et mécanismes côtiers.....	35
4.1. LES BANCs DE VASE ET LEUR MOBILITE : CAUSES PRINCIPALES DE L'INSTABILITE DU TRAIT DE COTE	35
4.1.1. Morphologie des bancs de vase.....	35
4.1.2. Etat physique des vases	37
4.1.3. Migration des bancs de vase.....	38
4.2. LES COTES EN EROSION.....	44

4.2.1. Les mangroves en érosion	45
4.2.2. Les plages et les cheniers	45
4.3. LES PLAGES DE CAYENNE : UN CONTEXTE MORPHOLOGIQUE ET UNE DYNAMIQUE SPECIFIQUES SUR LES COTES DE GUYANE	47
4.3.1. Description morphologique de l'île de Cayenne.....	47
4.3.2. Les alternances envasement-désenvasement sur l'île de Cayenne	49
4.3.3. Variabilité spatio-temporelle de la morphologie des plages et alternance des phases d'envasement-désenvasement.....	49
4.4. LES ESTUAIRES	54
4.5. SYNTHESE SUR L'EVOLUTION DU SYSTEME COTIER	55
5. Dynamique côtière et activités anthropiques.....	65
5.1. ENJEUX SOUMIS A LA DYNAMIQUE COTIERE	65
5.1.1. Activités portuaires	65
5.1.2. Urbanisation	68
5.1.3. Activité touristique	72
5.1.4. Activité agricole	72
5.1.5. Impacts du changement climatique	73
5.1.6. Synthèse	74
5.2. PERTURBATIONS ANTHROPIQUES ET DYNAMIQUE COTIERE	75
5.2.1. Extractions des sables	75
5.2.2. Impacts des ouvrages de défense côtiers	75
6. Discussion et préconisations.....	77
6.1. LACUNES DANS LES CONNAISSANCES DE LA DYNAMIQUE COTIERE ...	77
6.2. PRECONISATIONS	77
6.3. L'EXEMPLE DE LA MISE EN PLACE DE MESURES TOPOGRAPHIQUES DE PROFILS DE PLAGE SUR LA PRESQU'ILE DE CAYENNE.....	79
6.3.1. Méthodologie.....	79
6.3.2. Résultats	83
7. Conclusion	87
8. Lexique	91

Les termes référencés dans le lexique figurent avec un astérisque lorsqu'ils sont cités pour la première fois dans le texte.

Liste des figures

<i>Figure 1 - Thématiques abordées dans les références sélectionnées</i>	14
Figure 2 - Territoires étudiés dans les références retrouvées.....	15
Figure 3 – Supports de publication choisis.....	16
Figure 4 - Situation de la Guyane (M.Moisan)	19
Figure 5 - Rose des vents - Période Juillet 1999-Juillet 2007, vitesse exprimée en m/s (Créocéan et BRGM, 2008).....	20
Figure 6 - Vitesse moyenne en surface du CCNB pour le mois de Novembre 2004 (d'après Créocéan et BRGM, 2008).....	22
Figure 7 - Rétroflexion du CCNB pour le mois d'Avril 2005 (d'après Créocéan et BRGM, 2008).....	23
Figure 8 - Débits annuels et décharge en sédiments en suspension à Obidos, à 900 km en amont du delta de l'Amazone, de 1996 à 2007 (d'après Martinez et al., 2009).....	24
Figure 9 - Schéma du système de dispersion amazonien le long de la côte des Guyanes (d'après Augustinus, 2004).....	25
<i>Figure 10 - Moyenne mensuelle des paramètres de houles au large, hauteur (Hs) en mètres, et période (Ts) en secondes. Les données sont issues du modèle ERA-40 de 1960 à 2004. Les points correspondent au premier et troisième quartile et les cercles aux valeurs médianes (d'après Gratiot et al., 2007)</i>	26
Figure 11 – Coefficients et Hauteurs (en m) des marées en Guyane (d'après SHOM*, Iles du Salut).....	26
Figure 12 – Coupe géologique de la plaine côtière de la Guyane (d'après le kit pédagogique science de la terre Guyane, Theveniaut, op. cité).....	28
Figure 13 - Nature des fonds et bathymétrie du plateau continental (d'après Agence des Aires Marines Protégées, 2009).....	29
Figure 14 - Evolution du bassin amazonien et de la plate-forme continentale (d'après Prost, 1990c)	30
Figure 15 - Dynamique de la mangrove en Guyane (d'après Fromard et al., 2009)	33
Figure 16 - Schéma d'un banc de vase migrant le long des côtes guyanaïses (d'après Plaziat et al., 2004).....	36
Figure 17 - Photographie aérienne oblique du banc de Kaw, Guyane (d'après Baghdadi et al., 2004).....	36
Figure 18 - Image SPOT (A) et photographie aérienne oblique (B) de la partie intertidale banc de vase de Macouria, Guyane française (d'après Anthony et al., 2008).....	37
Figure 19 - Propagation de la houle dans la région de Kaw observée sur l'image SPOT du 14/12/2001 bande XS1 (d'après Baghdadi et al., 2005)	39
Figure 20 - Profil transversal du banc de vase à Macouria, Guyane Française. Synthèse des secteurs structuraux d'un banc de vase avec différents niveaux de consolidations de la vase et de colonisation par la mangrove (d'après Anthony et al., 2008).....	40

Figure 21 - Fentes de dessiccation et colonisation de la mangrove sur un banc de vase, Guyane française (d'après Anthony et al., 2010)	43
Figure 22 Modèle conceptuel de structuration et de maturation d'un banc de vase (d'après Gardel et al., 2007)	44
Figure 23 Alternance de caps et d'anses dans un contexte de côte de mangrove en érosion dans un espace inter-banc (d'après Lefebvre et Guiral, 2004).....	45
Figure 24 - Schéma de formation des cheniers (M.Moisan).....	46
Figure 25 - Cheniers dans un espace inter-banc en érosion le long des rizières de Mana (d'après Anthony, 2010).....	47
Figure 26 - Situation de l'île de Cayenne (Source: BD ortho 2006, IGN)	48
Figure 27 - Périodicité des phénomènes d'envasement sur l'île de Cayenne (d'après Créocéan et BRGM, 2008)	49
Figure 28 - Modèle en quatre phases de l'évolution morphologique des plages de Cayenne impliquant une rotation du transit sédimentaire en réponse au passage des bancs de vase (d'après Anthony et al., 2010)	50
Figure 29 - Interaction entre la plage et l'arrivée d'un banc de vase (M.Moisan).....	51
Figure 30 - Dynamique de la plage en situation de désenvasement (M.Moisan)	52
Figure 31 - Rotation de plage à Montjoly (d'après Anthony et al., 2004)	53
Figure 32 - Déviation de l'estuaire de Kaw, mars 1999 (d'après Lefebvre et Guiral, 2004)	54
Figure 33 - Représentation schématique du système côtier des côtes de la Guyane avec alternance des côtes d'accrétion et d'érosion (d'après Augustinus, 2004)	55
Figure 34 - Typologie des côtes de la Guyane : relations entre formes, dépôt et dynamique des milieux côtiers (d'après Prost, 1990c)	56
Figure 35 - Nature du trait des côtes guyanaise (Réalisation M.Moisan, d'après la BD Carthage)	57
Figure 36 - Evolution du trait de côte de la Guyane de 1950 à 1994, d'après Allard et al. (1997) modifié par M.Moisan	59
Figure 37 - Modèle de progradation de la plaine côtière en Guyane (d'après Allison et Lee, 2004)	62
Figure 38 - Variation de l'état de sédimentation sur la palge de Montjoly entre 1950 et 2006 (colline de Bourdaa, carré marron de gauche ; Montravel, carré marron de droite -Créocéan et BRGM, 2008)	64
Figure 39 - Port de Dégrad des Cannes sur la rive gauche du Mahury (M.Moisan, 2011)	66
Figure 40 - Evolution de l'effort de dragage du chenal du Port de Kourou à l'approche d'un Banc de vase d'après Gardel et Gratiot, 2003 (pk : point kilométrique)	67
Figure 41 - Evolution de la population des trois principales agglomérations littorales (INSEE)	68
Figure 42 - Evénement érosif de Décembre 1998 dans le secteur de Montjoly (BRGM, 1998)	69
Figure 43 - Situation des Plan de Prévention des Risques Littoraux au 12/12/2009 (DEAL)	70

Figure 44 - Plan de Prévention des Risques littoraux sur la commune de Rémire-Montjoly	71
Figure 45 - Erosion et accrétion entre 1950 et 2000, au droit du Polder de Mana (d'après Monadier, 2003)	73
Figure 46 - Enrochement sur la plage de Montoly (M.Moisan, 2011)	76
Figure 47 - Position des têtes de profils sur la plage de Montabo (Orthophoto, SIAGE 2010).....	80
Figure 48 - Position des têtes de profil sur la plage de Montjoly (Orthophoto, SIAGE 2010).....	80
Figure 49 - Position des têtes de profil sur l'anse de Rémire (Orthophoto, SIAGE 2010).....	81
Figure 50 - Coordonnées géographiques des têtes de profils (WGS84 - UTM 22N)	81
Figure 51 - Mise en place du tachéomètre pour lever un profil de plage (Station n°10, M.Moisan).....	82
Figure 52 - Calendrier des opérations effectuées dans le cadre du suivi topo-morphologique des plages de Cayenne.....	83
Figure 53 - Profils de plage dans le secteur de Montjoly entre le 01 juillet et le 23 Août 2011	85

Liste des annexes

Annexe 1 Bibliographie.....	95
Annexe 2 Cartographie du littoral guyanais issue de PROCLAM (Programme IRD de cartographie des littoraux amazoniens)	107

1. Contexte général

Les côtes de Guyane sont perçues comme étant parmi les plus dynamiques au monde, de par leur situation géographique au centre des grands systèmes de circulation équatoriaux et de par leur proximité avec l'embouchure de l'Amazone (plus grand bassin hydrographique terrestre). Elles appartiennent à un ensemble régional de 1600 km de long entre l'embouchure de l'Amazone (Brésil) et celle de l'Orénoque (Venezuela), soumises à une importante sédimentation vaseuse d'origine amazonienne, que certains qualifient de « delta atténué de l'Amazone ». Cette sédimentation très active prend la forme de vastes bancs de vase migrants d'est en ouest le long des côtes. C'est cette migration qui génère une importante instabilité littorale avec des secteurs en progradation rapidement colonisés par la mangrove et des secteurs dits inter-bancs en érosion.

Or ce littoral est très convoité et connaît un développement socio-économique important depuis ces dernières années. En effet, cette bande côtière ne représente que 6 % du territoire mais regroupe la grande majorité de la population et des activités, parfois stratégiques pour la Guyane. La mise en valeur de cet espace est ainsi souvent contrainte par la dynamique côtière très active, et cette situation peut avoir des conséquences multiples : envasement des accès portuaires, risque* d'érosion-submersion*, mise en péril des infrastructures, frein au développement agricole et touristique, etc.

La connaissance du fonctionnement physique des côtes de Guyane reste toutefois aujourd'hui partielle. Une bonne gestion du littoral et son aménagement passent donc par une meilleure compréhension des processus de sédimentation (accrétion, progradation) et d'érosion, par leur suivi spatio-temporel, et par une évaluation des enjeux sur le littoral. Or il existe un nombre important d'études, d'expertises, et de publications scientifiques qui ont été réalisées sur ce sujet depuis de nombreuses années. Cependant, aucune synthèse ne fait véritablement le tour de la question, et en outre, bien souvent ces études scientifiques concernent des secteurs distincts, avec des objectifs et des méthodologies différentes, et sont en conséquence difficiles à relier entre elles.

La synthèse, commanditée par la DEAL, a pour objectif de dresser un état des lieux de la connaissance des côtes de Guyane d'un point de vue physique, des processus et mécanismes mis en jeu, des contraintes exercées par la dynamique côtière sur l'aménagement du littoral, et enfin des pressions anthropiques et impacts générés.

A partir des conclusions issues de l'état des lieux, la dernière partie de l'étude met en lumière des lacunes à combler au niveau de la connaissance sur la dynamique côtière, notamment au vu des enjeux, et apporte des préconisations en termes de suivi et d'études complémentaires à réaliser.

Enfin, de manière à démontrer l'intérêt d'un suivi continu des processus côtiers, un protocole de mesures mensuelles de profils topo-morphologiques des plages dans les secteurs vulnérables de l'Ile de Cayenne a été appliqué pour une période de 3 mois. Cette démarche a pour objectif d'initier un observatoire de l'évolution morphologique des plages sur le court et moyen terme ; elle sera pérennisée dans le temps.

2. Analyse de la bibliographie

2.1.1. Données consultées

Il existe de nombreuses études, rapports, publications sur la dynamique côtière en Guyane française, qu'elle soit abordée d'un point de vue purement scientifique ou axée sur l'aménagement de la frange littorale.

Une liste bibliographique, rassemblant **146 documents sur le sujet (voir tableau en annexe 1)**, a été établie à partir de différentes bases de données bibliographiques et de catalogues de revues et d'archives ouvertes en ligne, telles que :

- **GEOREF**, Environmental Sciences, Earthquake Engineering (base de données bibliographiques couvrant l'ensemble de la littérature en géosciences du monde entier) ;
- **Science Direct** (Plate-forme Elsevier, permettant l'accès au texte intégral des publications de cet éditeur) ;
- **SUDOC** (Catalogue du Système Universitaire de Documentation, catalogue collectif français réalisé par les bibliothèques et centres de documentation de l'enseignement supérieur et de la recherche) ;
- **TEL** (Serveur d'archive des thèses universitaires) ;
- **PASTEL** (Bibliothèque en ligne des thèses soutenues dans les grandes écoles de Paris) ;
- **HAL** (Archive ouverte pluridisciplinaire destinée au dépôt et à la diffusion d'articles scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, et de thèses, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés).
- **Broogle**, base de données de l'ensemble des documents issus du BRGM (Ouvrages, thèses, notes techniques, périodiques, congrès, rapports extérieurs).

- **WOS** (Web of Science), service d'information universitaire en ligne qui donne accès à 7 bases bibliographiques multidisciplinaires regroupant périodiques et acte de conférences.
- **Horizon**, ressources documentaires de l'Institut de Recherche pour le Développement (ouvrages, articles, thèses, rapports).

Ces bases de données ont été interrogées avec les mots-clés suivants : côtes, littoral, estuaire, plage, rivage, mer, marin, océan, sédiment, sable, vase, banc, dynamique, morphodynamique, hydrodynamique, morphologie, géomorphologie, courant, télédétection, risque, érosion, submersion, envasement, aménagement, protection, Guyane, risque.

Le champ géographique a été limité à la Guyane française et aux pays limitrophes (Surinam et Brésil).

2.1.2. Résultats de la recherche bibliographique

Les références bibliographiques ont été listées par auteur puis classées par thématique, milieu, territoire et type. Les graphiques ci-dessous résument les résultats.

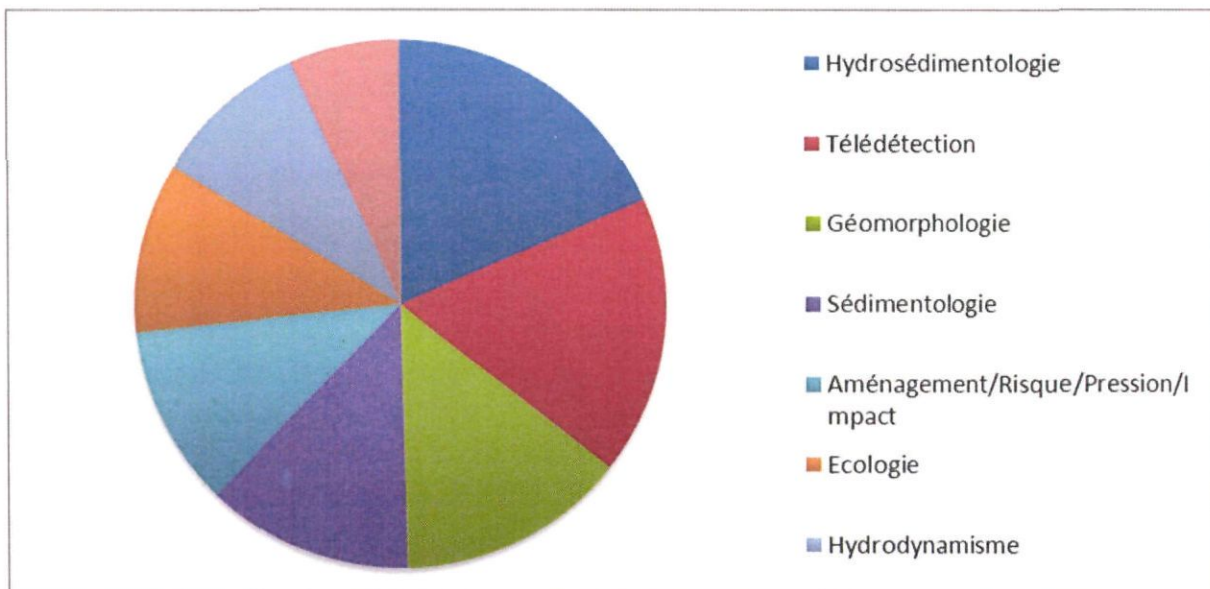


Figure 1 - Thématiques abordées dans les références sélectionnées

Au niveau des thèmes traités, la moitié des références concerne les processus hydrosédimentaires, le suivi de l'évolution du littoral par télédétection et la géomorphologie côtière (figure 1). L'autre partie des références traite de la sédimentologie de la plaine côtière et du plateau continental, des risques littoraux et en

particulier de l'aménagement des côtes et des impacts de la dynamique côtière sur les aménagements, et enfin du cycle des mangroves.

La pluridisciplinarité des références issue de cette recherche illustre la complexité des processus côtiers en Guyane.

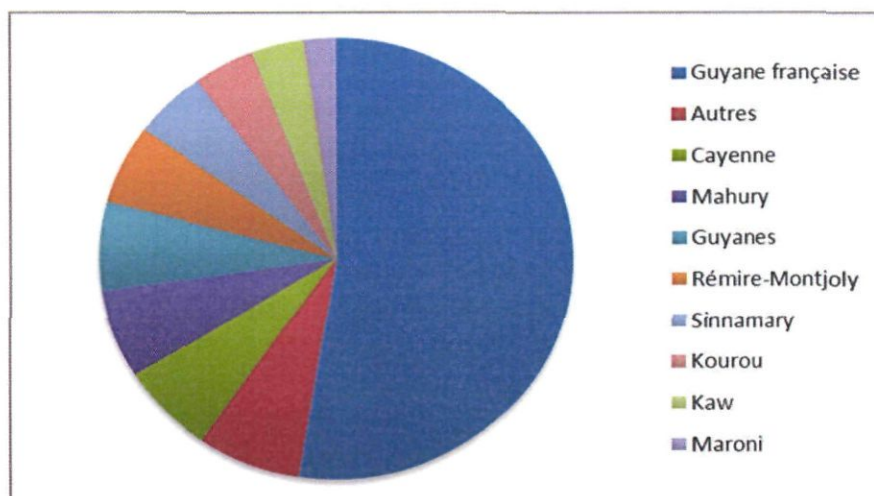


Figure 2 - Territoires étudiés dans les références retrouvées

Les territoires étudiés (figure 2) sont généralement ceux où les enjeux sont les plus importants (Presqu'île de Cayenne, port de Dégrad des Canes et de Kourou). Quelques secteurs « Ateliers » se dégagent des publications scientifiques, tels que Sinnamary, Kaw et la côte entre Cayenne et Kourou, où des recherches ont été menées. Mais une grande majorité des documents relate des processus côtiers à l'échelle de la Guyane française, et parfois à celle de l'ensemble régional du Plateau des Guyanes.

Le support choisi pour publier est variable également (figure 3) : 40 % des références concernent des publications scientifiques, tandis que 40 autres pourcents sont des rapports d'expertises issus d'organismes publics (BRGM, IRD*...) et de bureaux d'études privés. Les 20 % restants sont constitués d'actes de colloques et de travaux universitaires divers, tels que mémoires, thèses, HDR, etc.

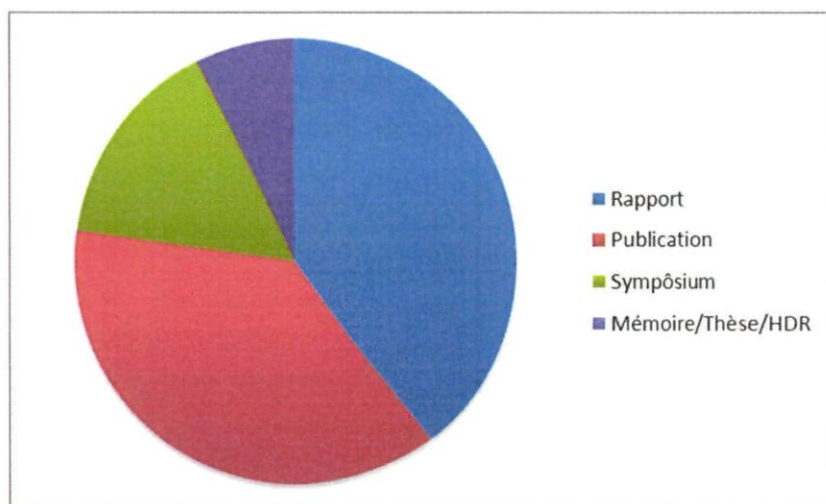


Figure 3 – Supports de publication choisis

2.2. HISTORIQUE DE LA CONNAISSANCE

2.2.1. Avant les années 1980

Les recherches menées avant les années 1980, principalement par l'IRD (ex-ORSTOM), se sont concentrées sur l'étude de la plaine côtière et des cordons littoraux anciens. Ce sont généralement des travaux à connotation géologique et sédimentologique sur les formations quaternaires de la plaine côtière.

Douze publications seulement sont concernées par cette période, avec, pour la plus ancienne, une référence de Choubert en 1948.

2.2.2. De 1980 à 2000

Cinquante-cinq références ont trait à cette période qui voit le début de la télédétection pour l'étude de la dynamique côtière et des forêts de mangroves. 60% d'entre elles ont été écrites par des chercheurs de l'IRD (ex-ORSTOM), principalement l'équipe résidente à Cayenne.

C'est vraiment le début des travaux scientifiques d'observation des phénomènes littoraux actuels, physiques et biologiques, et on peut à ce sujet, épingler, l'importante contribution de M.T. Prost de Belém en accueil à Cayenne – et ses collaborateurs –, avec notamment l'étude des processus sédimentologiques ou érosifs, et de la formation des cheniers* (ou cordons sableux littoraux). En outre, quelques études spécifiques sont consacrées à des estuaires, avec un point de vue très spécialisé. Enfin plusieurs rapports BRGM entrent dans la thématique générale de la dynamique côtière, avec des points de vue plutôt appliqués pour l'aménagement, les risques naturels, etc.

2.2.3. 2000 à aujourd'hui

Les dix dernières années ont été les plus prolifiques en matière de publications, avec 74 références ; si l'IRD et le BRGM restent très actifs, plusieurs équipes universitaires se sont intéressées au sujet (Marseille, Toulouse, Dunkerque...), avec des papiers de bonne qualité.

Les recherches du Programme National Environnement Côtier (PNEC) en Guyane ont débuté en 1999, coordonnées par le laboratoire d'écologie littorale de l'IRD et la collaboration de plusieurs organismes de recherche. La dynamique sédimentaire a été au cœur de ces recherches avec comme questionnement principal : "Quelles sont les conséquences, en termes de structuration des écosystèmes côtiers guyanais, de la variabilité à haute, moyenne et basse fréquence de l'hydrodynamique et du transit des apports amazoniens ?".

Dans ce cadre, de nombreux travaux à vocation scientifique ont été menés afin de mieux comprendre les mécanismes qui gouvernent la dynamique littorale telle que l'étude de la variabilité morphodynamique des plages de Cayenne et leurs interactions avec le passage des bancs de vase, les mécanismes de colonisation des bancs de vase par la mangrove, ou encore l'étude de la mobilité des bancs de vase et les facteurs associés. L'apport de la télédétection et des Systèmes d'Information Géographique pour le suivi de ces phénomènes est toujours très présent dans ces études.

En 2008, l'IRD en partenariat avec des institutions brésiliennes, a réalisé une première cartographie détaillée du littoral de la Guyane au travers du PROjet de Cartographie des Littoraux AMazoniens (PROCLAM*) présenté en annexe 2. Cette cartographie a été réalisée avec des images satellite SPOT récupérées par la plateforme d'acquisition directe SEAS Guyane mise en service en 2005 à Cayenne.

Cette période a également été marquée par un nombre important d'études et d'expertises du BRGM (une quinzaine de rapports sélectionnés) sur les problématiques d'érosion-submersion côtière et la réalisation des Plan de Prévention des Risques Littoraux sur les communes de l'Île de Cayenne, Kourou et Awala-Yalimapo. Ceci fait suite à des épisodes érosifs importants que les communes de Cayenne et de Rémire-Montjoly avaient subi en 1995 et 1998, et qui ont suscité une réelle prise de conscience des risques littoraux.

3. Cadre physique du milieu côtier

3.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La Guyane Française est un département d'outre-mer (DOM) situé en bordure nord-est de l'Amérique du Sud ; ses côtes, ouvertes sur l'Atlantique équatorial, s'étendent sur 378 km (figure 4). Elles évoluent entre le fleuve Oyapock, frontière avec le Brésil à l'est, et le Maroni, frontière avec le Surinam à l'ouest. La Guyane française, d'une superficie de 84 000 km² (1/6 du territoire métropolitain), se compose de deux grandes unités géographiques et géologiques :

- la plaine sédimentaire côtière qui représente 6 % du territoire et concentre la majeure partie de la population et des activités économiques,
- et le bouclier précambrien recouvert par la forêt qui couvre 94 % de la Guyane.

La Guyane est parcourue par un réseau hydrographique dense, constituant le moyen de communication privilégié vers l'intérieur du département.

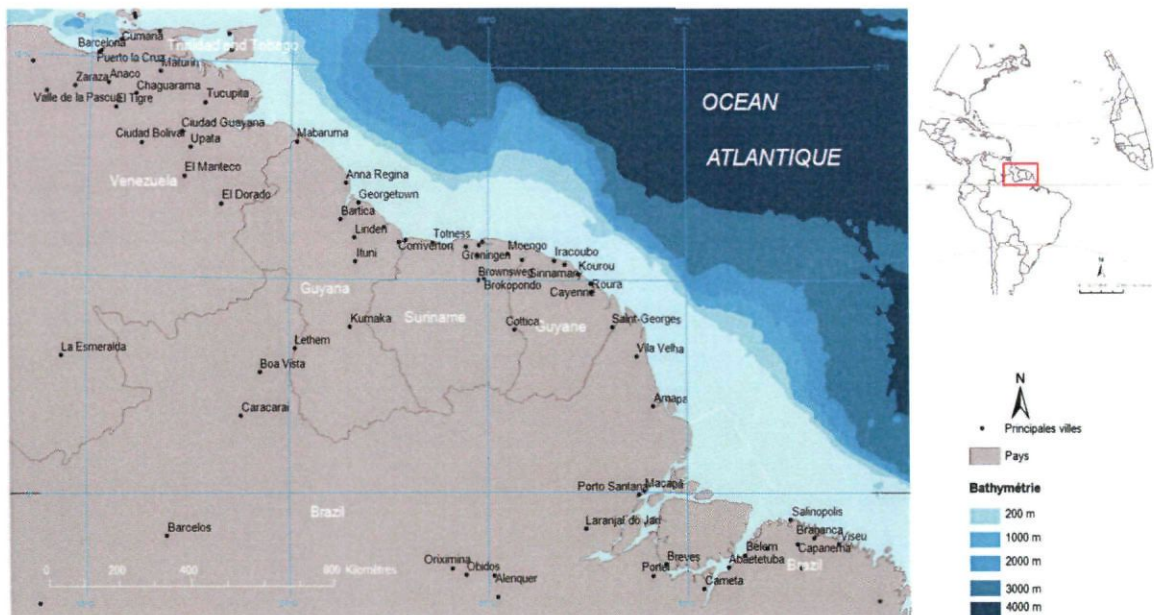


Figure 4 - Situation de la Guyane (M.Moisan)

3.2. CLIMATOLOGIE

Les côtes de Guyane sont directement soumises aux systèmes intertropicaux de circulation atmosphérique. En effet, la Guyane se situe à l'intérieur de la zone de balancement des basses pressions équatoriales, appelée zone intertropicale de convergence (ZIC). La circulation atmosphérique générale se fait de d'est en ouest.

De part et d'autre de l'équateur, vers 30° de latitude, les masses d'air chaud et sec, forment des zones de hautes pressions subtropicales, celles-ci correspondant sur l'Atlantique à l'anticyclone des Açores au nord et à l'anticyclone de Sainte-Hélène au sud. Ces centres de hautes pressions émettent des vents, les Alizés, qui soufflent en direction des basses pressions équatoriales. Ainsi la Guyane est, selon la saison, sous l'influence de l'alizé de nord-est (humide et instable), ou de l'alizé de sud-est (plus sec) – figure 5. Les vents dominants sont de secteur est et nord-est. Les vitesses maximales du vent s'observent durant la saison humide de janvier à mars.

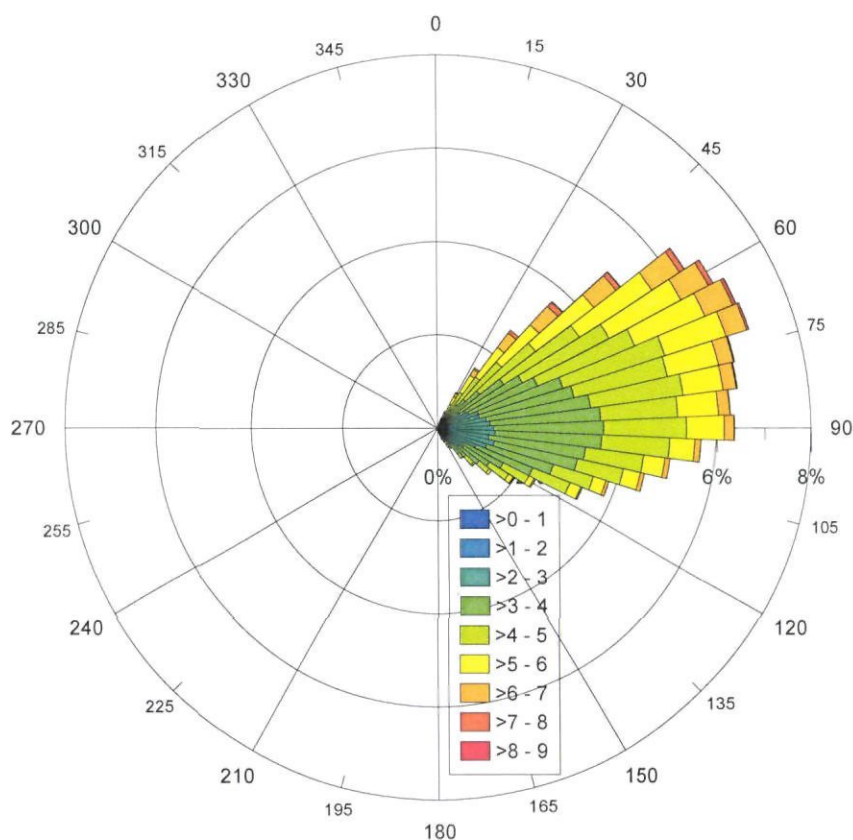


Figure 5 - Rose des vents - Période Juillet 1999-Juillet 2007, vitesse exprimée en m/s (Créocéan et BRGM, 2008)

Globalement il y a peu de variations de températures sur l'année ; deux saisons pluviométriques se distinguent, à savoir une saison sèche de juillet à novembre et une saison humide de décembre à juin (coupée par un petit intermède sec en mars).

Il est à noter que la Guyane, de par sa situation géographique proche de l'équateur, n'est pas concernée par le phénomène cyclonique et présente des pressions atmosphériques quasi-invariables (absence de tempête).

3.3. HYDRODYNAMIQUE COTIERE

La Guyane occupe une position centrale entre les grands systèmes de circulation océanique de l'Atlantique tropical sud, d'une part, et sur une marge continentale basse (le bouclier des Guyanes) soumis à la très importante sédimentation de l'Amazone, d'autre part. Sa situation géographique est donc fondamentale pour comprendre l'évolution côtière actuelle.

La côte de la Guyane est soumise à l'influence de différents courants : la houle*, les courants de marée*, le Courant Côtier Nord du Brésil prolongé par le courant des Guyanes et le système de dispersion amazonien.

3.3.1. Le Courant Côtier Nord du Brésil (CCNB) et des Guyanes

Le CCNB et le régime des houles gouvernent l'ensemble du système de dispersion de la charge sédimentaire de l'Amazone. Il est nourri par le Courant Equatorial-Sud induit par les Alizés. Lors de l'hiver boréal, le CCNB se prolonge vers le nord-ouest par le courant des Guyanes (figure 6), alors que durant l'été boréal, il se prolonge vers le nord-est par un phénomène de rétroflexion (figure 7), suite à l'intensification du Contre-Courant Equatorial-Nord qui a pour effet d'entraîner vers le large les eaux côtières.

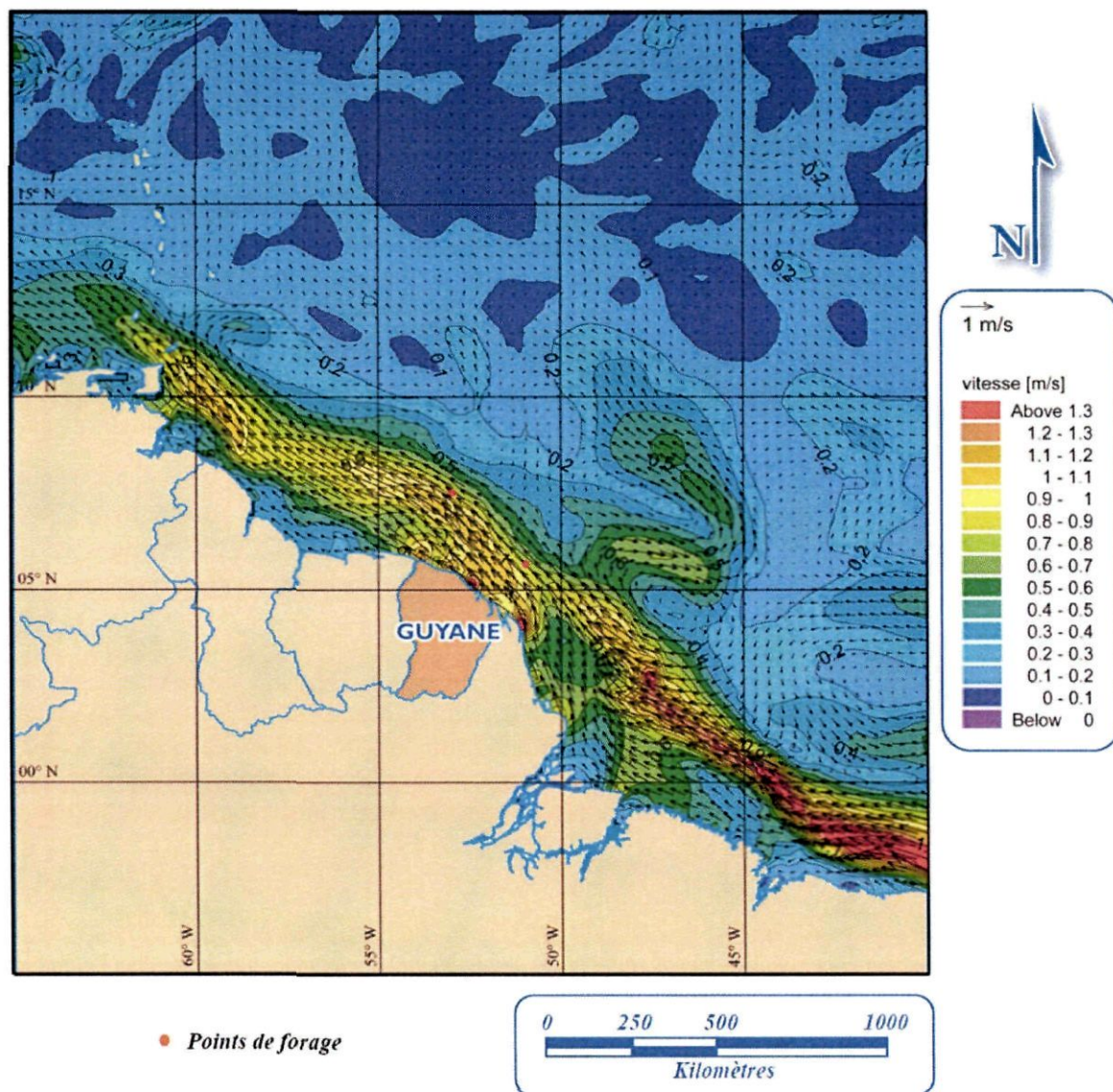


Figure 6 - Vitesse moyenne en surface du CCNB pour le mois d'Avril 2005 (d'après Créocéan et BRGM, 2008)

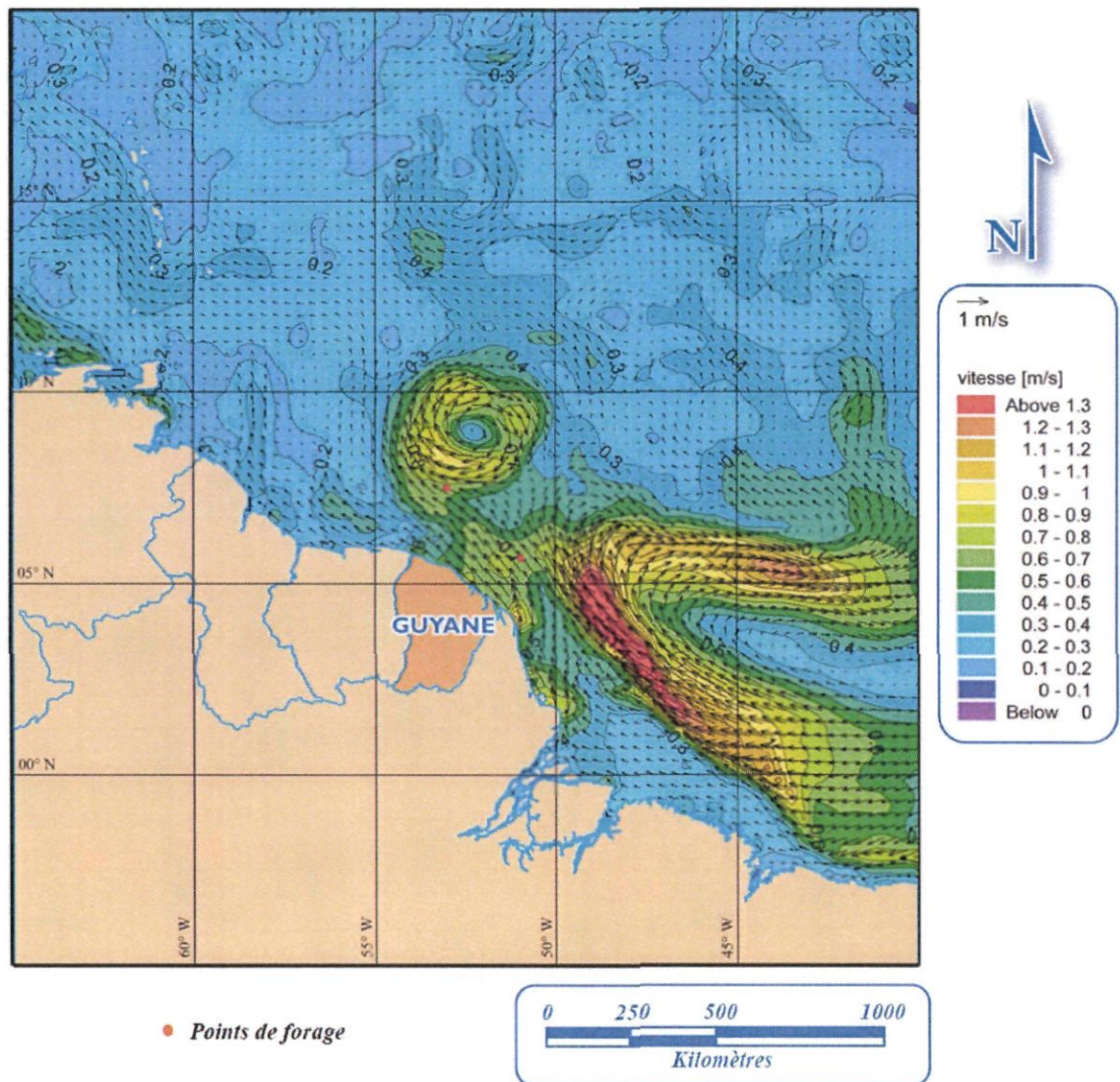


Figure 7 - Rétroflexion du CCNB pour le mois de Novembre 2004 (d'après Créocéan et BRGM, 2008)

Ce phénomène de rétroflexion induit un transport de la vase en suspension plus faible entre juin et décembre/janvier. Pendant ces 8 mois, les eaux amazoniennes alimentent le Contre-Courant Equatorial Nord ; ainsi une part importante de la décharge sédimentaire de l'Amazonie est exportée au large. Ce phénomène apparaît en saison sèche où la mer est plutôt calme et les eaux côtières sont peu chargées en sédiments, avec des vents plus faibles, de secteur SE-E/SE.

Entre janvier/février et mai, la rétroflexion est plus faible voire nulle. Le courant des Guyanes, devenu prépondérant, assure le transport des rejets amazoniens vers la mer des Caraïbes. Les vents sont plus forts et soufflent secteur NE-E/NE. La mer est plus agitée et les eaux sont chargées en sédiments. Le déplacement des bancs de vase ainsi que l'érosion de la côte (dans les espaces inter-bancs) sont accélérés.

3.3.2. Système de dispersion des sédiments de l'Amazonie et approvisionnement en vase

La décharge sédimentaire de l'Amazonie est très importante (figure 8) ; au cours des quarante dernières années, elle a été estimée de $5 \text{ à } 13 \times 10^8 \text{ m}^3$ par an (Martinez *et al.*, 2009). 80 % des sédiments proviennent de la décharge continentale effectuée dans l'immense complexe hydrographique amazonien depuis les Andes ; le transport de sable est très faible et il s'agit en grande majorité d'argiles et de limons. Environ 50 % des sédiments fins s'accumulent sur la plate-forme continentale au large de l'embouchure, jusqu'à des profondeurs de 50 à 60 m. La charge sédimentaire qui transite le long des côtes des Guyanes représente entre 10 et 20 % des rejets fins déchargés par l'Amazonie dans l'océan (Figure 9). Ces sédiments transitent ainsi progressivement le long des côtes de la Guyane, du Surinam, du Guyana, jusqu'au delta de l'Orénoque (Venezuela) à environ 1600 km de l'embouchure de l'Amazonie.

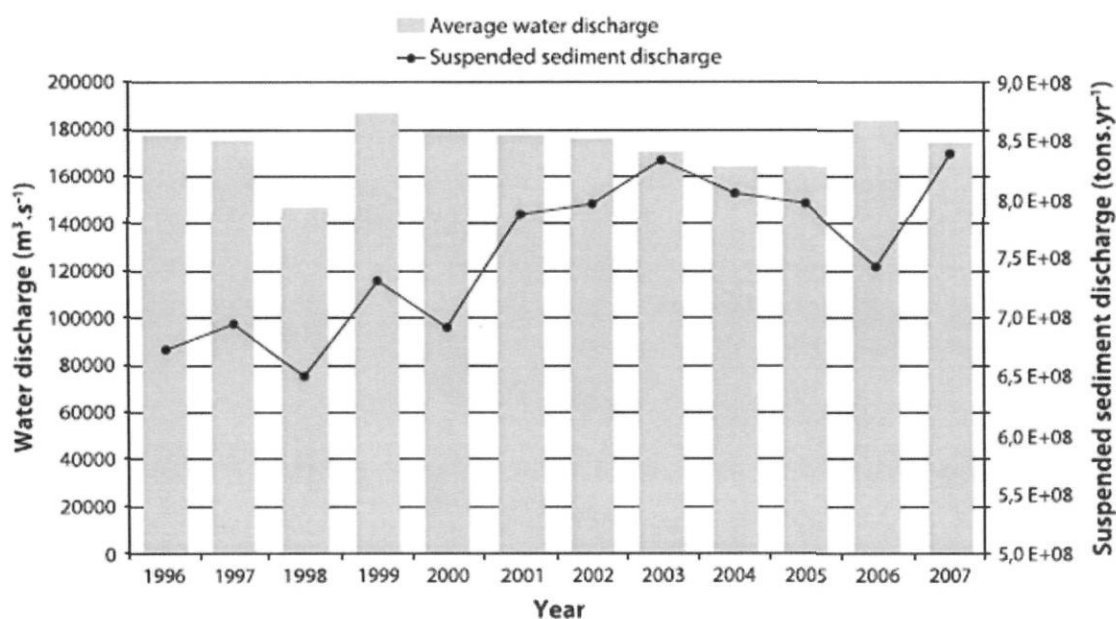


Figure 8 - Débits annuels et décharge en sédiments en suspension à Obidos, à 900 km en amont du delta de l'Amazonie, de 1996 à 2007 (d'après Martinez *et al.*, 2009)

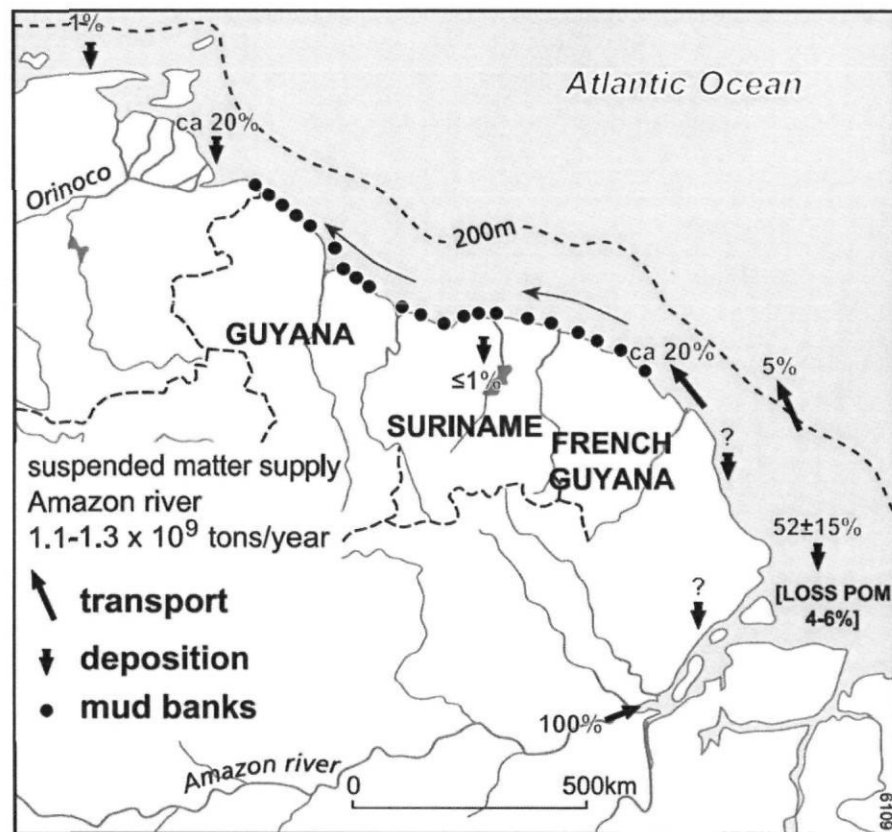


Figure 9 - Schéma du système de dispersion amazonien le long de la côte des Guyanes (d'après Augustinus, 2004)

La charge des eaux turbides chargées en particules fines qui transitent ainsi le long des côtes, vont être à l'origine de la formation des bancs de vase. Ceux-ci se forment dans la région de Cabo Cassipore à 350 km au nord-ouest de l'embouchure de l'Amazone. Cette zone du plateau continental constitue le stockage initial des boues en suspension dans des profondeurs d'eau de 20 à 60 m. Puis ces sédiments sont déviés vers le nord-ouest, au large des côtes de l'Amapa (Brésil), sous l'influence de la houle, des courants de marées et du Courant Côtier Nord du Brésil. Un panache d'eau turbide (50 à 200 mg/l) s'étire alors vers la partie ouest de l'Atlantique tropical.

3.3.3. La houle

Les houles proviennent essentiellement de secteur NE à ENE entre 30 et 75°. Elles peuvent atteindre des hauteurs significatives maximales de 2,75 m. Les houles ont un aspect saisonnier, ainsi les houles les plus fortes s'observent pendant la saison des pluies (janvier à mars) et les houles les plus faibles en saison sèche (juillet à novembre), comme on peut le voir sur la figure 10. Les houles les plus fréquentes ont une hauteur comprise entre 1 m et 1,25 m pour une période comprise entre 6 et 8 secondes (Gratiot *et al.*, 2007 ; Créocéan, 2008).

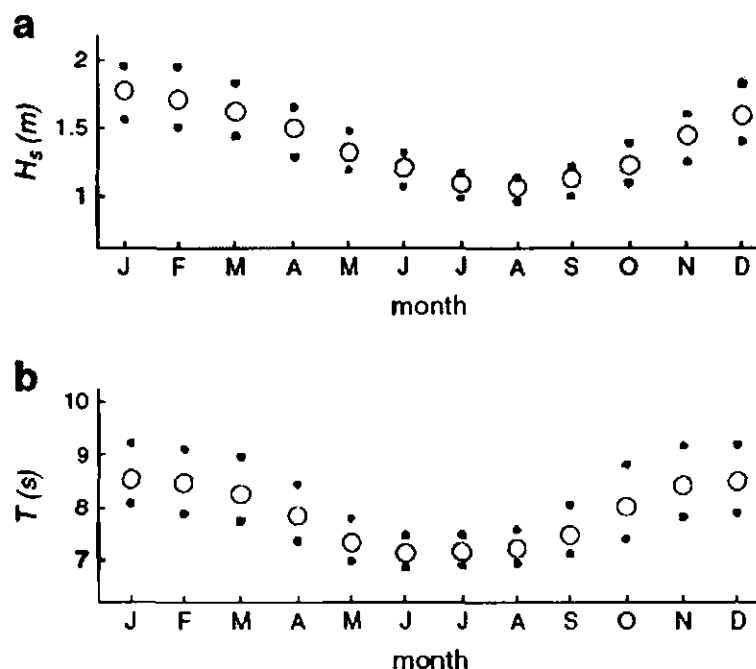


Figure 10 - Moyenne mensuelle des paramètres de houles au large, hauteur (H_s) en mètres, et période (T_s) en secondes. Les données sont issues du modèle ERA-40 de 1960 à 2004. Les points correspondent au premier et troisième quartile et les cercles aux valeurs médianes (d'après Gratiot et al., 2007)

3.3.4. La marée

La marée en Guyane est de type « à inégalité diurne », avec un régime mésotidal. Les niveaux moyens des marées observées aux Iles du Salut sont donnés au tableau de la figure 11, et sont rapportés en mètres, aux zéro hydrographique.

	Coefficient	Pleine mer	Basse mer
Marée de vive-eau exceptionnelle	110-115	3,50	0,60
Marée moyenne	70	2,95	1,10
Marée de morte-eau exceptionnelle	30-35	2,40	1,60

Figure 11 – Coefficients et Hauteurs (en m) des marées en Guyane (d'après SHOM*, Iles du Salut)

3.4. GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE

3.4.1. La plaine côtière

Les plaines côtières de la Guyane se situent entre la portion nord du socle guyanais et l'océan. Ces terres basses, d'une altitude de 0 à 5 m pour la basse plaine, et de 5 à 15 m pour la haute plaine, avec une largeur moyenne de 16 km, couvrent seulement 6 % du territoire (Theveniaut, 2004). Dans certains points de la côte, tels que la presqu'île de Cayenne, Kourou, Iracoubo, les roches du socle précambrien atteignent la mer et sont à l'origine des « monts », « montagnes », ou « plateaux » et des îlets ou îles plus au large.

La plaine côtière de Guyane date de l'ère quaternaire, période au cours de laquelle la succession de glaciations et de périodes interglaciaires a provoqué des variations considérables du niveau marin.

Deux grandes unités morphologiques constituent la plaine côtière (figure 12) :

- La plaine pléistocène entre 5 et 15 m d'altitude, dite plaine haute ou ancienne, limitée au sud par le socle et au nord par la plaine dite récente. Le paysage est composé de savanes à l'intérieur desquelles se trouvent quelques îlots de forêt. Le substratum est formé par des argiles marines anciennes, recouvertes partiellement par des dépôts argilo-sableux. Ces terrains appartiennent à la formation COSWINE.
- La plaine côtière holocène, dite plaine basse ou récente, située entre 0 et 5 m d'altitude, en bordure de mer. Elle est formée par les sédiments marins et fluvio-marins de la formation DEMERARA. C'est un domaine amphibie, composé de paysages de marais et de marécages sillonnés par des cordons sableux étroits et allongés. La mangrove de front de mer encadre presque toute l'étendue du rivage.

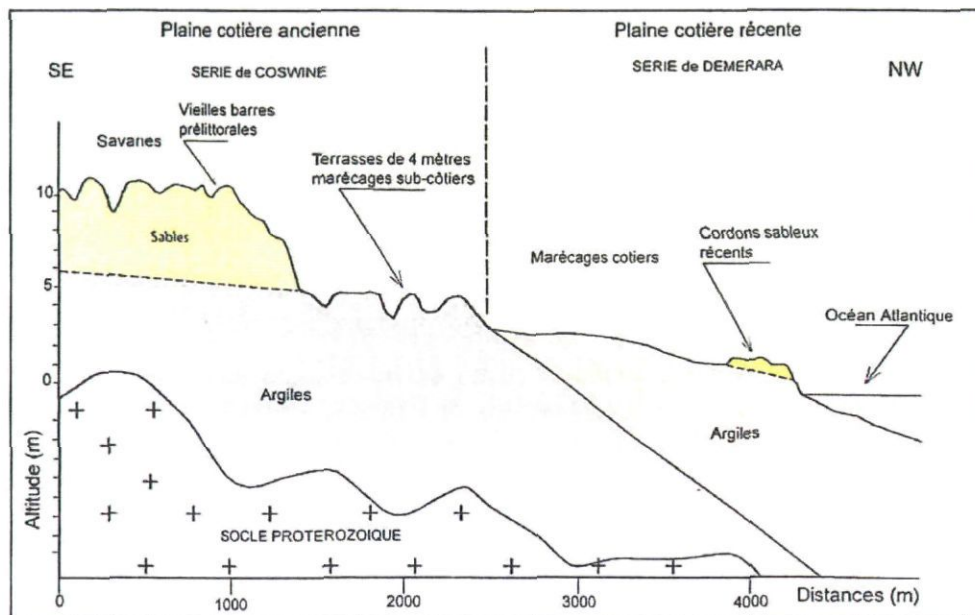


Figure 12 – Coupe géologique de la plaine côtière de la Guyane (d'après le kit pédagogique science de la terre Guyane, Theveniaut, op. cité)

3.4.2. Le plateau continental

Le plateau continental de la Guyane est une plate-forme qui se décline selon une très faible pente (0,6-0,7m/km).

Il est constitué d'une couche sédimentaire superficielle meuble à plus de 90%. Elle est en constante dynamique, sous l'influence des courants, de l'agitation océanique mais également sous l'effet des apports en matières solides par les grands fleuves (Amazone, Oyapock, Maroni, Approuague...).

Sur le plateau continental, trois zones sédimentaires sont disposées parallèlement à la côte (figure 13), il s'agit :

- d'une vasière littorale (jusqu'à -20 m de profondeur),
- d'anciens sédiments caractérisés par des sables fins, ponctués de temps à autres par des zones de vases endurées, par des zones rocheuses et des récifs coralliens fossiles,
- plus au large (au-delà de -100 m) on trouve une vasière pélagique et d'autres affleurements rocheux (récifs coralliens fossiles, récifs coquilliers, affleurements rocheux).

Au-delà, le talus continental est composé de vase, et au-delà, les fonds sont essentiellement vaseux.

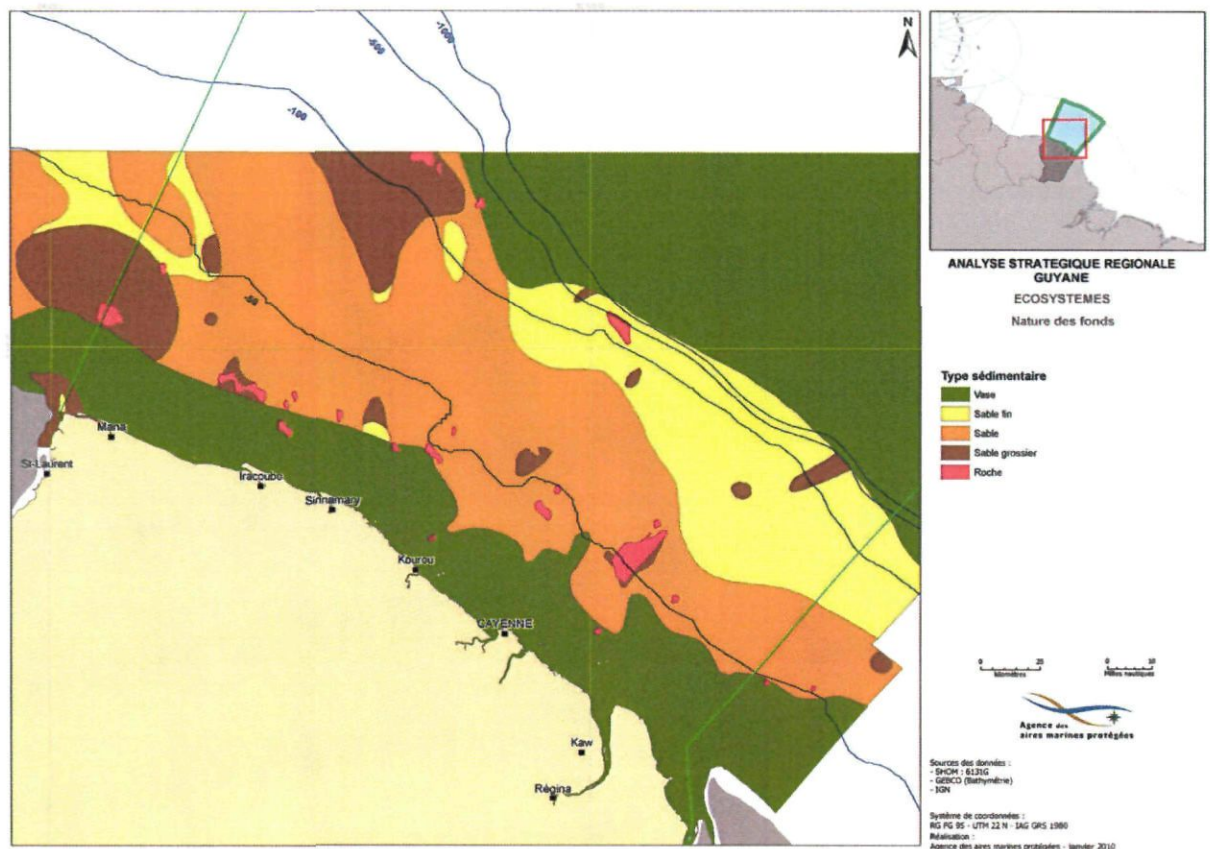


Figure 13 - Nature des fonds et bathymétrie du plateau continental (d'après Agence des Aires Marines Protégées, 2009)

3.4.3. Les variations passées du niveau de la mer

Au cours du Quaternaire, le niveau des océans a considérablement varié. En effet, se sont succédées des périodes de régression marine durant les épisodes glaciaires et de transgression durant les périodes inter-glaciaires. Ces variations glacio-eustatiques ont affecté la plate-forme continentale amazonienne qui a été à la fois le siège d'une sédimentation côtière (haut niveau marin) et de processus fluviaux (bas niveaux marins). Au maximum de la dernière glaciation (20 000 – 18 000 ans BP²) le niveau marin était environ 100 m plus bas que le niveau actuel. Lors des glaciations, les conditions climatiques sont alors plus sèches, ce qui accélère l'érosion mécanique et affecte l'étendue de la sédimentation marine. Sur la plate-forme continentale ainsi émergée, les processus fluviaux prennent le relais, des chenaux et des canyons se façonnent, dont le grand canyon complexe de l'Amazonie.

² BP signifie « Before Present », le Présent étant arbitrairement arrêté à l'année 1950.

A la variabilité glacio-eustatique, s'ajoute le tecto-eustatisme* lié au mouvement verticaux des marges continentales. Sur la marge continentale des Guyanes, deux grands bassins sédimentaires séparent le bouclier : celui des Guyanes à l'ouest et celui de l'Amazonie à l'est. Les bassins sédimentaires ont ainsi une tendance naturelle à la subsidence sous le poids des sédiments accumulés sur la plate-forme continentale et la plaine côtière (Isostasie).

Enfin, des mouvements tectoniques qui affectent le socle et génèrent des effondrements de type graben, peuvent être à l'origine de mouvements verticaux pouvant affecter les côtes guyanaises.

La figure 14 résume l'évolution du bassin amazonien et de la plate-forme continentale (Prost, 1990c).

Stratigraphie	Evénement
Miocène	Soulèvement des Andes
Mio-Pliocène	Accumulation sédimentaire dans la plaine (faciès lacustre) et sur la plate-forme.
Pléistocène	Accumulation lacustre dans la plaine. Sédimentation côtière sur la plate-forme (hauts niveaux marins). Processus fluviaux sur la plate-forme (bas niveaux marins) Climats plus secs que l'actuel
Holocène	Formation du cône sous-marin de l'Amazonie.
Actuel	Sédimentation côtière dans la zone de l'embouchure. Transport de sédiments fins vers le NW par les courants. Dépôts discontinus de vase le long de la côte de l'Amapá, reliés à la côte et séparés les uns des autres par des vases consolidées plus anciennes.

Figure 14 - Evolution du bassin amazonien et de la plate-forme continentale (d'après Prost, 1990c)

Deux hauts niveaux marins sont reconnus en Guyane : COSWINE (Pléistocène) et DEMERARA (Holocène) – Prost, op. Cité.

- *La transgression COSWINE :*

Un haut niveau marin daté de 120 000 ans BP a été identifié sur la façade atlantique de l'Amérique du Sud. En Guyane, deux fluctuations transgressives ont été identifiées au Pléistocène. La première correspondrait à un rivage situé à + 6 m (+/- 2) avec accumulation d'argiles, et la deuxième situé à + 10m (+/- 2) aurait donné naissance à des dépôts de sables. Ces dépôts sédimentaires seraient à l'origine de la formation de la haute plaine côtière actuelle.

Durant la glaciation suivante, sous condition de régression marine (et donc d'abaissement du niveau de la mer) et de climat plus sec, la haute plaine aurait été le siège d'une forte dissection par les cours d'eau.

- *La transgression DEMERARA :*

Les côtes de Guyane ont connu une remontée rapide du niveau marin à partir de 20 000 ans BP qui culmine à 6 000 ans BP. Ensuite le niveau de la mer devient relativement stable. Cette avancée de la mer - ou transgression - a donné lieu à des dépôts formés essentiellement par des argiles de milieu marin et fluvio-marin, avec des intercalations de lits sableux. On y retrouve aussi des traces de mangrove et des tourbières qui attestent la présence de marais côtiers avant le maximum transgressif. Le taux de sédimentation semble avoir été à peu près équivalent à la vitesse de remontée du niveau marin, ce qui explique la relative stabilité de la ligne de rivage.

- *Progradation et recul actuel :*

Après le maximum transgressif de 6 000 ans BP, des apports importants de dépôts terrigènes amazoniens se sont accumulés le long des côtes des Guyanes, sous des conditions plus ou moins constantes de niveau marin. On considère que depuis 5 000 ans BP, la sédimentation qui se poursuit provoque une progradation et le déplacement de la ligne de rivage. Ainsi, dans la plaine côtière, on retrouve des traces d'une évolution d'un milieu à influence marine (mangrove) vers une forêt marécageuse, pour arriver à un stade actuel d'environnement côtier de savane marécageuse, tel l'exemple du marais Sarcelle.

L'étude des structures sédimentaires révèle que la migration des bancs de vase en provenance de l'Amazonie se produit au moins depuis 3 500 ans BP. Depuis lors, la dynamique côtière est nettement sous l'emprise des phénomènes de progradation et de recul. La plaine à cheniers, caractéristique des plaines côtières guyanaises, résulte de cette dynamique.

Globalement, au cours de l'Holocène le bilan régional semble favorable à l'accrétion, sans que l'on puisse autant conclure à une régularité de l'accumulation.

3.5. CONTEXTE BIOCLIMATIQUE

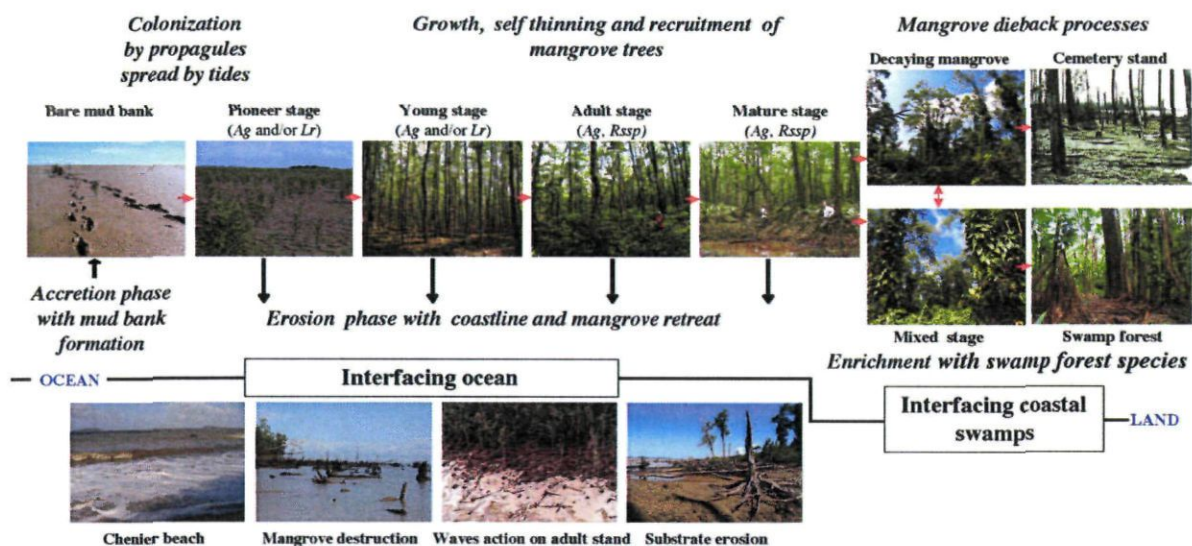
Du fait de la position géographique de la Guyane en zone intertropicale, les mangroves occupent environ 250 km du littoral guyanais avec une superficie d'environ 700 km², ce qui représente 80% de la superficie du littoral.

Ces formations végétales sont caractéristiques des côtes vaseuses du nord-est de l'Amérique du Sud, soumises à des conditions favorables d'établissement de la mangrove (sédimentation vaseuse, climat...) – Fromard *et al.*, 2009 ; Debenay *et al.*, 2007.

Quatre espèces caractérisent cet écosystème : *Avicennia germinans*, *Rhizophora ssp*, *Laguncularia racemosa* et *Conocarpus erectus*. Les deux premières sont les espèces dominantes de la mangrove littorale. Cependant, *Avicennia germinans* se développe plus rapidement, et au bout de quelques années le peuplement de la mangrove est quasiment monospécifique à *Avicennia germinans*.

Les vitesses de croissance en hauteur sont évaluées entre 2 et 4 mètres par an avec des biomasses aériennes pouvant atteindre 470 tonnes à l'hectare.

Sur le littoral guyanais, la mangrove est très mobile ; elle se déplace au gré des phénomènes d'érosion et d'envasement des côtes (figure 15). De ce fait, son âge est très variable selon un sens rivage-intérieur des terres et se traduit par la présence d'individus de plus en plus âgés vers l'intérieur de la zone littorale. La mangrove pionnière, puis la mangrove jeune (plants de petite taille, densité élevée) sur les vases fluides de l'estran*, sont relayées par les adultes qui forment ensuite une mangrove mature (plants de grande taille, densité moyenne, faible mortalité) sur les vases plus compactes ; enfin, en arrière de la mangrove, le faciès dépérissant (forte mortalité) caractérise la mangrove sénescence. Le stade ultime d'évolution de la mangrove est la transformation en forêt marécageuse, caractéristique des zones humides de la plaine côtière.



Ag : *Avicennia germinans* *Lr* : *Laguncularia racemosa* *Rssp* : *Rhizophora mangle*,
Rhizophora racemosa

Figure 15 - Dynamique de la mangrove en Guyane (d'après Fromard et al., 2009)

4. Processus et mécanismes côtiers

Le déplacement des bancs de vase vers le nord-ouest, de manière rythmique, a un impact considérable sur le tracé et la morphologie des côtes de Guyane. Des phases d'accrétion sédimentaire de dépôts de vase à la ligne de côte alternent avec des phases d'inter-bancs correspondant à des périodes d'érosion rapide avec le développement et la destruction des forêts de mangroves. La morphodynamique côtière est donc marquée de manière irrégulière par des secteurs en accrétion de dépôt de vase à la côte, susceptibles de poursuivre leur migration vers le nord-ouest, et des secteurs en érosion, ou de non-déposition.

4.1. LES BANCs DE VASE ET LEUR MOBILITE : CAUSES PRINCIPALES DE L'INSTABILITE DU TRAIT DE COTE

4.1.1. Morphologie des bancs de vase

Les bancs de vase s'étendent sur près de 1 300 km le long des côtes des Guyanes, de l'estuaire de l'Amazone au Brésil (Amapa) à l'estuaire de l'Orénoque au Venezuela.

Ces trains de bancs de vase, migrant vers le nord-ouest, peuvent être au nombre d'une quinzaine, espacés de 15 à 25 km. Leurs dimensions sont les suivantes : épaisseur de 5 m, longueur de 10 à 60 km, largeur de 20 à 30 km. Ils migrent à une vitesse allant de 1 à 5 km par an (Gardel et Gratiot, 2005) dans des profondeurs d'eau généralement inférieures à 5 m mais pouvant aller jusqu'à 20 m.

Les bancs de vase qui s'accolent progressivement à la côte, sont généralement orientés à 24° par rapport à celle-ci, présentant un profil convexe ou asymétrique.

Les bancs de vase sont constitués d'entités morphologiques hétérogènes (figures 16 et 17), à savoir, de la côte vers le domaine marin :

- La mangrove côtière qui colonise le schorre*, zone supratidale recouverte par la mer pendant les marées de vives eaux ;
- la zone intertidale (zone de balancement des marées) constituée de vase nue émergée à marée basse (slikke*) ;
- la zone subtidale ou infralittorale, constituée de vase fluide, toujours immergée.

Le trait de côte* est généralement défini par la ligne frontière entre la mangrove mature et la frange océanique (front de mangrove).

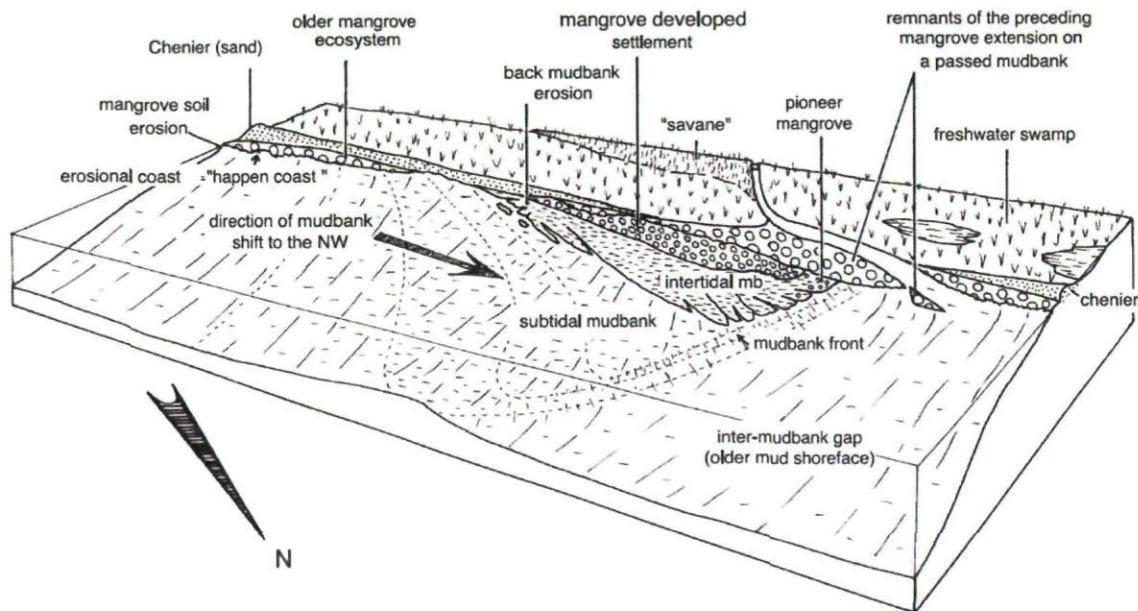


Figure 16 - Schéma d'un banc de vase migrant le long des côtes guyanaises (d'après Plaziat et al., 2004)

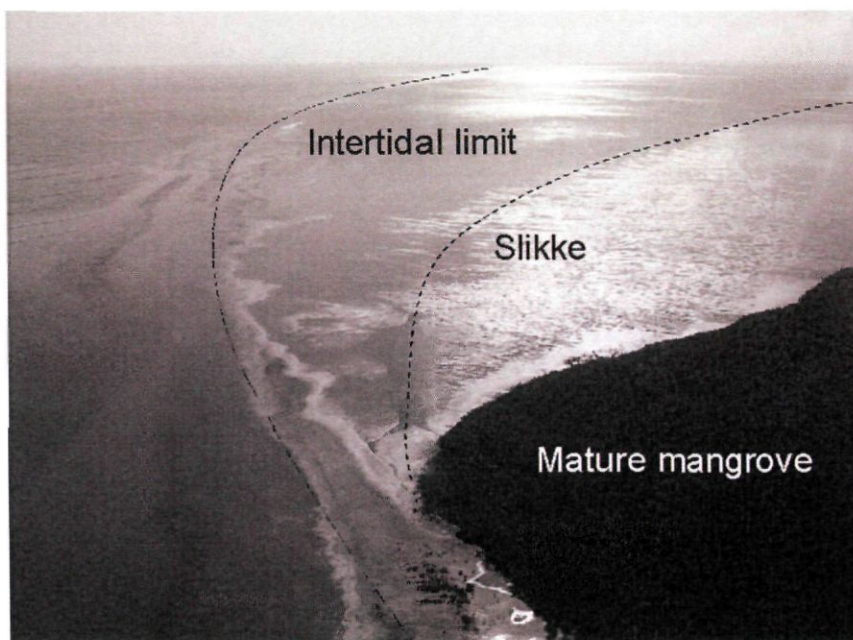


Figure 17 - Photographie aérienne oblique du banc de Kaw, Guyane (d'après Baghdadi et al., 2004)

Les bancs de vase sont constitués d'une partie distale et d'une partie frontale. La partie distale s'érode au profit d'une accumulation de vase dans la partie frontale à l'avant de laquelle se forme un lac de vase. Ce système évolue dans le temps et l'espace, d'est en ouest (figure 18 A).

La partie intertidale des bancs présente différents niveaux de structuration avec la formation de barres vaseuses linéaires qui font face aux vagues. Ces barres sont disséquées par un réseau plus ou moins dense de chenaux de marée (figure 18 B). Ces structures ne peuvent être générées que lorsque la vase est consolidée. Elles protègent généralement la côte située en arrière, à des niveaux plus élevés, de l'action des vagues et constitue une base pour la colonisation des mangroves pionnières, lorsque les conditions d'émersion le permettent.



Figure 18 - Image SPOT (A) et photographie aérienne oblique (B) de la partie intertidale du banc de vase de Macouria, Guyane française (d'après Anthony et al., 2008)

La partie subtidale est peu connue car toujours immergée. Elle est constituée de vase fluide qui amortit l'énergie des houles du large. Elle se développe jusqu'à des profondeurs d'environ 20 m. Le comportement visco-elastique de la vase permet d'atténuer l'action des vagues et de protéger le littoral (en plus, en cas de tsunami, bon effet tampon cumulé à la protection de la mangrove).

4.1.2. Etat physique des vases

En suspension dans les eaux marines et fluviales, les vases (granulométrie inférieure à 63 microns et teneurs en argiles dépassant 10 %) sont soumises à la floculation, c'est-à-dire au rassemblement, sous forme de petits flocons, des particules d'une suspension colloïdale. Le phénomène dominant dans la formation d'agrégats, ou floccs, est l'attraction entre les particules argileuses chargées négativement et les cations de

l'eau de mer (Allison *et al.*, 2000). D'autres forces d'attraction peuvent intervenir comme les liaisons hydrogène ou les charges de la matière organique. Décantées sur les fonds, les vases seront soumises à un tassement très long et leur cohésion variera rapidement en fonction de leur teneur en eau, présentant tous les états physiques possibles : liquide, visqueux, consolidé faiblement déformable ou consolidé.

En Guyane, les vases marines et estuariennes sont à dominante de smectite sur l'illite, avec kaolinite et chlorite (Bouysse *et al.*, 1977, Pujos *et al.*, 1989) ; elles se tassent difficilement lorsqu'elles ne sont pas mélangées à des silts ou des sables.

En milieu marin, la salinité des eaux affecte peu la cohésion et la rigidité de la vase ; leur viscosité par contre sera 2 à 3 fois plus forte en eau de mer qu'en eau douce. Leur suspension peut prendre l'aspect d'un fluide visqueux (qui s'écoule facilement), ou d'un fluide plastique (ayant la consistance d'un gel ou d'une crème), et aboutir à un véritable solide (Anthony *et al.*, 2008).

La densité de vase qui transite le long des côtes peut être très variable, avec différents stades de concentration et de consolidation. Cela dépend de la proximité à la côte, des hauteurs de marée et des processus de liquéfaction.

4.1.3. Migration des bancs de vase

Les côtes de la Guyane sont soumises principalement aux Alizés de nord-est, particulièrement actifs de janvier à mai. Ces vents génèrent des houles de secteur est - nord-est. Les périodes significatives de ces houles sont comprises entre 6 et 10 secondes, et les hauteurs significatives au large, entre 1 et 2 m (Gratiot *et al.*, 2007).

La formation de vase liquéfiée entraîne des interactions importantes et complexes entre le fonds et la houle. Le lit vaseux de consistance visqueuse ou plastique peut être érodé en réponse à une augmentation de la contrainte générée par les vagues sur le fond. Ce stress cyclique engendré par les vagues va commencer par produire des petites déformations sur les fonds. Lorsque ces contraintes dépassent la résistance du lit vaseux, cela aboutit à une liquéfaction de celui-ci (Anthony *et al.*, 2008).

Ainsi, se forme une couche de vase liquide et une augmentation de la concentration de sédiments vers le rivage. Cette couche de vase liquide entre aussi en interaction avec les vagues. Elle amortit fortement leur énergie par frottement, provoquant alors une diminution des hauteurs de vague de l'ordre de 70 % (figure 19).

L'ensemble de ces processus dépend des propriétés des sédiments vaseux, de leur degré de consolidation, de la contrainte engendrée par les vagues, et de la profondeur.



Figure 19 - Propagation de la houle dans la région de Kaw observée sur l'image SPOT du 14/12/2001 bande XS1 (d'après Baghdadi et al., 2005)

Les observations menées en Guyane française montrent que la mobilisation des bancs est particulièrement marquée après une longue période de faible énergie (durant la saison sèche de juillet à octobre) et durant les périodes de mortes eaux. Après cette période d'accalmie, même un événement d'énergie modérée, en général à l'automne, peut être à l'origine d'une mobilisation significative des bancs de vase (Gratiot *et al.*, 2007). Les apports de vase à la côte sont cependant généralement générés par des impulsions d'événement de haute énergie.

Processus transversaux

L'action des fortes houles sur le lit vaseux conduit à un phénomène d'advection de la vase fluide. Près des bancs de vase fixés, au moment du passage des marées de mortes eaux aux marées de vives eaux, cette vase est poussée à la côte et s'accumule (Anthony *et al.*, 2008). Ce phénomène conduit à la formation caractéristique de barres vaseuses parallèles à la côte qui ont la consistance d'un gel. Ces barres vaseuses se consolident dans les zones de complète dissipation des vagues (figure 20). Ainsi, la succession de barres parallèles à la côte peut refléter des phases successives de transport de la vase par les vagues en fonction des variations saisonnières et des cycles de marée. Elles forment, lorsqu'elles sont consolidées, une barrière protectrice contre l'agitation hydrodynamique pour les secteurs intertidaux du banc de vase.

En arrière des barres vaseuses, les sédiments fins en suspension, apportés par les courants de marée, sont piégés dans les dépressions au sein du banc de vase pour aboutir à la formation d'une vasière intertidale qui va se consolider au fur et à mesure que son élévation va augmenter et se traduisant, à terme, par l'installation d'une végétation dense de mangrove dans les secteurs les plus hauts (niveau atteint seulement par les marées de vives eaux).

Cette zone est généralement parcourue d'un réseau de drainage dense de chenaux de marée qui créent une topographie très hétérogène.

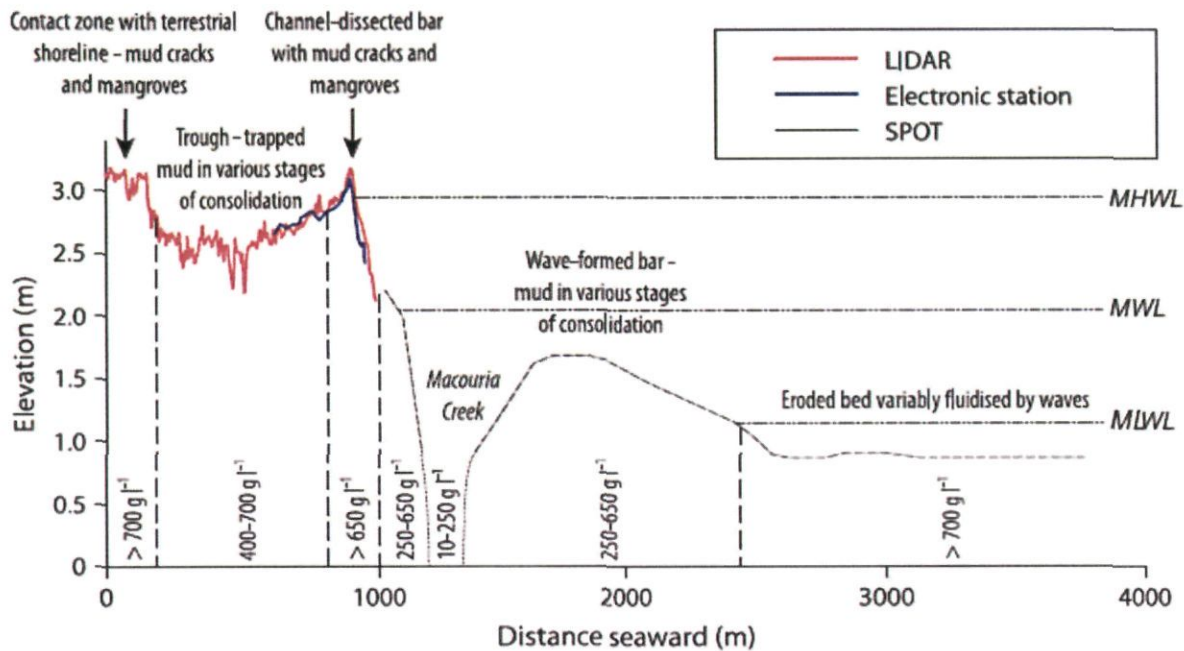


Figure 20 - Profil transversal du banc de vase à Macouria, Guyane Française. Synthèse des secteurs structurels d'un banc de vase avec différents niveaux de consolidations de la vase et de colonisation par la mangrove (d'après Anthony et al., 2008)

Les barres vaseuses jouent donc un rôle primordial dans la structuration et la protection des bancs de vase à la côte.

Migration longitudinale

Le forçage induit par les houles, de décembre à mai, implique une phase active dans la migration des bancs de vase et un aspect saisonnier dans leur déplacement. Les sédiments sont érodés dans les parties distales des bancs et accumulés dans les parties frontales (Froidefond et al., 1988). Cela conduit à la formation de lacs de vase à l'avant des bancs par accumulation de vase fluide. Les lacs de vase sont caractérisés par une surface très lisse du fait de l'importante viscosité de la « crème de vase ». Ils peuvent être désolidarisés du banc et être transportés plus en avant. Tandis que la diminution du forçage océanique (houle et courant) de juin à décembre favorise la structuration et la consolidation des bancs, son augmentation entre décembre et mai favorise leur migration vers l'ouest.

Cependant, il a été démontré que la corrélation entre l'énergie des houles et les vitesses de migration des bancs de vase est relativement faible (Gratiot et al., 2007), ce qui implique le rôle d'autres variables telles que :

- *L'angle d'incidence des houles à la côte :*

A l'échelle du banc, plus l'angle d'approche des vagues dominantes est petit, plus grande est l'extension en longueur par rapport à la largeur, et plus rapide est sa vitesse de déplacement. Ceci a été mis en évidence par les différences de vitesses de migrations des bancs de vase entre la Guyane et le Surinam, vis-à-vis de l'orientation des côtes par rapport aux houles dominantes (Gardel et Gratiot, 2005).

- *Le rôle de la configuration locale des côtes :*

Lors de leur migration, les bancs peuvent subir des modifications de leur géométrie (longueur par rapport à largeur) associées à des différences dans les vitesses de déplacement entre la partie frontale et la partie distale. La configuration des côtes peut dans certains cas être à l'origine de ce comportement (Gardel et Gratiot, 2005). Le débit des embouchures fluviales constitue une barrière physique qui peut entraver la migration de la partie frontale des bancs tandis que la partie distale continue à migrer sous l'action des vagues. De la même manière, la configuration de la côte en baie concave peut favoriser la fixation de la vase et ralentir sa migration. Enfin, la présence de promontoires, d'éperons ou d'îlots rocheux semble ralentir les bancs de vase.

Ces facteurs locaux favorisent l'extension vers le large des bancs de vase en ralentissant leur vitesse de migration.

- *La nature rhéologique des vases :*

Selon l'exposition aux mêmes forçages hydrodynamiques, les bancs de vases ne vont pas avoir nécessairement le même comportement. En effet, la nature des vases peut varier d'un banc à un autre. Ainsi, l'association de sables et d'argiles peut favoriser la consolidation de la vase dans certains cas.

D'autre part, le comportement rhéologique des vases montre que la réponse au forçage par les vagues n'est pas linéaire. Au-delà d'un seuil de forçage, la viscosité de la vase diminue considérablement, ce qui pourrait, alors avoir une forte influence sur les vitesses de migration des bancs de vases.

- *La variabilité du forçage hydrodynamique induit par les grands courants marins :*

Les variations d'intensité du Courant Côtier Nord Brésilien pourraient également jouer un rôle dans la vitesse de migrations des bancs de vase, associées aux grands courants géostrophiques subtropicaux.

- *Les variations des niveaux marins :*

Gratiot *et al.*, (2008) ont mis en évidence une corrélation entre le cycle nodal de la marée de 18,6 années, qui modifie l'amplitude des marées de 3% (soit une

augmentation des marées de vive-eau de 6 cm), et l'avancée ou le retrait général du trait de côte à l'échelle de ce cycle. Ceci démontre bien la sensibilité du trait de côte et de son évolution à de faibles variations de niveau marin.

En effet, les niveaux élevés de la marée sont favorables à une augmentation de l'action érosive des vagues dans un contexte de côtes vaseuses basses. Ils peuvent également réduire la capacité de colonisation par la mangrove des parties les plus élevées des bancs en diminuant les surfaces soumises à l'émersion.

A plus long terme, une augmentation du niveau moyen de la mer (impact du changement climatique) pourrait aussi favoriser un recul du trait de côte.

D'autres pistes sont encore envisager pour comprendre les variations de vitesse de migration, telle que les effets associés au phénomène El Nino/La Nina sur l'Atlantique austral et ses conséquences sur la modification du régime des vents.

Colonisation des bancs de vase par la mangrove

Après la fixation d'un banc de vase à la côte, il a été démontré que le processus de colonisation par la mangrove est directement lié au temps d'exondation de la partie intertidale du banc (Fiot *et al.*, 2006). Au cours des périodes de l'année durant lesquelles l'énergie des houles diminue (avril à novembre), l'exondation des vases fluides à marée basse favorise l'élimination de l'eau interstitielle par évaporation et par drainage pour former des fentes de dessiccation (figure 21).

L'ouverture de ces fentes se produit après un minimum de 5 jours d'exondation totale (lorsque les conditions d'évaporation sont favorables) dans les secteurs où l'altitude minimale est de 2,7 m (Gardel *et al.*, 2007). Une fois la dessiccation opérée, les secteurs supérieurs à 2,7 m doivent être recouverts par les marées de vives eaux qui apporteront les graines d'*Avicennia* germinans disponibles en grande quantité de janvier à avril. Les grandes marées d'équinoxe de printemps semblent être les plus favorables à un apport massif.

Les observations sur le terrain ont mis en évidence que le piégeage des graines dans ces fentes est responsable de 95 % de la germination sur la frange côtière, ce qui en fait un des principaux mécanismes de la colonisation (Fiot *et al.*, 2006).



Figure 21 - Fentes de dessiccation et colonisation de la mangrove sur un banc de vase, Guyane française (d'après Anthony *et al.*, 2010)

Les graines sont piégées dans les fentes de dessiccation. Avec des vitesses de pousse de 225 cm/an, les jeunes *Avicennia germinans* recouvrent rapidement les secteurs consolidés. La colonisation végétale, une fois amorcée se répand rapidement et le banc a atteint sa maturité.

Gardel *et al.* (2007) proposent un modèle de colonisation et de structuration des bancs de vase tel que schématisé figure 22.

Ce schéma de structuration et de maturation se répète, dans le temps et dans l'espace, au fur et à mesure de la migration du banc le long des côtes vers le nord-ouest.

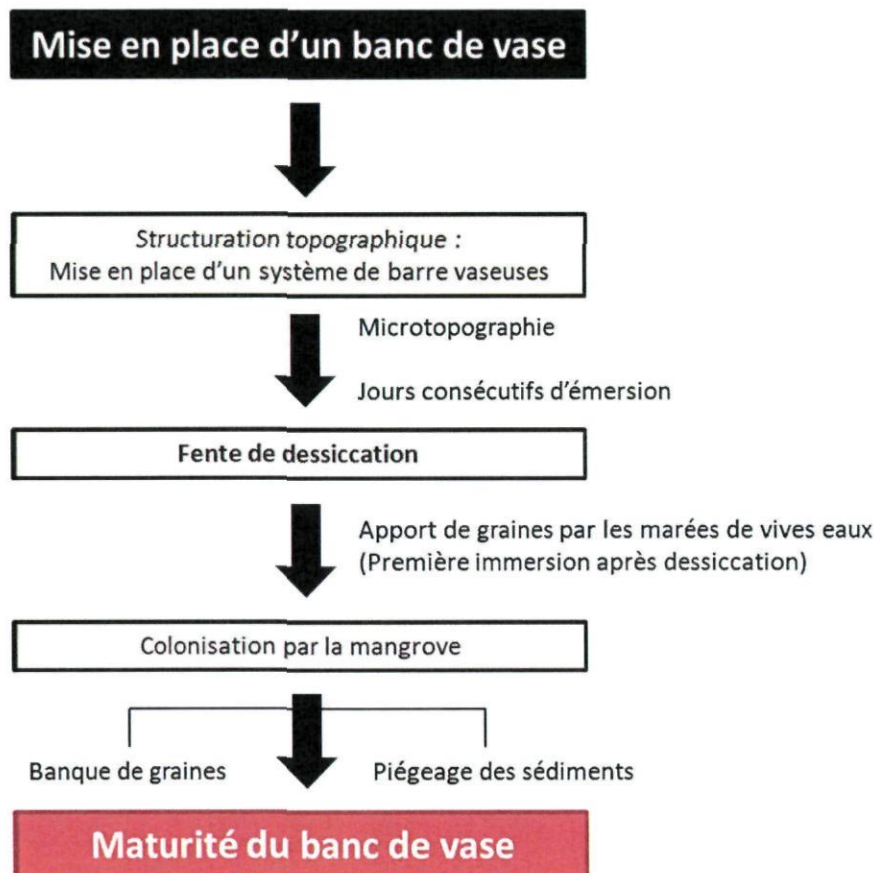


Figure 22 Modèle conceptuel de structuration et de maturation d'un banc de vase (d'après Gardel et al., 2007)

4.2. LES COTES EN EROSION

Entre les bancs de vase, les espaces sont des secteurs d'érosion ou de non-déposition, tant sur les côtes à mangrove de vase consolidées que sur les côtes sableuses.

L'absence de banc de vase induit des profondeurs plus importantes de la bordure littorale et une moindre dissipation de l'énergie des vagues. Ainsi, le déferlement peut s'effectuer de plus en plus haut sur le rivage, notamment au cours des cycles de marée de mortes eaux aux marées de vives eaux.

La morphologie des zones inter-bancs est caractérisée par le recul du trait de côte, avec des profils bas et concaves qui forment des microfalaises dans la vase consolidée (Froidefond et al., 1998), ou les dépôts de sable plus anciens. Le démantèlement des forêts de mangrove est concomitant. La ligne de rivage présente bien souvent une configuration longitudinale rythmique avec une alternance de caps et d'anses, configuration témoignant d'une érosion intense (figure 23).

Ces secteurs sont également caractérisés par la présence de côtes sableuses (plages et cheniers), qui reposent sur un substratum d'argiles consolidées en avant côte. Ces sables fluviatiles d'origine locale peuvent être poussés et accumulés à la côte grâce à des conditions de houle plus énergétiques et de désenvasement des fonds en phase inter-bancs.

4.2.1. Les mangroves en érosion

Il est reconnu en Guyane que les palétuviers n'empêchent pas le recul du rivage. Ils sont généralement facilement déracinés par les houles, puis accumulés le long de l'estran (Prost, 1990c).

En effet, lorsque qu'un rivage n'est plus protégé par un banc de vase, dans la partie distale des bancs lorsqu'ils migrent, les vagues déferlent directement à la côte et démantèlent la mangrove en place.



Figure 23 Alternance de caps et d'anses dans un contexte de côte de mangrove en érosion dans un espace inter-banc (d'après Lefebvre et Guiral, 2004)

4.2.2. Les plages et les cheniers

Un chenier est un cordon de plage, reposant sur des formations fines consolidées (argiles, limons...). Ils se situent sur les côtes vaseuses, progradantes, généralement

de basse énergie qui peuvent périodiquement connaître des épisodes de régime de houle de forte énergie (Prost, 1989a). Ces cordons sont alors formés de matériel grossier, puis lorsque le régime des houles diminue l'hydrodynamisme redevient plus faible, ils sont alors isolés de la mer par une nouvelle phase de progradation vaseuse. (figure 24).

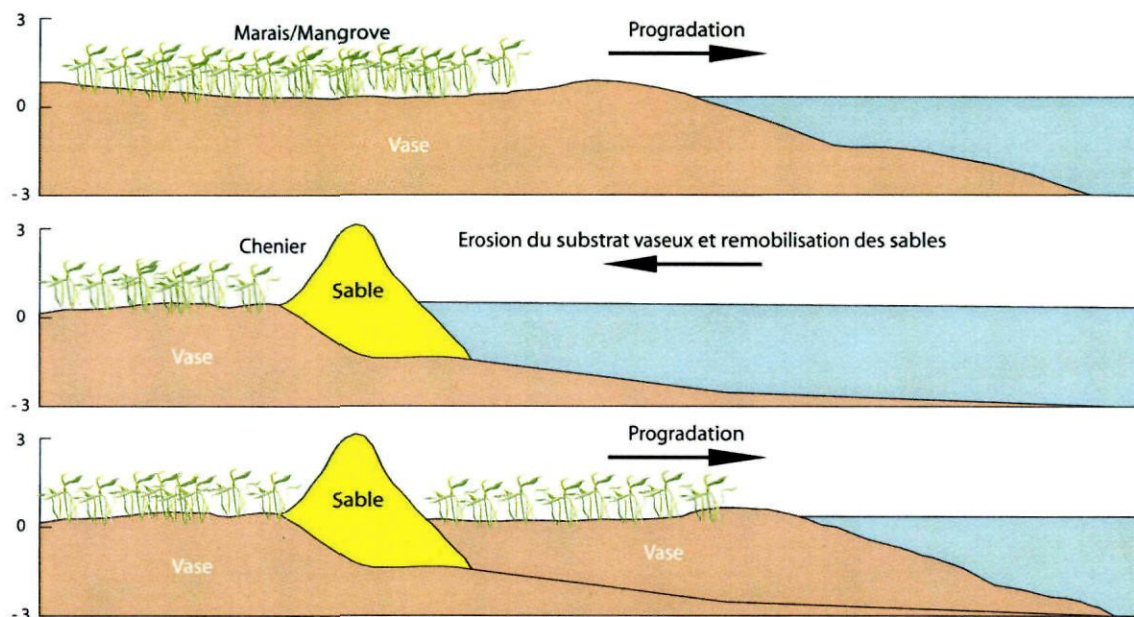


Figure 24 - Schéma de formation des cheniers (M. Moisan)

En Guyane, les plages et les cheniers se forment uniquement dans les espaces inter-bancs quand l'apport de sédiments fins amazoniens a été interrompu et remplacé par un apport sableux fluvial et local (en général à l'ouest des embouchures). Une barre sableuse est progressivement poussée vers la côte par les vagues qui ne sont plus dissipées par la vase, donnant naissance à une plage droite, lorsque l'apport sableux est abondant (Prost, 1990c).

Ces plages peuvent ensuite être remaniées par les vagues, pour évoluer vers une côte échancrée lorsque les apports sableux se raréfient. La plage recule ainsi petit à petit sur un platier de vase consolidé. L'action du jet de rive peut créer des washover (projection de sable par le jet de rive en arrière du cordon sableux) accompagnant le recul progressif du rivage (figure 25). A terme, ce cordon sableux peut être figé et séparé de la mer par l'arrivée d'un nouveau banc de vase, pour former un chenier.



Figure 25 - Cheniers dans un espace inter-banc en érosion le long des rizières de Mana (d'après Anthony, 2010)

Cependant l'apport actuel des fleuves guyanais en sables ne semble pas suffisant pour maintenir les accumulations sableuses à la côte et former de nouveaux cheniers de grande ampleur. Ainsi, le développement des cheniers sur le littoral est limité, les côtes sableuses actuelles sont pour la plupart d'anciens cordons Holocène remaniés par la houle lors d'épisodes érosifs dans les espaces inter-bancs.

Le paysage de la plaine côtière est parcouru de cheniers parallèles à la côte, marquant d'anciennes lignes de rivage. Un ensemble de cheniers ou des groupes de cheniers, séparés par des marais, forment une plaine à cheniers. Ces structures sableuses sont très répandues sur la plaine côtière du Surinam. Ces formations, d'origine côtière, réagissent donc très vite aux changements côtiers, ce qui en fait de bons indicateurs des variations de la ligne de rivage.

4.3. LES PLAGES DE CAYENNE : UN CONTEXTE MORPHOLOGIQUE ET UNE DYNAMIQUE SPECIFIQUES SUR LES COTES DE GUYANE

4.3.1. Description morphologique de l'île de Cayenne

L'île de Cayenne est en réalité une presqu'île ; elle forme un des rares promontoires rocheux de socle précambrien qui s'avance vers la mer entre l'estuaire de l'Amazonie et l'Orénoque. Cette presqu'île est située entre deux estuaires, le Mahury, à l'est, et la rivière de Cayenne, à l'ouest (figure 26).



Figure 26 - Situation de l'île de Cayenne (Source: BD ortho 2006, IGN)

La presqu'île est formée par des collines appelées « Monts » et des plateaux aux sommets latéritisés, reliés par la sédimentation quaternaire. Cette morphologie explique la relative originalité des rivages de ce secteur par rapport aux côtes basses et marécageuses du reste de la Guyane :

- Au nord-est, la côte est haute et rocheuse, avec des petites plages étroites (Fort Diamant, Gosselin...) formées entre les affleurements du socle. Les rivages sont dominés par le plateau du Mahury (171 m d'altitude) et par la Montagne de Rémire (130 m) dont les sommets et les versants escarpés sont couverts par la forêt.
- La partie centrale de la presqu'île est par contre basse et large, avec de longues plages rectilignes ouvertes vers l'océan (anse de Rémire, Montjoly, Montabo), ancrées à des collines du socle (Montravel, Bourda, Montabo...). Plus au large, le socle forme un ensemble d'îlots et d'îles (îlots Dupont, îlets du Père, de la Mère, de l'Enfant Perdu, le Grand Connétable...).
- Au nord-ouest, dans le site urbain de Cayenne, la côte est basse, découpée par des anses (Chaton, Nadau) et par des pointes rocheuses (Buzaré, Amandiers).

Entre les pointes rocheuses, se localisent des baies formées d'étroits cordons sableux d'environ 500 m de large reposant sur des dépôts d'argiles d'âge pléistocène. Ces sables grossiers à fins (grains de 2,4 à 0,4 mm de diamètre en moyenne) sont essentiellement quartzueux et sont accompagnés d'une quantité variable de minéraux lourds et d'une petite fraction de débris coquillés (<1%). L'origine des sables est locale

et fluviatile (Mahury) issue de l'altération des roches du socle précambrien de l'intérieur des terres (Pujos *et al.*, 2000).

4.3.2. Les alternances envasement-désenvasement sur l'île de Cayenne

Ce sont les alternances de phases d'envasement-désenvasement attestées depuis au moins le XVIII^e siècle qui caractérisent l'évolution des plages de l'île de Cayenne. Entre 1751 et 1960, la périodicité de ces cycles a été établie en moyenne à 22 ans, soit 11 par phase (Créocéan et BRGM, 2008). Depuis les années 50, il s'est produit sur l'île de Cayenne deux cycles complets d'envasement-désenvasement (figure 27).

Périodes	1955-63	1963-1975	1975-86	1986-1997	1997-2005
Phénomène	Envasement	Désenvasement	Envasement	Désenvasement	Envasement
Durée	8 ans	12 ans	11 ans	11ans	7 ans

Figure 27 - Périodicité des phénomènes d'envasement sur l'île de Cayenne (d'après Créocéan et BRGM, 2008)

En 2011 la partie est de l'île de Cayenne est complètement désenvasée, tandis que les côtes à l'ouest de la presqu'île à partir du Mont Montjoyeux, sur le site urbain de Cayenne, sont recouvertes de mangroves qui ont colonisé la vase (vieux port, Amandiers, Buzaré...).

4.3.3. Variabilité spatio-temporelle de la morphologie des plages et alternance des phases d'envasement-désenvasement

Ces alternances de phases d'envasement/désenvasement successives ont pour conséquence une importante variabilité spatio-temporelle dans la morphologie et la dynamique des plages de l'île de Cayenne. Elles provoquent notamment des alternances périodiques des courants de dérive littorale* qui conduisent à un phénomène de rotation de plage, partielle ou totale. Ces changements morphologiques ont été étudiés par Anthony *et al.* (2004). Selon ces auteurs, ces changements peuvent être décrits en 4 étapes, comprenant une étape « banc », une phase inter-banc et des phases de transition (figure 28).

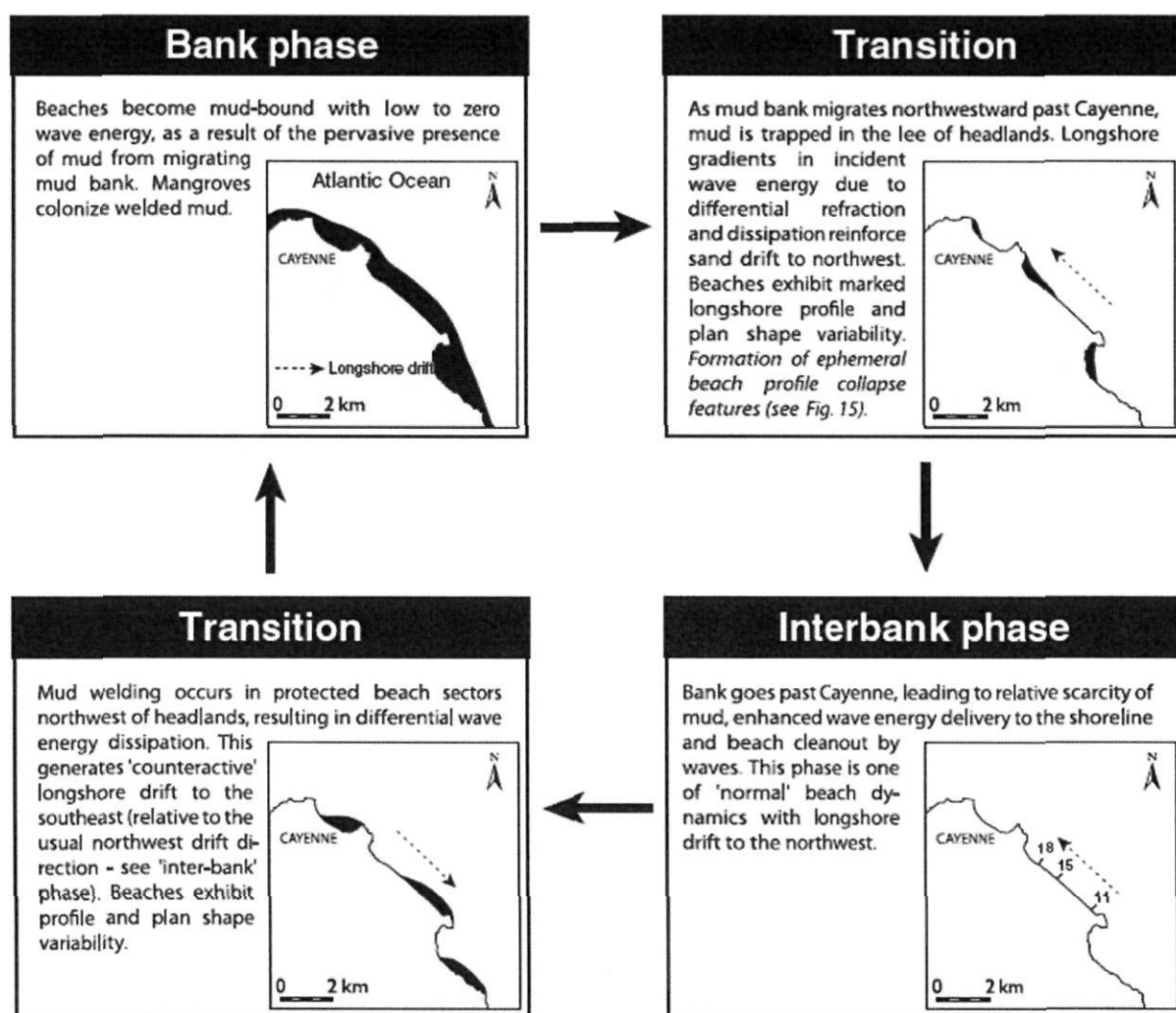


Figure 28 - Modèle en quatre phases de l'évolution morphologique des plages de Cayenne impliquant une rotation du transit sédimentaire en réponse au passage des bancs de vase (d'après Anthony et al., 2010)

La progressive migration d'un banc de vase du sud-est vers le nord-ouest se traduit par une suite de 4 situations :

- Une première situation à l'approche d'un banc de vase par le sud-est dissipe de plus en plus l'énergie des houles au large. En saison de fortes houles, cela se traduit par une érosion des plages dans les secteurs nord-ouest, associée à une dérive littorale du sable érodé dans la direction opposée (figure 29). En effet, l'interaction entre le banc de vase et la houle provoque une réfraction des vagues qui induit un gradient d'énergie des vagues du nord-ouest vers le sud-est générant une dérive du sable en sens à la dérive «habituelle» de nord-ouest.

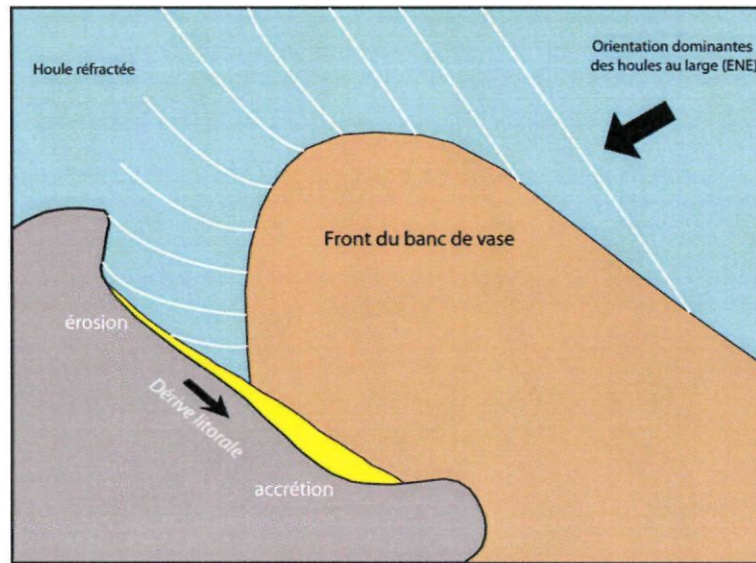


Figure 29 - Interaction entre la plage et l'arrivée d'un banc de vase (M.Moisan)

- La deuxième phase correspond à la situation d'apport actif de vase. Dans ces conditions, les dépôts de vase abondants, poussés sur les côtes par les vagues, peuvent entraîner un recouvrement rapide des plages et la dynamique sédimentaire des plages peut être interrompue pendant plusieurs années. L'interaction entre la vasière ainsi formée et les vagues est repoussée à une centaine de mètres du rivage.
- La troisième phase correspond à la situation de désenvasement, lorsque le front du banc de vase migre vers le nord-ouest. Les secteurs sud-est des plages se désenvasent progressivement, tandis qu'il persiste de la vase sur les secteurs du nord-ouest. Ainsi, une dérive littorale en direction de l'ouest est favorisée par un gradient d'énergie du sud-est vers le nord-ouest.
- Enfin, dans la phase 4 qui correspond à la situation inter-banc, la plage n'est plus alimentée en vase et est ainsi nettoyée des apports vaseux. Une telle phase inter-banc permet une transmission plus efficace de l'énergie des vagues à la côte, conduisant à un comportement plus classique de la plage, caractérisé avec une évolution saisonnière où elle s'engraisse et s'érode en fonction des forçages océaniques, avec une dérive littorale de nord-ouest (figure 30).

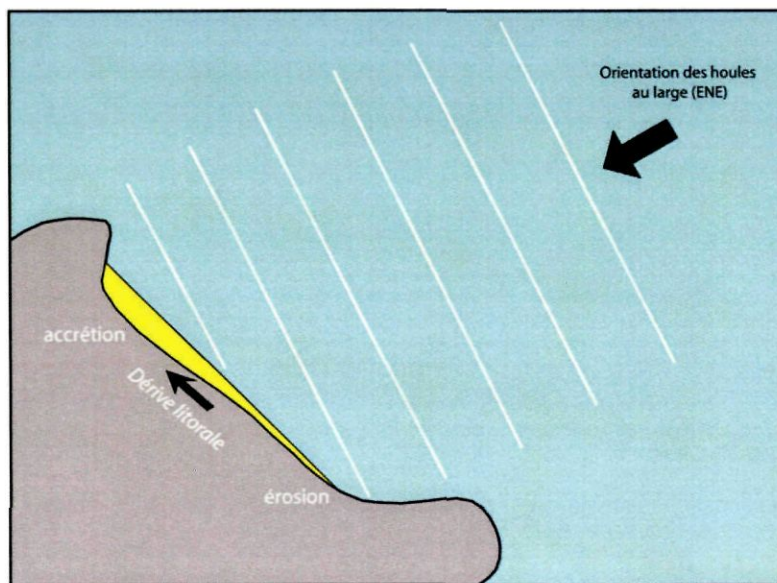


Figure 30 - Dynamique de la plage en situation de désenvasement (M. Moisan)

Durant les phases d'envasement, la dynamique des plages peut être figée par une couche de vase issue du système de dispersion amazonien et rapidement colonisée par la mangrove. Un banc de vase peut ainsi rester fixé à une plage pour une période de plusieurs années.

Pour Anthony *et al.* (2004) les observations suggèrent que ce phénomène n'affecte pas le budget sédimentaire de la plage sur le moyen terme. Cependant la couverture vaseuse peut éventuellement, pendant une courte période (mois, années), séquestrer une partie du stock érodé de la plage qui sera ensuite restitué lors du démantèlement du banc de vase. Contrairement à ces auteurs, d'autres études tendent à montrer que le bilan sédimentologique global sur le moyen terme est en faveur d'un déficit en sédiments, avec évacuation – ou perte - du matériau sableux (Lasserre *et al.*, 2004 ; Declercq, 2009).

Les plages de sables exposées aux vagues peuvent montrer deux morphologies distinctes, soit un profil rectiligne en plan avec une largeur uniforme ou des largeurs différentes le long de la plage. Les fluctuations les plus importantes observées en largeur concernent les extrémités des plages. L'accrétion à une extrémité d'une plage est associée à l'érosion de l'autre extrémité. Ces variations à court terme sont mieux représentées sur la plage de Montjoly que sur les plages de Montabo et l'anse de Rémire (figure 31).

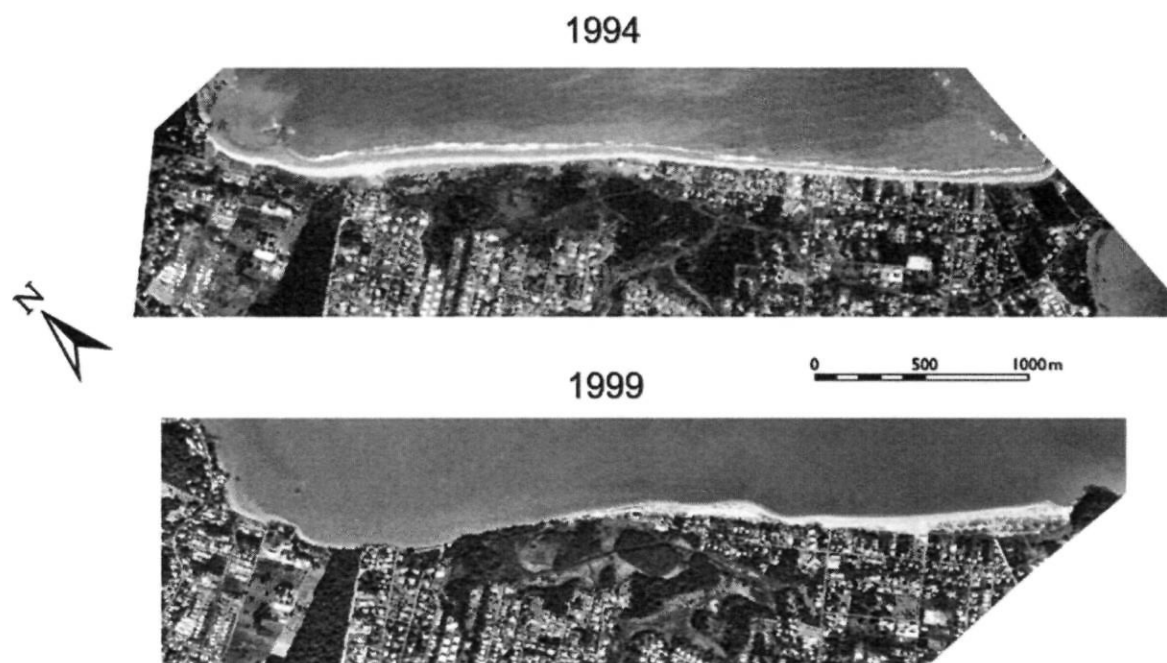


Figure 31 - Rotation de plage à Monjoly (d'après Anthony et al., 2004)

Cette rotation est singulière, non liée à des changements saisonniers dans la direction des houles aux larges, mais en relation avec le différentiel dans le gradient d'énergie et la réfraction des vagues incidentes le long du rivage à l'approche d'un banc de vase, ce qui génère un renversement de la dérive littorale.

A court et moyen terme, la nature saillante du promontoire rocheux de Cayenne, associée à des anses protégées, favorise l'envasement périodique des plages par la migration au large des bancs de vase amazoniens vers le nord-ouest. Les causes de la fixation périodique de ces bancs affectant l'île de Cayenne sont encore mal déterminées. Il pourrait s'agir de variations dans le régime des Alizés qui généreraient des houles poussant ces bancs le long des côtes. Mais depuis l'Holocène, ce secteur de la côte ne semble pas avoir subi de progradation de nature vaseuse importante de par la morphologie et l'orientation de l'île de Cayenne (Anthony et al., 2004).

La dynamique des plages de poches du promontoire rocheux de l'île de Cayenne diffère donc sensiblement des cheniers classiquement rencontrés sur les côtes vaseuses d'Amérique du Sud entre l'Amazone et l'Orénoque, en ce sens qu'elles ne migrent pas vers l'intérieur des terres sur un substrat vaseux consolidé où qu'elles ne sont pas affectées par une progradation vaseuse massive qui les coupent durablement des processus côtiers. Cette constatation va également dans le sens d'un bilan global érosif positif pour cette partie de la côte, comme suggéré par certains auteurs.

4.4. LES ESTUAIRES

L'évolution morphologique des estuaires est aussi en interaction avec le déplacement des bancs de vase (Prost, 1991a). Certains estuaires sont stables dans le temps (Mahury, Cayenne, Kourou, Maroni...) ; d'autres subissent des modifications importantes de leur morphologie (Sinnamary, Mana, Kaw, Iracoubo...). Dans ce dernier cas, lors des épisodes d'envasement, il se produit un allongement important des embouchures avec une déflexion vers le nord-ouest (figure 32).

De la même manière, en phase d'érosion, à mesure que l'embouchure se rétrécit, il peut y avoir formation d'une brèche. La houle peut pénétrer plus en amont dans l'estuaire et provoquer une érosion accrue des berges. L'ouverture forcée de certaines embouchures peut ainsi modifier les paramètres hydrologiques, physico-chimiques (salinité), sédimentologiques et morphologiques des estuaires. C'est le cas récent de la Mana et des polders rizicoles.

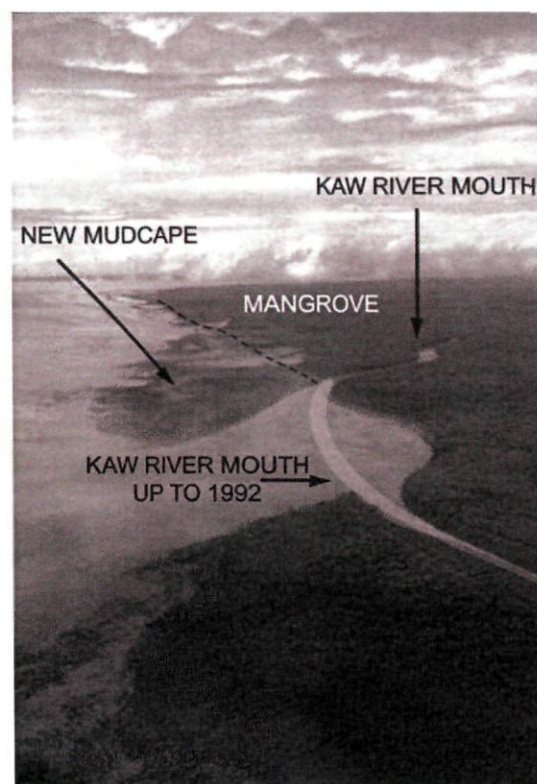


Figure 32 - Déviation de l'estuaire de Kaw, mars 1999 (d'après Lefebvre et Guiral, 2004)

La part des fleuves guyanais dans la sédimentation côtière reste très faible. Elle représente moins de 1 % en comparaison de celle de l'Amazonie. Mais ils jouent un rôle important pour ce qui est des apports sableux, essentiellement locaux et fluviaux (Pujos *et al.*, 2000).

4.5. SYNTHÈSE SUR L'ÉVOLUTION DU SYSTÈME CÔTIER

La figure 33 synthétise les processus mis en jeu dans la formation et la dynamique de la côte en Guyane.

Elle est ainsi composée à la fois

- de côtes vaseuses d'accrétion latérale et de progradation en milieu d'énergie moyenne,
- de côtes sableuses d'accumulation et d'érosion (plages, cordons, flèches, cheniers), formées par l'action des courants (courant des Guyanes, dérive littorale, marées) et des vagues dans les espaces inter-bancs.

La migration des bancs d'est en ouest fait alterner ce cadre morphologique général dans l'espace et le temps, avec des secteurs en érosion, en arrière de la partie distale des bancs de vase et en accrétion dans la partie frontale. La dynamique de ce système induit de facto une grande variabilité du trait de côte.

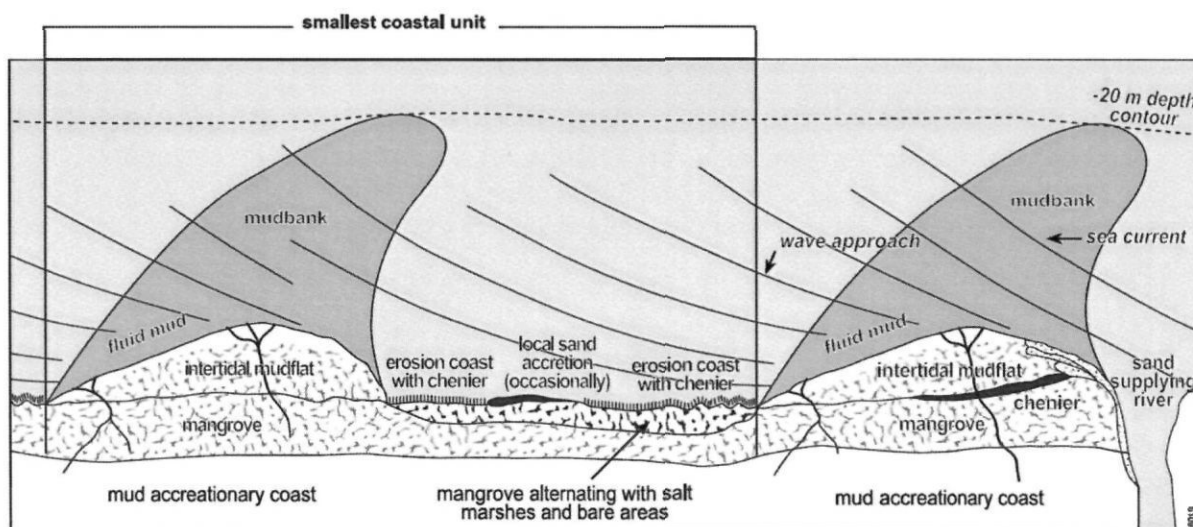


Figure 33 - Représentation schématique du système côtier des côtes de la Guyane avec alternance des côtes d'accrétion et d'érosion (d'après Augustinus, 2004)

Le tableau de la figure 34 résume la typologie des côtes de Guyane en fonction des processus et des moments dans l'évolution du système. Si dans son principe, l'évolution de la dynamique côtière commence à être bien comprise, il n'en reste pas moins que l'évolution temporelle du système reste hasardeux à pronostiquer ; on aura en effet beaucoup de difficultés à prédire, notamment en vue d'aménagements, le temps qu'il faudra pour passer d'une phase à l'autre du processus.

Structure sédimentaire/plate-forme interne	Rivage	Evolution du trait de côte	Morphologie/végétation
Accumulation massive, vases litées	Banc de vase.	Progradation	• Vasière intertidale • Mangrove/marais
Structures d'érosion/Discontinuités	Espace inter-banc.	Recul	• Plages, flèches et cheniers • Côte échancrée sableuse ou à mangrove

Figure 34 - Typologie des côtes de la Guyane : relations entre formes, dépôt et dynamique des milieux côtiers (d'après Prost, 1990c)

D'après la représentation du trait de côte de la BD Carthage, issue de données de l'IRD, qui a recensé la nature du trait de côte (figure 35), la côte guyanaise est composée de 58 % de mangrove (qu'elle soit en en cours de colonisation ou en érosion). Le reste de la côte est constitué de vase pour 28 % de son linéaire, de sable pour 13 % dans les abris créés par les promontoires rocheux de Cayenne et de Kourou ou issu du remaniement d'anciens cordons dans les secteurs inter-bancs (en général sur la partie ouest des embouchures). Enfin, seul 1 % du linéaire côtier est rocheux, il correspond aux affleurements du socle à Kourou et de la presqu'île de Cayenne.

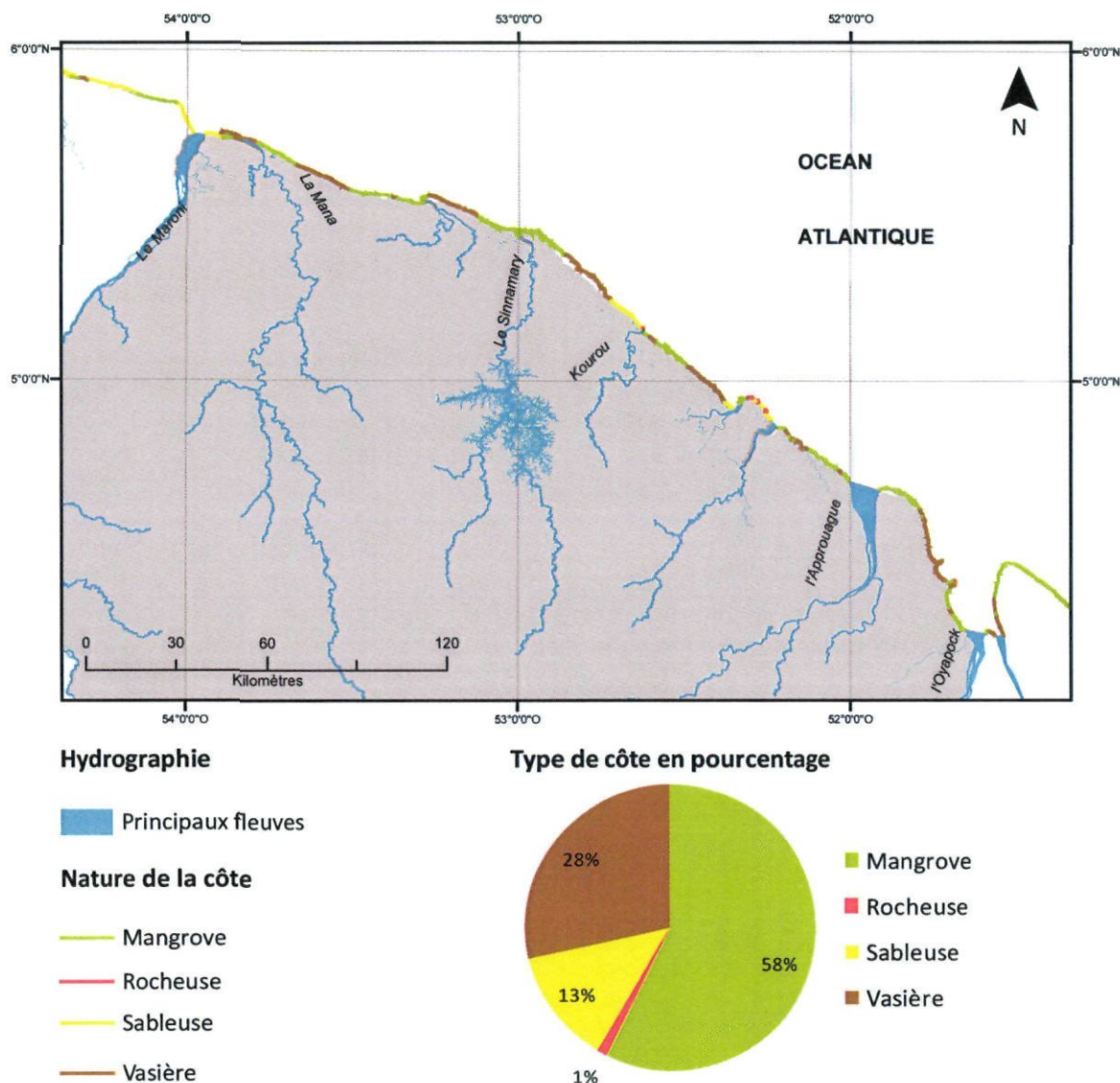


Figure 35 - Nature du trait des côtes guyanaise (Réalisation M. Moisan, d'après la BD Carthage)

De la migration des bancs de vase le long des côtes résulte donc une multitude de transformations : déviation des estuaires, envasement-désenvasement des côtes, développement et disparition de la mangrove, impact sur l'évolution des marais sub-côtiers, variation du trait de côte, etc.

La carte de la figure 36 montre l'évolution du trait de côte entre 1950 et 1994 numérisée à partir des missions photographiques de 1950, 1976, 1987 et 1994 (Allard *et al.*, 1997). Les variations peuvent être de 5 km en 50 ans dans les zones les plus soumises à l'engraissement ou l'érosion, tandis que les variations annuelles peuvent atteindre de 100 à 200 mètres, mais ne sont généralement pas continues dans l'espace et le temps.

Quelques secteurs sont caractéristiques de l'évolution de la côte depuis 50 ans. Il existe des secteurs marqués par une forte dynamique :

- entre Kourou et Sinnamary. Dans ce secteur les variations du trait de côte sont importantes. De Kourou à la Crique* Malmanoury (25 km à l'ouest de Kourou) il y a une zone globalement en accrétion depuis 1950. Puis, de la crique Malmanoury à l'embouchure de la Sinnamary, l'ensemble de la zone est en érosion depuis 1950. L'embouchure auparavant déviée vers l'ouest a reculé d'environ 5 km.
- de Sinnamary à Iracoubo. En 1950 la côte est proche du cordon sableux, puis en 1987 elle s'engraisse de manière importante et se trouve 5 km plus au large ; en 1994 la tendance s'inverse et la côte est érodée d'environ 1,5 km. A l'ouest d'Iracoubo, sur environ 12 km, peu de variations du trait de côte ont été observées depuis 1950.
- le secteur de Mana. La côte dans ce secteur est caractérisée par la présence du fleuve Mana dont l'embouchure, parallèle au rivage, est déviée vers l'ouest sur une vingtaine de kilomètres. L'étendue, plus ou moins vaseuse, entre le fleuve et la mer et formant la pointe Isère, s'est considérablement réduite au cours de ces 50 dernières années. En 1950 cette bande avait 4 km de large, alors qu'en 1976 elle n'était plus que de 1,5 km et en 1994, d'environ 800m. A l'heure actuelle cette pointe n'existe plus, la mer a ouvert une brèche au niveau de l'embouchure et le reste de la pointe Isère forme une île qui est maintenant accolée à la côte au niveau du bourg d'Awala.

D'autres secteurs connaissent une relative stabilité depuis 50 ans :

- La pointe Behague. Elle est située entre les fleuves Oyapock et Approuague et a connu peu de modification de sa morphologie.
- L'île de Cayenne. Elle est également peu soumise aux variations de son trait de côte en raison de la nature rocheuse de ce promontoire. Elle est tout de même soumise à des épisodes d'envasement - désenvasement temporaires, mais spectaculaires qui reviennent à intervalles plus ou moins réguliers, avec de fortes périodes érosives des plages sableuses, après chaque période de désenvasement.
- L'embouchure du Maroni. Cet estuaire ne présente pas de fluctuations significatives au cours de ces 50 dernières années.

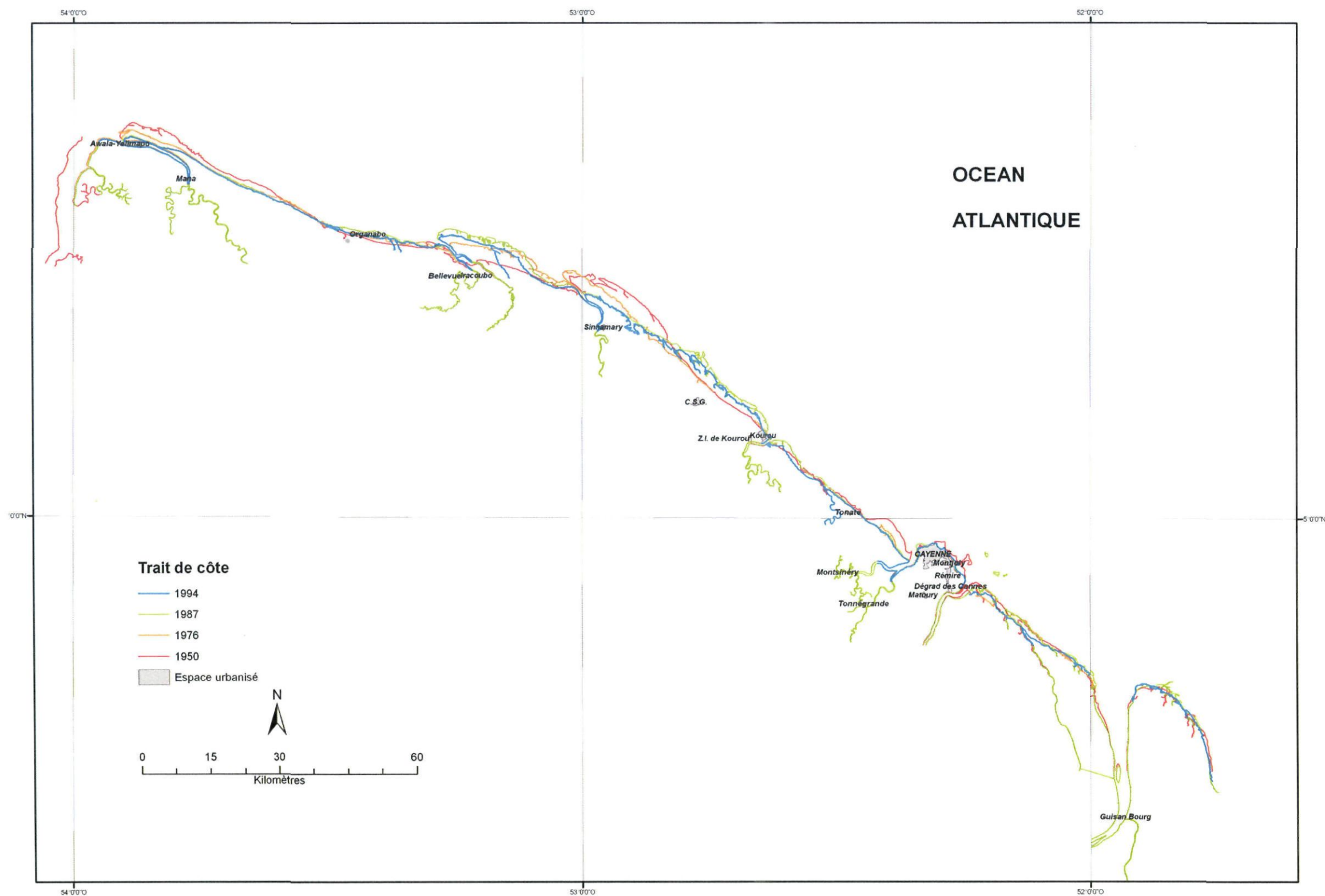


Figure 36 - Evolution du trait de côte de la Guyane de 1950 à 1994, d'après Allard et al. (1997) modifié par M. Moisan

Les facteurs les plus influents dans la formation et dans la migration des bancs, sont principalement : l'action des houles, les modifications dans le régime des alizés, les variations de l'apport sédimentaire amazonien, les variations du niveau marin et enfin la configuration locale des côtes.

On parle généralement de cycle ou de périodicité pour qualifier les phénomènes sédimentaires d'envasement et de désenvasement sur les côtes de Guyane. Ce qui laisse régulièrement espérer aux autorités et aux décideurs que les scientifiques puissent prédire la temporalité des phases du cycle, avec une certaine précision, et les transformations morphologiques des côtes associées. Certains parlent de cycles de plus ou moins 30 ans, avec 15 ans d'envasement et 15 ans d'érosion ; d'autres les reconnaissent nettement plus courts, avec une temporalité de près de la moitié, 7-8 ans d'envasement, 7-8 ans d'érosion... Actuellement, et peut-être parce que les observations sont quasi continues depuis une dizaine d'années, les cycles auraient tendance à diminuer encore (de l'ordre d'une dizaine d'années pour les deux cycles cumulés).

Cependant, la notion de cycle pour ce phénomène est discutée car les processus en jeu sont complexes et discontinus dans le temps et dans l'espace. Dans certains cas, l'évolution du banc peut être continue tandis que dans d'autres elle peut s'interrompre, ou encore aboutir à la dispersion complète du banc de vase. D'autre part, les études diachroniques ou historiques ont démontré que l'envasement peut être irrégulier, comme c'est le cas sur l'île de Cayenne. Ainsi, la périodicité du système accrétion-érosion est posée dans les zones de Sinnamary et de la Pointe Isère, où les conditions d'érosion s'observent depuis une durée qui dépasse celle admise généralement pour la périodicité des phases d'envasement-désenvasement.

Les rivages de la plaine côtière entre l'estuaire de l'Amazonie (nord du Brésil) et l'Orénoque (Venezuela), dont la Guyane française fait partie, présentent toutes les caractéristiques d'une côte en progradation sur le long terme, au moins depuis l'Holocène. L'Amazonie fournit en effet une grande quantité de sédiments fins, dont une partie transite sous forme de bancs de vase sous l'action des courants le long des côtes sur un plateau continental faiblement incliné et peu profond.

La migration des bancs de vase d'origine amazonienne le long des côtes comporte des alternances spatio-temporelles de phases de banc et d'inter-bancs. Selon plusieurs équipes scientifiques (Allison et Lee, 2004 ; Anthony *et al.*, 2010), lorsqu'on se place sur le long terme et en dehors de toute influence d'aménagement anthropique, la succession des cycles bancs – inter-bancs finit par accumuler du matériau fin vaseux au rivage, induisant un bilan positif net d'accrétion de la plaine côtière (figure 37). Cela expliquerait ainsi le processus de formation pendant la période Holocène, de cette plaine s'étendant depuis l'Amazonie jusqu'au Venezuela, avec des dépôts vaseux recouverts de cheniers sableux formés en inter-bancs à partir de matériaux issus du continent. Cependant à l'échelle des cinquante dernières années, sur plusieurs

secteurs de la côte de Guyane, on observe plutôt le phénomène inverse avec un déficit sédimentaire net et un retrait significatif du trait de côte (voir figure 36).

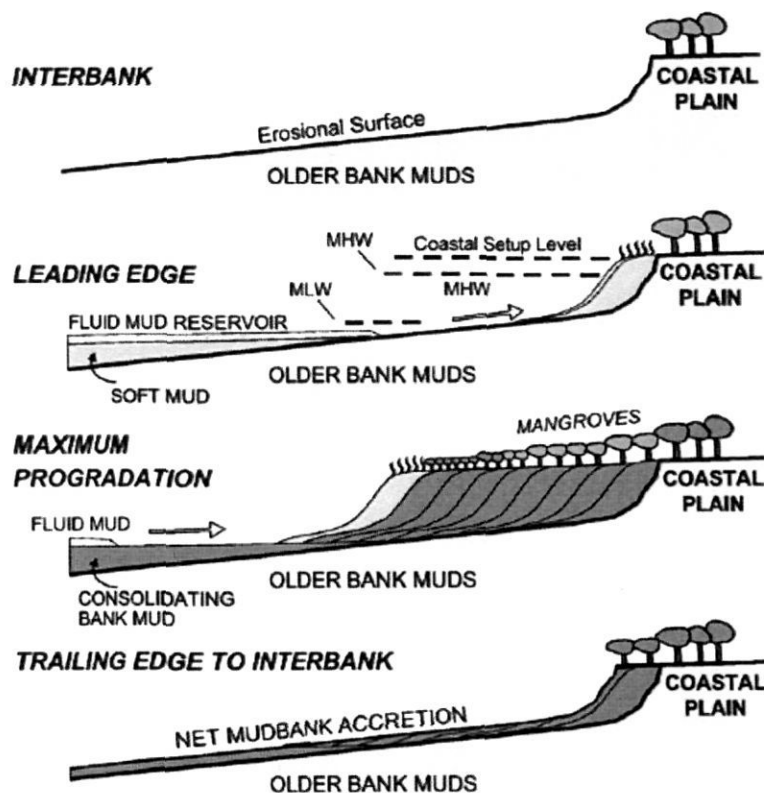
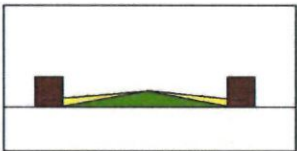
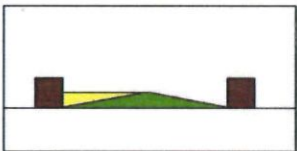
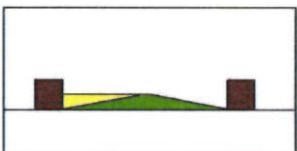
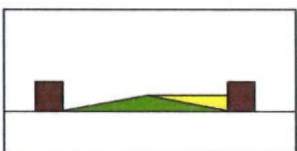
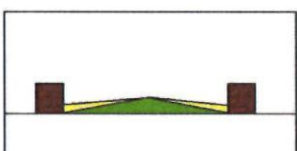
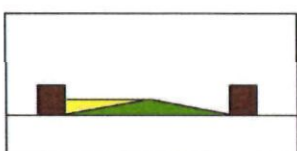
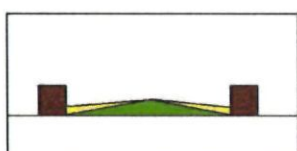
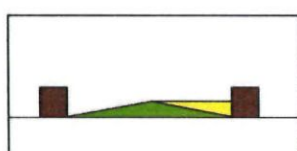


Figure 37 - Modèle de progradation de la plaine côtière en Guyane (d'après Allison et Lee, 2004)

En Guyane française, les secteurs à promontoires rocheux saillants, comme à Cayenne ou Kourou, abritant des anses sableuses, constituent des exceptions à ces systèmes d'alternances de dépôts vaseux - sableux. Dans ce cas, les cycles d'envasement-désenvasement ne traduisent pas une progradation côtière, mais plutôt une variation morphologique des plages où le stock sableux bloqué au large par les apports vaseux subit des rotations périodiques au sein des anses. La figure 38 illustre pour la plage de Montjoly, le transit sableux entre Bourdaa (à gauche) et Montravel (à droite) depuis les années cinquante, en fonction du passage des bancs de vase au large de la plage.

Année	Situation-type	Envasement (Ile de Cayenne sauf mention contraire)
1950		
1956		Envasement de la partie ouest de l'Ile de Cayenne En 1961, envasement sur l'est de l'Ile de Cayenne
1968		Ile de Cayenne totalement désenvasée
1986		Fin envasement / Début désenvasement
1987		Début désenvasement de la plage de Montjoly, vase persistante au centre
1992		Désenvasement
1994		Désenvasement
1998-2003		Envasement progressif

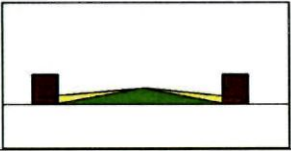
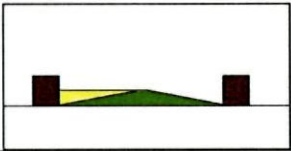
2003		Envasement résiduel à l'ouest (anse Bourda)
2006-...		Désenvasement (est de l'Ile de Cayenne)

Figure 38 – Variation de l'état de sédimentation sur la palme de Montjoly entre 1950 et 2006 (colline de Bourdaa, carré marron de gauche ; Montravel, carré marron de droite –Créocéan et BRGM, 2008)

5. Dynamique côtière et activités anthropiques

Les phases successives d'envasement et d'érosion entraînent des évolutions rapides du paysage littoral, du trait de côte et de la bathymétrie. La rapidité des évolutions provoque de réelles contraintes aux activités humaines et pour la gestion de la zone côtière. Pêche, transport maritime, urbanisme, tourisme et agriculture doivent s'adapter en continu à ces évolutions.

5.1. ENJEUX SOUMIS A LA DYNAMIQUE COTIERE

5.1.1. Activités portuaires

Compte tenu de la dynamique côtière, les aménagements portuaires sont généralement situés dans les embouchures des fleuves (Mahury, rivière de Cayenne, Kourou, Maroni). Les ports jouent un rôle primordial en Guyane, puisque la grande majorité des échanges s'y effectue. Or, ils sont continuellement soumis à l'ensablement lié aux apports de l'amont par le fleuve, et à l'envasement lié au passage des bancs de vase de part et d'autre des estuaires.

Le port de commerce de Dégrad-des-Cannes

Ce port est le principal port de commerce de la Guyane où transite la quasi-totalité des exportations et importations. Il a été mis en service en 1974. Il se localise sur la commune de Rémire-Montjoly dans l'embouchure du Mahury (figure 39). Ce port autorise l'accès des navires d'une longueur maximale de 165 m et d'un tirant d'eau de 6 m. Son accès se fait par un chenal long de 15 km qui nécessite un entretien quasi-journalier par dragage régulier et coûteux, pour permettre de maintenir le tirant d'eau annoncé.



Figure 39 - Port de Dégrad des Cannes sur la rive gauche du Mahury (M.Moisan, 2011)

Ce site portuaire accueille également, plus en aval, la base navale militaire de Dégrad-des-Cannes qui est soumise à un ensablement régulier de son chenal et de sa souille de stationnement.

Le port de pêche du Larivot

C'est le principal port de pêche de la Guyane. Il est situé à l'embouchure de la Rivière de Cayenne sur la commune de Matoury. Les bateaux accueillis sur ce port sont des crevettiers ou des bateaux de pêche aux poissons, ainsi qu'un pétrolier de ravitaillement en carburant.

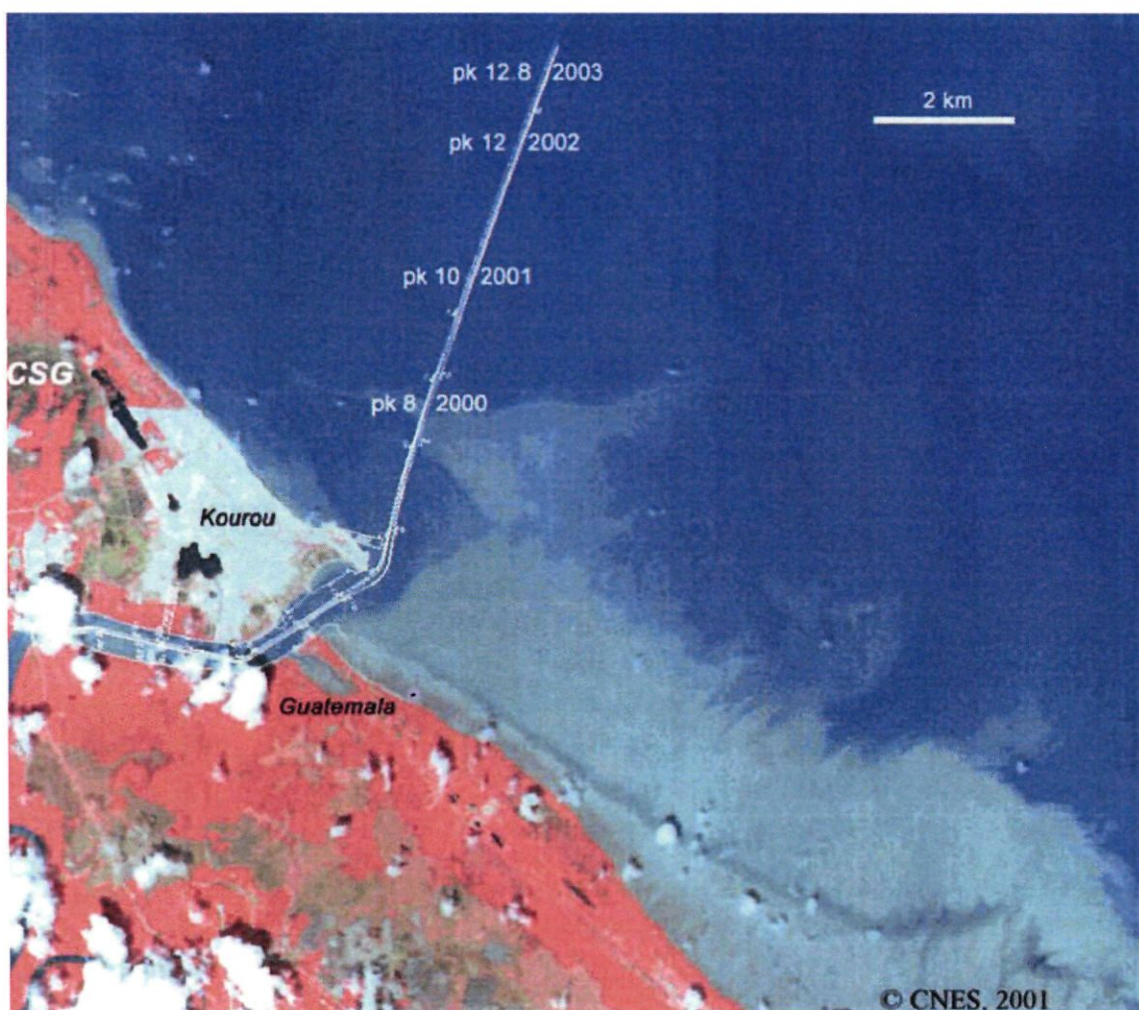
Le vieux port de Cayenne

Ce port est situé en aval du port du Larivot sur la même rive, à la sortie de l'estuaire. Il a été le principal port de commerce de la Guyane jusqu'en 1974. Mais l'activité portuaire a été arrêtée car il ne pouvait pas permettre l'accostage des navires de tirant d'eau plus important. En effet, l'accès au port est difficile du fait de l'important envasement que subit ce secteur. Il y a quelques années encore, seules quelques petites unités de pêche artisanale y accostaient ; aujourd'hui il est complètement envahi par la mangrove.

Le port de Kourou

Les installations portuaires de Kourou sont principalement dédiées au Centre Spatial Guyanais (CSG*). Elles servent aux importations et exportations des éléments du lanceur Ariane et autres équipements nécessaires à l'activité spatiale. L'accès au port se fait par un chenal de 12 km, très étroit, qui nécessite des dragages réguliers devenus continus depuis les années 2000 (figure 40).

Ce port est fortement soumis au phénomène d'envasement lié au passage de bancs de vase en face de l'embouchure du fleuve Kourou. Cette situation a obligé le CNES, exploitant du port, à prolonger au début des années 2000, les activités de dragage vers le large pour contrecarrer l'influence des bancs de vase et maintenir l'accès au port, qui est pour lui d'une importance stratégique.



Au niveau du vieux bourg, il existe également un apportement pour les navires de pêches et les bateaux de plaisance, ainsi que pour les navettes touristiques vers les Iles du Salut au large de Kourou.

5.1.2. Urbanisation

Bien que, la Guyane soit la région française la moins peuplée, avec 229 000 habitants recensés en 2009 et une densité de population très faible de 2,7 habitants au km² (INSEE), son occupation est concentrée sur le littoral, avec une forte croissance démographique. Environ 90 % de la population et des activités se regroupent sur une bande côtière de 20 à 25 km de large. Trois pôles urbains ont un contact direct avec la mer : l'agglomération de Cayenne avec Rémire-Montjoly, et les communes de Kourou et d'Awala-Yalimapo. Les autres secteurs urbains se localisent plus en retrait de la côte. Or, depuis une cinquantaine d'années, la progression de la population dans les secteurs urbains de Cayenne et Kourou est particulièrement impressionnante (figure 41).

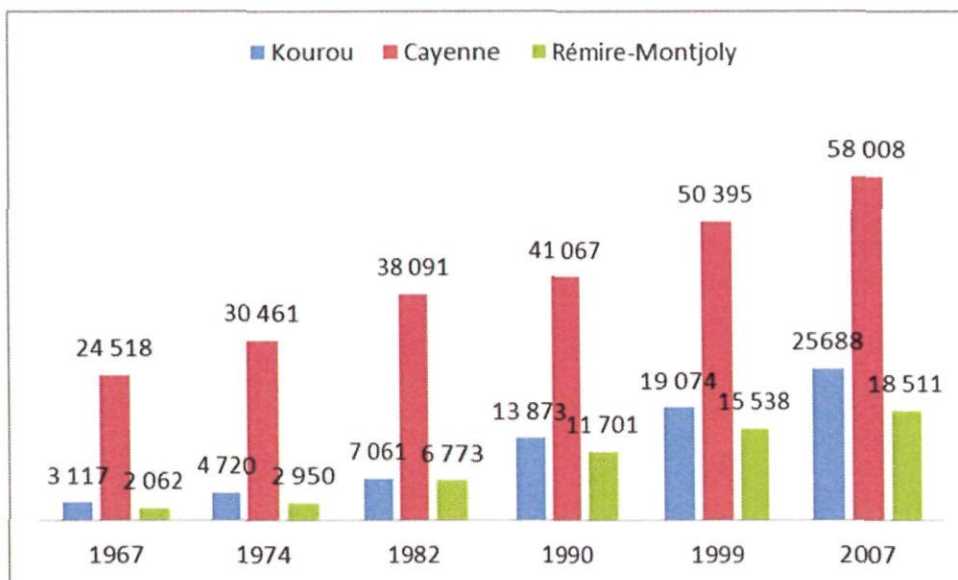


Figure 41 - Evolution de la population des trois principales agglomérations littorales (INSEE)

Il en résulte une augmentation de l'urbanisation, notamment à proximité immédiate de la mer, ce qui induit par la même occasion une plus grande vulnérabilité aux risques côtiers. Les communes de Rémire-Montjoly et de Cayenne ont notamment subi de très importants événements érosifs en 1995 et 1998, lorsque la mer a érodé des formations littorales à des niveaux encore jamais observés (plage de Montjoly) et mis en péril des habitations en front de mer (figure 42). Ces épisodes d'érosions aiguës se produisent dans les secteurs en déficit sédimentaire, au moment des grandes marées conjuguées à de fortes houles.



Figure 42 - Événement érosif de Décembre 1998 dans le secteur de Montjoly (BRGM, 1998)

Ces trois communes, situées sur le front de mer, sont ainsi particulièrement vulnérables aux aléas* d'érosion et de submersion marine. A ce titre, des Plans de Prévention des Risques Littoraux ont été prescrits afin de mieux prendre en compte les aléas et minimiser le risque côtier dans ces secteurs (figures 43 et 44).

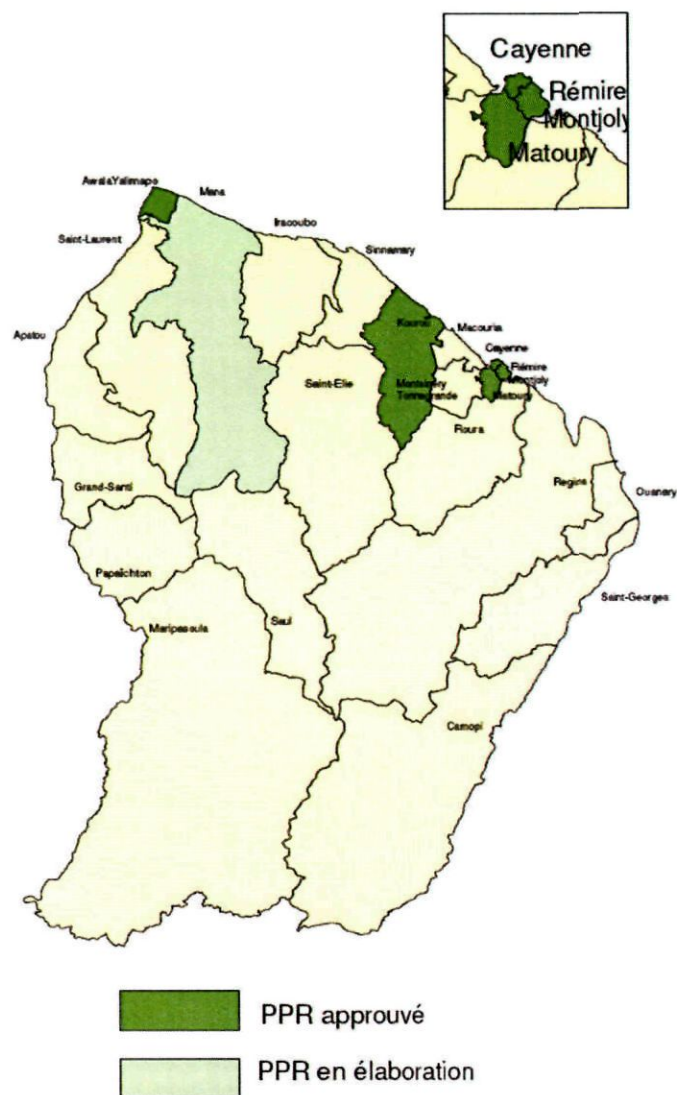


Figure 43 - Situation des Plan de Prévention des Risques Littoraux au 12/12/2009 (DEAL)

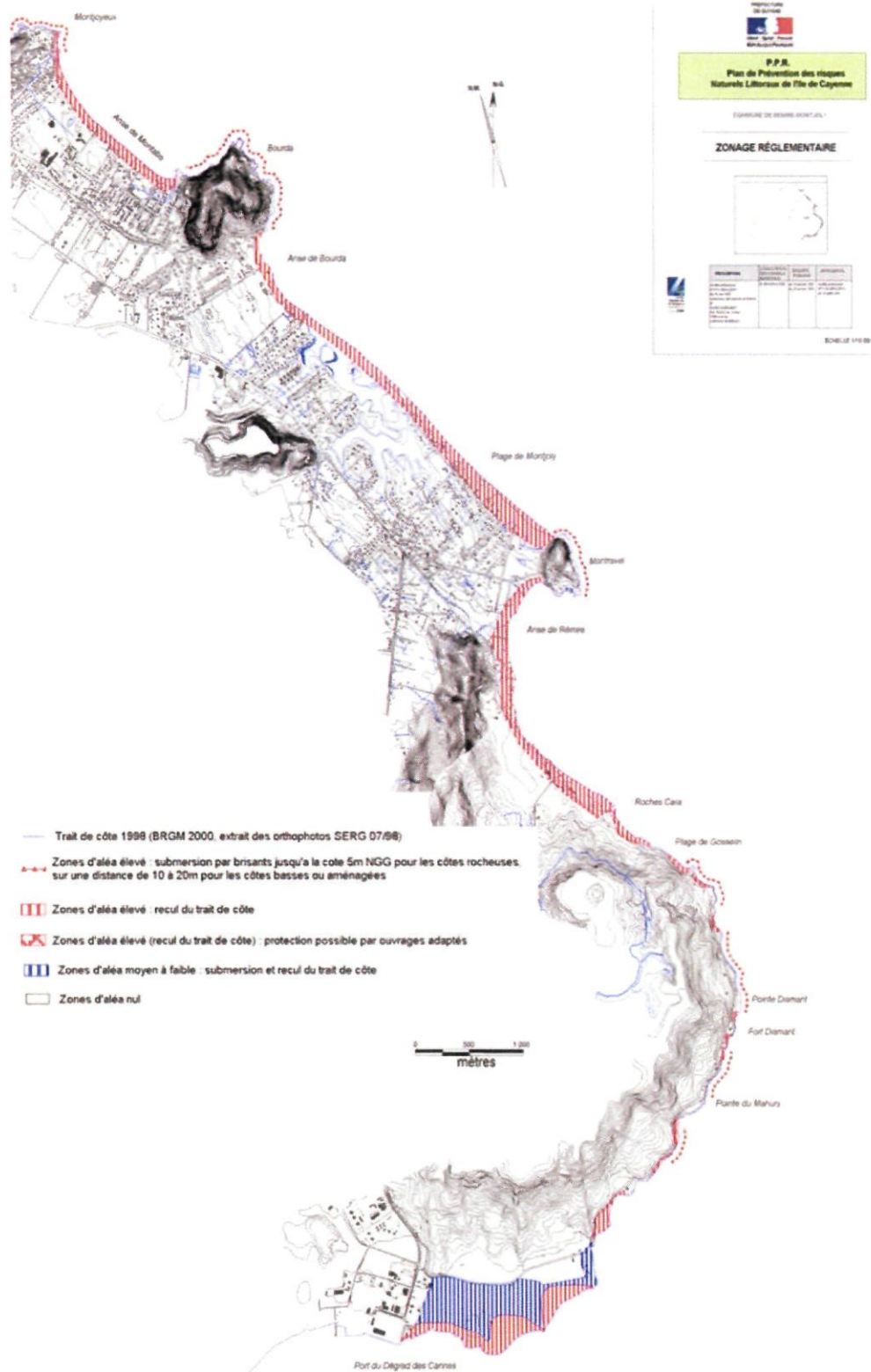


Figure 44 - Plan de Prévention des Risques littoraux sur la commune de Rémire-Montjoly

5.1.3. Activité touristique

Même si le tourisme est peu développé en Guyane par rapport à ce qu'il représente dans le bassin caribéen, les phases d'envasement peuvent également fortement perturber les activités balnéaires, notamment sur la commune de Rémire-Montjoly qui dispose de larges plages sableuses assez fréquentées mais dont la couleur de l'eau, en relation avec les bancs de vase, en pénalise l'attrait touristique.

5.1.4. Activité agricole

L'agriculture sur la bande côtière se concentre sur la partie ouest de la Guyane avec comme principale activité la riziculture à Mana et l'élevage dans les savanes herbeuses entre Kourou et Sinnamary. Il existe aussi une agriculture traditionnelle vivrière sur abattis dispersée sur l'ensemble de la bande côtière.

La seule activité agricole directement touchée par la dynamique côtière est la riziculture à Mana. Cette activité à vocation agro-industrielle s'est installée sur la savane Sarcelle, ancienne zone humide, qui a été remodelée avec la création de digues et de canaux d'irrigation. Ce polder agricole a été créé en 1986 et est géré par l'Association Syndicale d'Aménagement Hydraulique et Foncier de Mana (ASAHM). Il couvre une superficie de 5 600 ha entre le fleuve Mana et l'Océan Atlantique et s'étend sur 8 km le long du rivage. Ce polder est protégé par une digue composée de matériaux de curage du canal principal. Auparavant il était séparé de la mer par une vaste mangrove qui protégeait les parcelles agricoles.

Depuis au moins 50 ans, ce secteur est soumis à un important recul du rivage qui a conduit à la disparition complète de la mangrove protectrice (figure 45) et la destruction d'une partie des cordons sableux. Aujourd'hui, la digue du polder est directement soumise à l'érosion, et des parcelles ont été abandonnées à la mer. Ainsi, les coûts d'entretien importants que nécessite la réfection des digues, remettent en cause l'activité agricole dans ce secteur.

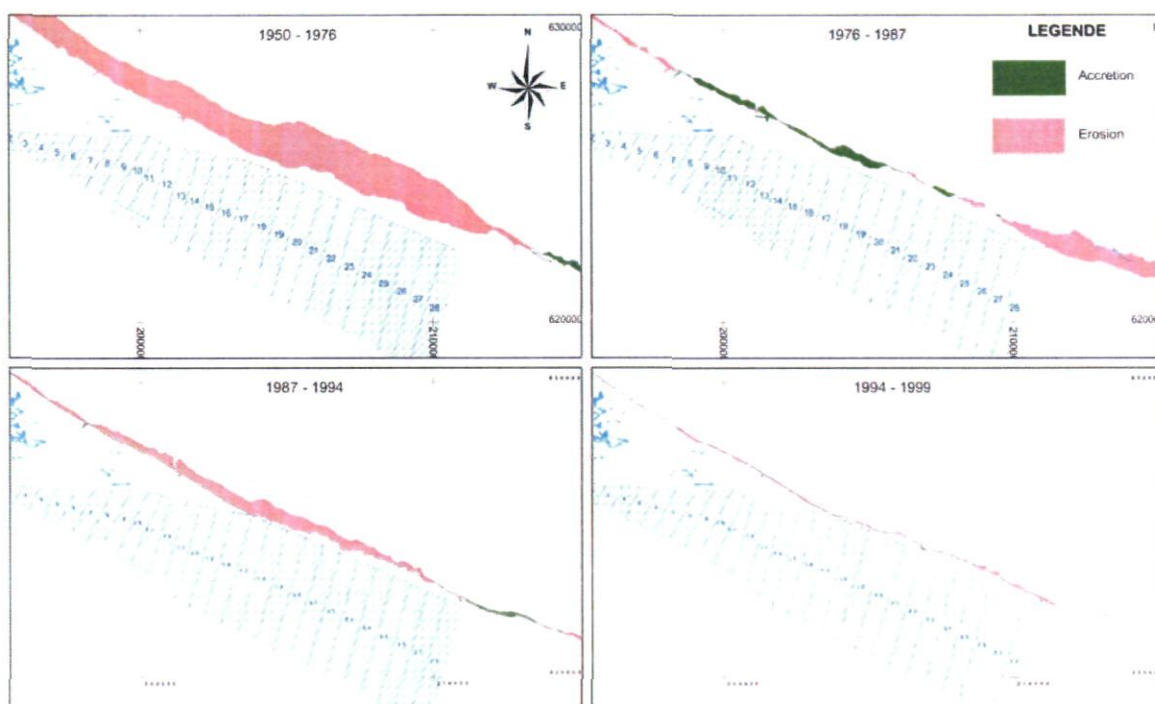


Figure 45 - Erosion et accrétion entre 1950 et 2000, au droit du Polder de Mana (d'après Monadier, 2003)

5.1.5. Impacts du changement climatique

Les côtes de Guyane, dans le contexte actuel, sont soumises à des phases successives de recul et d'avancée de la côte... Comment va évoluer ce dispositif, à la fois en fonction des changements climatiques (augmentation de la température de l'air, variations significatives des régimes de pluie...), et de l'élévation du niveau de la mer ? Hormis certains cheniers, la plaine côtière constitue un relief de type surbaissé, avec de grands secteurs marécageux, parfois même déjà situés sous le niveau de la mer ; on peut imaginer qu'une augmentation du niveau marin moyen, comme attendu par les experts du GIEC*, pourrait fragiliser certains rivages actuels, notamment dans l'hypothèse d'une diminution des surfaces disponibles à la colonisation de la mangrove en front de mer, et probablement avec une pénétration des zones de mangrove plus à l'intérieur des terres.

D'autre part, le réchauffement pourrait induire une augmentation de l'intensité des houles et des tempêtes, qui par la même occasion généreraient des surcotes importantes, lorsqu'il y aurait conjugaison de l'amplification des houles et des vagues avec de fortes marées, et donc une érosion plus intense des côtes sableuses.

Enfin, l'augmentation du niveau moyen pourrait induire des intrusions salines avec une remontée du front salé vers l'intérieur des fleuves beaucoup plus importantes qu'aujourd'hui (et un impact majeur sur les captages d'eau potable en rivières).

5.1.6. Synthèse

Les questions d'aménagement des zones littorales, liés à la dynamique côtière, sont multiples et pour certaines d'entre elles, cela sous-tend un intérêt stratégique certain pour le développement socio-économique régional :

- Maintien de l'accès aux zones portuaires et difficultés de navigation dans les estuaires (envasement des chenaux, déviation des estuaires...) ; les voies maritimes et les ports d'estuaires sont en effet un des principaux moyens d'échange de la Guyane avec l'extérieur. Le passage des bancs de vase peut entraver l'accessibilité aux chenaux de navigation. Il est donc nécessaire d'entretenir en permanence la navigabilité des accès portuaires par des dragages. Ceux-ci ont un coût très important et augmentent considérablement les coûts d'exploitation des infrastructures portuaires (Port de Dégrad des Cannes sur le Mahury et Port du centre spatial guyanais à Kourou).
- Incertitudes des aménagements et des infrastructures en zones littorales (rizière de Mana, urbanisation, route...), face à l'avancée de l'érosion marine en inter-bancs.
- Urbanisation : la bande côtière regroupe les principaux sites d'occupation humaine et l'essentiel des activités économiques de la Guyane. L'arrière-pays, essentiellement forestier, est peu mis en valeur. La demande foncière sur le littoral est donc très importante. Ainsi, le développement des infrastructures touristiques et de l'urbanisation peut être contraint en certains secteurs soumis aux aléas côtiers.
- Mise en valeur agricole des plaines côtières : certaines zones humides côtières, en arrière du rivage et de la mangrove, ont été poldérisées à l'image des rizières de Mana. Ces exploitations nécessitent d'importants travaux hydrauliques afin de drainer les parcelles pour limiter les intrusions salines et permettre l'évacuation des eaux. Cependant les variations du trait de côte peuvent mettre en péril ces aménagements et constituent une contrainte majeure.
- Pêche : la variabilité hydrosédimentaire a également des incidences sur les ressources marines et les pêcheries. L'exploitation des ressources halieutiques génère une activité économique non négligeable et des emplois. Du nord-ouest du Brésil au Venezuela les mêmes espèces sont exploitées avec des techniques relativement similaires. Ces ressources marines côtières, dont les habitats sont soumis à l'influence des apports continentaux locaux et amazoniens, présentent des variations saisonnières marquées.
- Richesse de la biodiversité : enfin, les processus d'érosion-sédimentation peuvent affecter la diversité et la richesse patrimoniale de zones côtières. Les zones littorales guyanaises, constituent des écosystèmes et habitats pour diverses espèces animales emblématiques parfois menacées d'extinction, tels que les tortues marines, les caïmans, les limicoles, les échassiers et les

mammifères marins. Les évolutions sédimentaires très rapides peuvent affecter certaines espèces. Les politiques de gestion et de conservation se trouvent ainsi confrontées à une mobilité spatiale et temporelle des espaces à protéger (vasière littorales pour les oiseaux limicoles, stabilité et accessibilité des plages sableuses pour la reproduction des tortues marines).

5.2. PERTURBATIONS ANTHROPIQUES ET DYNAMIQUE COTIERE

Il y a relativement peu de pressions anthropiques sur le littoral guyanais. Une faible part de la côte est aménagée. En effet, une large partie de la bande côtière est préservée et protégée des pressions anthropiques. Le littoral guyanais, dans une grande majorité, évolue donc naturellement.

Cependant, les pressions anthropiques se concentrent sur les sites urbains localisés directement en bord de côte, et qui peuvent être susceptibles de changer la dynamique côtière naturelle en perturbant les équilibres sédimentaires (Ile de Cayenne, Rémire Montjoly, Kourou principalement).

5.2.1. Extractions des sables

Jusqu'il y a une dizaine d'années, une des sources en sable pour le BTP était constitué par des prélèvements sur les plages et par les produits de dragage des chenaux d'accès aux ports. Plusieurs études (BRGM, 1999, 2001 ; Créocéan et BRGM, 2008) ont montré le risque de déstabilisation des formations sableuses littorales et l'impact aggravé de la houle sur la côte à la suite de ces pratiques. Des prélèvements de sables ont notamment été réalisés de façon significative sur les plages de Rémire-Montjoly, et les produits de dragage des chenaux revendus aux entreprises de construction. D'après des témoignages, ces prélèvements ont été réalisés depuis 1945 pour différents usages comme la construction du port du Larivot et de Dégrad-des-Cannes, ainsi que pour l'urbanisation de la presqu'île de Cayenne. L'ensemble de ces pratiques est depuis quelques années strictement interdit.

Au bilan, il est aujourd'hui démontré que d'une part, le prélèvement par dragage dans l'estuaire du Mahury pénalise potentiellement l'enrichissement des plages en matériaux sableux et d'autre part, que le prélèvement direct sur les cordons sableux, induit un déficit net dans le stock sédimentaire hérité de l'holocène.

5.2.2. Impacts des ouvrages de défense côtiers

Les ouvrages de protection de type enrochement (figure 46) constituent le principal moyen de défense utilisé depuis au moins 25 ans contre l'érosion côtière. Bien souvent, ces ouvrages sont discontinus et mis en place l'initiative de propriétaires privés qui ne font pas de demande d'autorisation auprès des administrations. Cela conduit à une mise en œuvre et à une gestion désordonnée des moyens d'action, avec une absence de politique cohérente et durable des problèmes de gestion de l'érosion.



Figure 46 - Enrochement sur la plage de Montoly (M.Moisan, 2011)

La majeure partie des protections présentes sur le littoral guyanais sont constituées d'enrochement. Une plus faible part est édifiée en bois (palplanches) ou en sable (création de « dune artificielle »). Ces protections sont généralement mises en œuvre lors d'un cycle d'érosion, contraignant les propriétaires proches du littoral de prendre des mesures drastiques de protection et dans l'urgence. Ensuite, dans un contexte de retour à un équilibre, ces enrochements sont souvent recouverts par le sable et n'apparaissent pratiquement plus dans plusieurs secteurs.

Ces aménagements sont en général inadaptés (Créocéan et BRGM, 2008 ; L'Her et Trmal, 2008) et ont des effets néfastes sur la dynamique sédimentaire. En effet, l'occupation du haut de la plage réduit le profil nécessaire à la dissipation de l'énergie des vagues et interrompt définitivement les échanges sédimentaires avec les cordons sableux plus anciens ; cela limite aussi les transferts transversaux dans le cas des épis. En outre, il crée une réflexion des vagues face à l'ouvrage qui renforce la turbulence du déferlement au pied de l'ouvrage et amplifie la perte des sédiments vers le large.

6. Discussion et préconisations

6.1. LACUNES DANS LES CONNAISSANCES DE LA DYNAMIQUE COTIERE

A l'heure actuelle il n'existe pas de suivi organisé de la dynamique spatio-temporelle de la côte guyanaise. Pourtant c'est une côte très instable qui connaît une variabilité importante, qui menace de nombreuses activités humaines. Dans ce contexte, le suivi régulier des variations à très court terme (mois et saisons) et moyen terme (années) paraît essentiel.

Mieux connaître la cinématique de l'évolution côtière, tel que la migration des bancs de vase, permettrait d'anticiper les modifications futures de l'environnement, et aux acteurs, de mieux s'adapter à ces changements.

Il existe également une importante lacune au niveau des données météo-marines. Or, l'étude des variations du rivage passe aussi par la connaissance des paramètres hydrodynamiques qui sont à l'origine des processus côtiers (vents, vagues, courants).

De plus, il subsiste toujours des inconnues concernant les facteurs de déplacement et de consolidation des vases à la côte. En effet, ces processus sont très difficiles à aborder de par la complexité du milieu.

Enfin, nous disposons de peu de connaissance sur les impacts du changement climatique sur ce type de côtes essentiellement vaseuse et soumise à ces importantes phases d'envasement – désenvasement.

6.2. PRECONISATIONS

Pour comprendre le fonctionnement du littoral et ses interactions avec le milieu marin, il sera nécessaire de créer un réseau de suivi et de mesure des évolutions côtières à moyen et long terme, comprenant :

- suivi périodiques topo-bathymétrique (GPS, tachéomètre, LIDAR*, sondeur...).
- suivi des bancs de vase et des mangroves littorales (télédétection).
- suivi des événements exceptionnels et collectes de données météo-marines (houles).
- suivi en continu des secteurs côtiers à enjeux (Presqu'île de Cayenne, Kourou...).

De par l'extension spatiale des zones concernées, les difficultés d'accès et la complexité des paysages, la télédétection représente un outil privilégié pour suivre la dynamique complexe de ces milieux à l'échelle régionale (migration, colonisation par la mangrove des bancs de vase), et évaluer les répercussions sur les activités socio-économiques. Il faudrait disposer d'images satellitaires prises à intervalles réguliers à haute résolution pour permettre un réel suivi qualitatif et quantitatif des évolutions morphologiques côtières. Par ailleurs, l'acquisition de ces images est facilitée par la présence de la station de réception d'images satellitaires SEAS Guyane. La méthodologie adoptée pour le traitement et l'analyse des images satellitaires devra également être reproductible. Pour cela il est possible de reprendre le protocole qui a déjà été établi dans le cadre du projet PROCLAM de l'IRD. Ces différentes mesures permettront en outre de définir des indicateurs de l'état des systèmes côtiers.

Pour une plus grande accessibilité, ces données pourront être structurées et centralisées pour faciliter leur diffusion aux acteurs et décideurs locaux concernés par ces problématiques (plateforme régionale de mise en commun des données sous forme SIG par exemple).

Par ailleurs, ces mesures permettront de constituer un état « zéro » pour une évaluation des effets du changement climatique et d'étudier le rythme de résilience des systèmes côtiers aux événements extrêmes dans les secteurs sensibles.

Mener des recherches sur les effets potentiels du changement climatique paraît également nécessaire afin d'évaluer l'impact d'une probable augmentation du niveau moyen de la mer et de la fréquence des événements extrêmes. La caractérisation des secteurs vulnérables pourrait en outre s'appuyer sur un levé LIDAR aéroporté à très haute résolution (centimétrique) des agglomérations de Cayenne et de Kourou. Cela permettrait d'évaluer les enjeux soumis à une éventuelle augmentation du niveau de la mer, selon les différents scénarios préconisés par l'ONERC* et le GIEC. Les conclusions d'une telle étude pourront éventuellement être intégrées dans les Plans de Prévention des Risques Littoraux.

L'ensemble de ces mesures doit, à terme, aider les gestionnaires à prendre des mesures de protection-adaptation pour une gestion cohérente du littoral, fondée sur la compréhension de sa dynamique, dans le cadre d'une véritable politique de gestion intégrée de la zone côtière, recommandée par l'Union Européenne.

En termes d'aménagement il est important d'arrêter le développement des biens et activités dans les secteurs déjà identifiés comme vulnérables. Pour cela, il paraît indispensable de faire respecter les outils réglementaires existants (loi littoral, Plan Local d'Urbanisme, Plan de Prévention des Risques littoraux...).

Enfin, concernant les mesures de protection du littoral, il a été démontré que l'utilisation de techniques lourdes, tel que les enrochements, n'est pas suffisante pour lutter contre l'érosion du littoral, car elles n'en suppriment pas les causes. Ces techniques doivent être strictement limitées aux secteurs les plus menacés, où les enjeux le justifient et respecter les normes de construction en vigueur pour être réellement efficaces. De nouvelles techniques peuvent être éventuellement utilisées

telle que le réensablement des plages. Cette technique, largement utilisée aujourd'hui, permet de compenser artificiellement un déséquilibre sédimentaire résultant de phénomènes naturels ou de perturbations anthropiques. A la différence des techniques dites lourdes, qui luttent contre les phénomènes naturels, cette technique, basée sur une approche plus environnementale, permet d'accompagner le système littoral en renforçant la capacité naturelle des plages à subir des événements extrêmes. En Guyane, la ressource en sable sur le continent se raréfie de par la difficulté d'accès à de nouveaux gisements et aux fortes contraintes environnementales. Dans ce cas l'utilisation de sables marins sur le plateau continental pourrait être envisagée comme une zone d'emprunt potentielle dans le cas de futures opérations de rechargements, constituant une réserve stratégique pour répondre aux problèmes d'érosion.

6.3. L'EXEMPLE DE LA MISE EN PLACE DE MESURES TOPOGRAPHIQUES DE PROFILS DE PLAGE SUR LA PRESQU'ÎLE DE CAYENNE

En parallèle à cette étude le BRGM Guyane a décidé de réaliser, à titre expérimental, des mesures de profils de plage sur des secteurs sensibles du littoral de la presqu'île de Cayenne, à savoir : l'anse de Montabo, la plage de Montjoly et l'anse de Rémire. Cette démarche a pour but d'initier un observatoire de la dynamique littorale des plages de la presqu'île de Cayenne, sur le court et moyen terme.

Comme cela a été décrit plus haut, les plages sableuses de la presqu'île de Cayenne subissent des transformations morphologiques considérables sous l'influence du passage des bancs de vase amazonien au large de la presqu'île et sous l'action érosive de la houle et des courants en période d'inter-bancs.

Ces trois secteurs sont d'ailleurs inclus dans la zone d'aléa élevé pour le recul du trait de côte des PPR* de Cayenne et Rémire-Montjoly, et concentrent des enjeux importants en termes d'habitations, ce qui en fait des espaces à risques importants.

6.3.1. Méthodologie

Le suivi de ces plages s'appuie sur des mesures topo-morphologiques fondées sur l'acquisition de profils perpendiculaires au trait de côte au pas de temps mensuel afin d'apprécier les évolutions sédimentaires. L'appareil utilisé pour mesurer les profils est un tachéomètre laser de marque *Leica TCR 805* permettant de calculer les distances et l'altitude d'un point connu.

La position des profils a été déterminée sur avis d'expert et selon la connaissance des phénomènes en jeu sur ces plages. Pour les anses de Montabo et de Rémire, trois profils ont été sélectionnés chaque fois, un au centre et deux aux extrémités pour évaluer la direction générale du transit sédimentaire, notamment en cas de phénomène de rotation de plage. Quant à la plage de Montjoly, la plus grande, six profils ont été implantés, répartis uniformément sur toute sa longueur. En effet, les profils y ont été multipliés car les réponses morphologiques sont plus rapides et cette plage concentre un nombre important d'enjeux (nombreuses habitations en front de

plage) ayant subi des dégâts importants lors d'événements extrêmes dans un passé récent.

Le protocole de mesures se décompose selon les étapes suivantes :

L'équipement de l'estran :

Préalablement des repères topographiques ont été installés sur des invariants (dalle béton, ouvrages côtiers...) ou créés directement (pieux en métal ou en bois) de manière à identifier la tête de station à chaque levé (figures 47, 48, 49). Cela permet de pouvoir comparer les mesures effectuées d'un levé à l'autre.



Figure 47 - Position des têtes de profils sur la plage de Montabo (Orthophoto, SIAGE 2010)

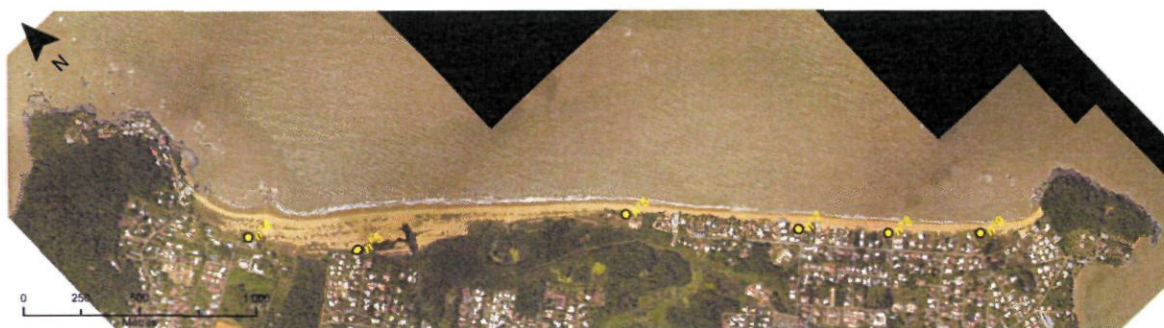


Figure 48 - Position des têtes de profil sur la plage de Montjoly (Orthophoto, SIAGE 2010)

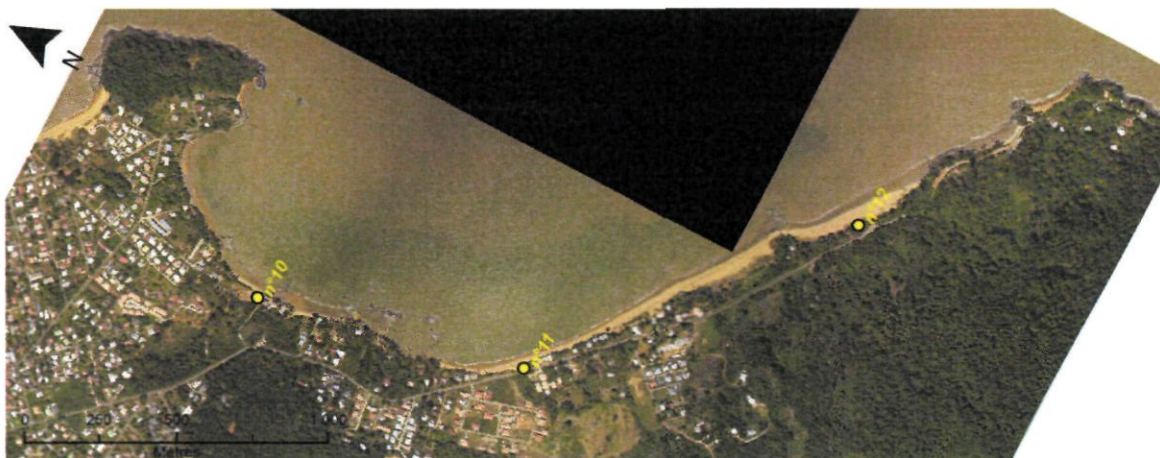


Figure 49 - Position des têtes de profil sur l'anse de Remire (Orthophoto, SIAGE 2010)

Le nivellement des têtes de profils:

Chaque tête de profil a été ensuite levée au GPS différentiel (DGPS). Pour un levé réalisé au DGPS, on effectue le rattachement des têtes de profils (mobile DGPS) à une borne IGN (coordonnées géographiques connues) sur laquelle est disposée la station de référence. L'acquisition continue du positionnement géographique du mobile conduit au géoréférencement des têtes de profils (tableau de la figure 50).

Tête de profil	X	Y	Altitude en m (NGG)
N.1	355746.27	546993.01	2.60
N.2	356066.62	546475.54	3.97
N.3	356761.22	546016.12	3.66
N.4	357696.45	545335.91	2.95
N.5	358009.87	544940.40	2.41
N.6	358933.16	544263.41	4.30
N.7	359429.60	543710.11	4.69
N.8	359723.57	543409.98	4.56
N.9	359989.43	543157.06	4.19
N.10	359889.09	542273.83	3.87
N.11	360073.21	541399.95	4.53
N.12	361018.08	540641.86	4.05

Figure 50 - Coordonnées géographiques des têtes de profils (WGS84 - UTM 22N)

Le levé topographique :

Le tachéomètre est positionné à la verticale de la tête de profil, en prenant soin de s'assurer de l'horizontalité de la plateforme de mesure (bullage), de définir le système de références et de paramétrer les coordonnées du point de mise en station, la hauteur de l'instrument et du réflecteur.

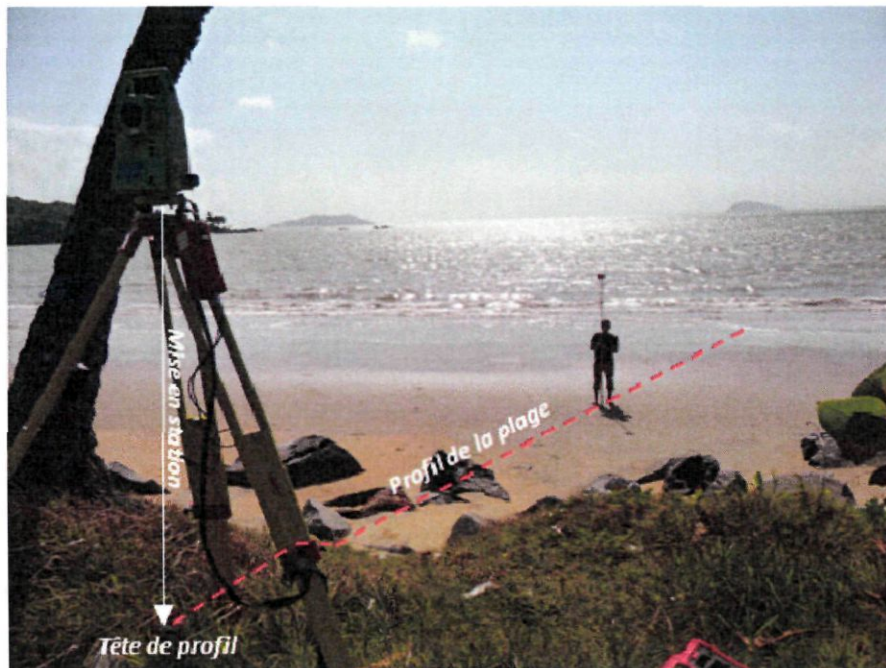


Figure 51 - Mise en place du tachéomètre pour lever un profil de plage (Station n°10, M. Moisan)

Le levé consiste ensuite à mesurer la topographie de l'estran le long d'un profil perpendiculaire au trait de côte, depuis le haut de plage jusqu'à la ligne de rivage (à marée basse). Un azimuth du profil est préalablement défini pour chaque profil. Il permet, grâce à une boussole, de viser la même trajectoire à chaque levé (figure 51).

Les lignes de rupture des formes sédimentaires (barres sableuses, croissants de plage, micro-falaises) et des points d'inflexion du profil sont levées de façon à ce que le profil mesuré s'ajuste parfaitement à la topographie observée. Les mesures sont effectuées à basse mer de fort coefficient pour lever une surface intertidale la plus étendue possible.

La figure 52, ci-dessous, reprend l'ensemble des opérations effectuées entre mars et Août 2011.

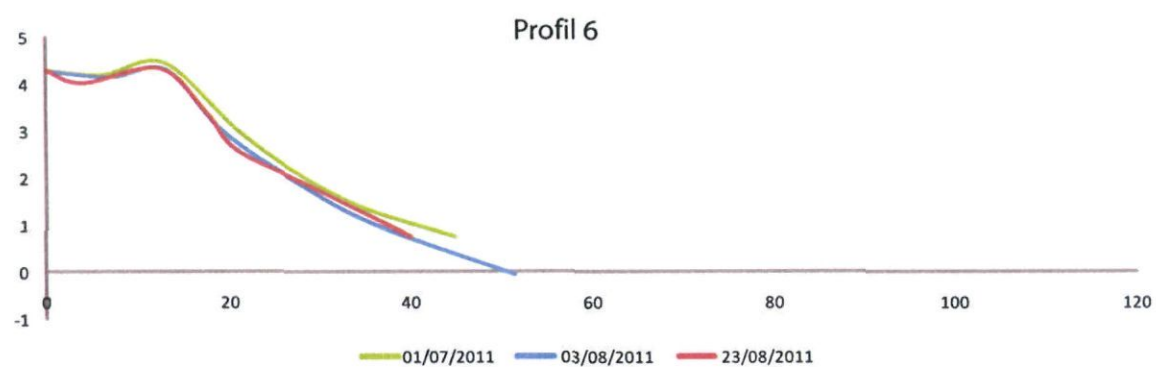
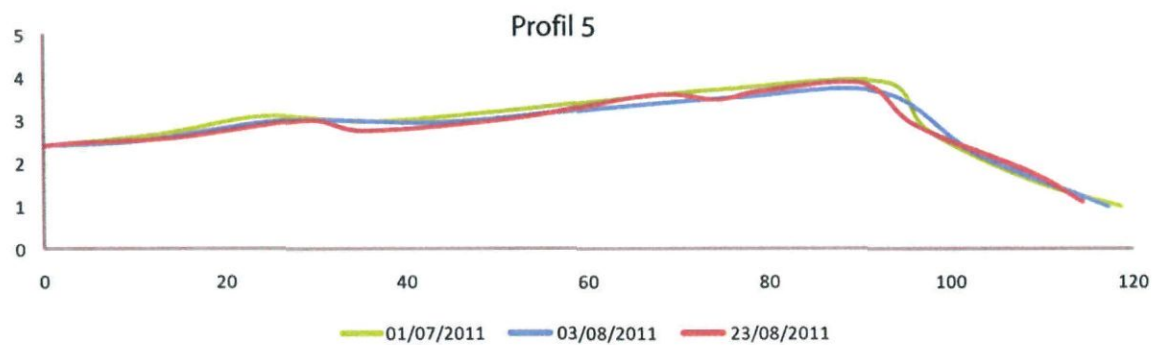
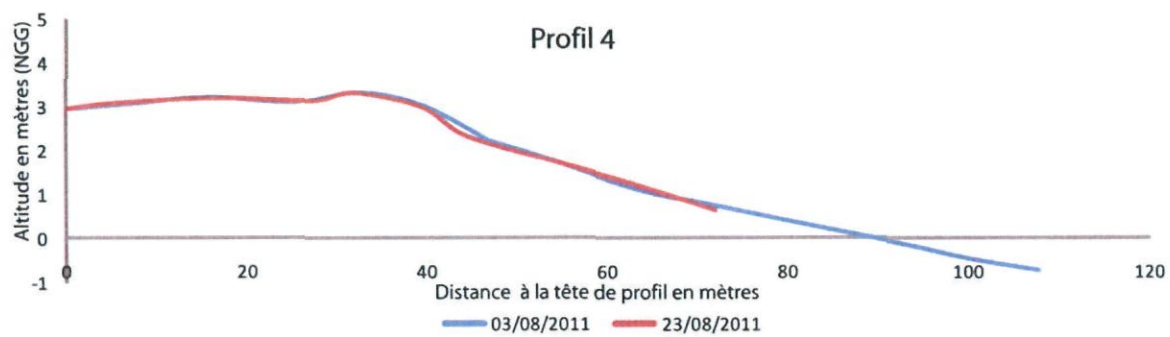
<i>Date</i>	<i>Opération effectuée</i>	<i>Matériel de mesures</i>
11, 30/03/2011	Repérage et mise en place des têtes de profils	X
06/07/2011	Nivellement des têtes de profil	GPS Différentiel
01, 04/07/2011	Relevé topographique	Tachéomètre
03, 04/08/2011	Relevé topographique	Tachéomètre
23, 24/08/2011	Relevé topographique	Tachéomètre

Figure 52 - Calendrier des opérations effectuées dans le cadre du suivi topo-morphologique des plages de Cayenne

6.3.2. Résultats

L'intérêt de cette méthode est de pouvoir disposer de chroniques sur le long terme, la technique étant simple et fiable, une fois validée au cours des premiers mois, et permettant alors de dégager des tendances à court et moyen terme sur l'évolution morphologique des plages (saisonnières, pluriannuelles). Il peut être également envisagé de réaliser des suivis exceptionnels lors d'événements extrêmes pour évaluer le rythme de résilience des systèmes sédimentaires.

Les résultats obtenus sur la plage de Montjoly sont présentés à titre d'exemple sur la figure 53 sur une période d'observation de deux mois.



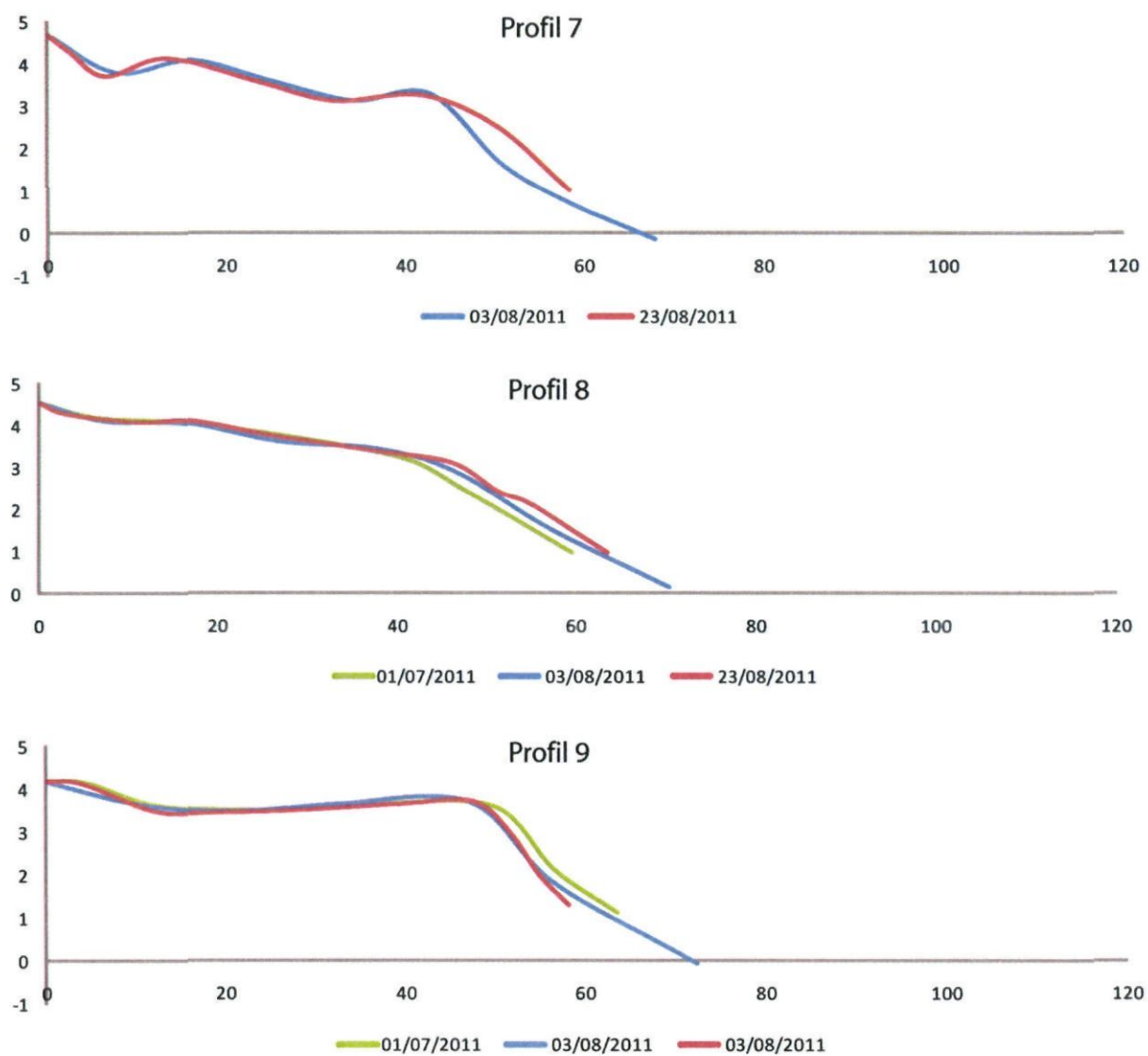


Figure 53 - Profils de plage dans le secteur de Montjoly entre le 01 juillet et le 23 Août 2011

7. Conclusion

L'inventaire de la bibliographie sur la dynamique de la côte en Guyane a permis d'identifier 146 références relatives au fonctionnement physique de la côte. 40% des références concernent des publications scientifiques, 40 autres pourcents sont des rapports d'expertises issues d'organismes publics (BRGM, IRD...) et de bureaux d'études privés. Les 20 % restants sont constitués d'actes, de colloques et de travaux universitaires divers, tels que mémoires, thèses, HDR, etc. La moitié des références concerne les processus hydrosédimentaires, le suivi de l'évolution du littoral par télédétection et la géomorphologie côtière. L'autre partie traite de la sédimentologie de la plaine côtière et du plateau continental, des risques littoraux et des impacts de la dynamique côtière sur les aménagements, et enfin de l'étude des forêts de mangroves. La pluridisciplinarité des références issue de cette recherche illustre la complexité des processus côtiers en Guyane. Les territoires les plus étudiés sont généralement ceux où les enjeux sont les plus importants (Ile de Cayenne, Kourou...). Quelques secteurs « Ateliers » se dégagent des publications scientifiques, tels que Sinnamary, Kaw et la côte entre Cayenne et Kourou, où des recherches ont été menées par des équipes scientifiques, notamment dans le cadre du PNEC* à partir de 1999.

Les côtes de Guyane appartiennent à un ensemble régional de 1600 km, entre l'embouchure de l'Amazone (Amapa, Brésil) au sud-est, et l'embouchure de l'Orénoque (Venezuela) au nord-ouest. Elles sont soumises à une très importante sédimentation vaseuse d'origine amazonienne, sous la forme de vastes bancs de vase (plurikilométriques) transportés le long des côtes par les courants de l'Atlantique sud (Courant Côtier Nord du Brésil et courant des Guyanes) et par les houles. La migration de ces bancs de vase, le long d'une côte basse et marécageuse, à une vitesse comprise entre 0,5 et 5 km par an, est à l'origine du caractère changeant permanent de la côte et de son instabilité constante.

Les effets de la dynamique côtière en Guyane sont parmi les plus intenses au monde : transport de bancs pluri-kilométrique le long des côtes, progradation et érosion continue des forêts de mangroves, déviation des estuaires, remodelage permanent du trait de côte et de la morphologie des plages. Depuis 1950, les secteurs de Kourou, Sinnamary et Mana (Pointe Isère) sont en recul (jusqu'à 5 km en 50 ans), d'autres comme Iracoubo sont en progradation (5 km), tandis que la pointe Behague ou l'embouchure du Maroni connaissent une relative stabilité. Les promontoires rocheux de la presqu'île de Cayenne et de Kourou sont peu soumis aux variations du trait de côte avec des épisodes d'envasement temporaire et, entre ces périodes, des phases érosives des plages, provoquant un transfert du sable d'une extrémité à l'autre des anses, avec d'éventuels déficits sableux nets.

Cette instabilité constante contraint fortement l'aménagement de la bande côtière, sur laquelle est concentrée 90 % de la population et des activités. L'urbanisation, le tourisme, l'agriculture ou les activités portuaires sont ainsi obligées de s'adapter en permanence à l'évolution rapide des paysages littoraux. Les agglomérations de Cayenne et Kourou, et le bourg d'Awala, directement en contact avec la mer, sont ainsi particulièrement vulnérables aux aléas côtiers (submersion et recul du trait de côte). A ce titre, ces collectivités se sont dotées de PPR littoraux qui réglementent l'utilisation des sols, en fonction des risques auxquels ils sont soumis. Les ports tels celui de Dégrad des Cannes pour le commerce ou celui du Centre Spatial Guyanais (CSG), sont soumis à un envasement permanent de leurs accès, ce qui nécessite un dragage continu (et coûteux) des chenaux de navigation. Enfin, depuis le recul du trait de côte et la destruction de la forêt de mangrove, le polder rizicole de Mana est attaqué à son tour par la mer, ce qui met ainsi directement son activité en péril.

A l'inverse, la pression anthropique exercée sur le littoral guyanais est relativement faible ; en effet une part importante du littoral est protégée et préservée des activités anthropiques. Cependant, dans les agglomérations, on peut identifier deux pressions significatives sur le milieu côtier qui perturbent la dynamique sédimentaire naturelle. Tout d'abord, les extractions de matériaux directement sur les plages, identifiées depuis 1945 pour les besoins de la construction, ont provoqué un déséquilibre en faisant sortir une importante quantité de sables du système sédimentaire. Certains ont même évoqué à l'époque, de véritables carrières à ciel ouvert. Ces prélèvements, conjugués au phénomène naturel de balancement sédimentaire, ont intensifié les épisodes aigus d'érosion du littoral jusqu'à des niveaux encore jamais observés, notamment sur les communes de Rémire-Montjoly en 1995, 1998, 2006, 2011... Enfin, les ouvrages de défense contre la mer (enrochements, palplanches...), souvent peu adaptés, mais mis en place individuellement par des propriétaires privés lors de phases érosives, peuvent perturber le transit longitudinal des sédiments et décaler les problèmes d'érosion dans l'espace. En outre, ils provoquent une intensification de l'érosion au pied des ouvrages avec des départs de sédiments vers le large.

La gestion durable du littoral et son aménagement passent certainement par une meilleure connaissance de la dynamique côtière. Or, d'une part, on manque de données océanographiques disponibles (houle, vent, bathymétrie, courants...) et d'autre part, le suivi et l'observation des phénomènes restent très partiels (pour ne pas dire totalement absents sur certains secteurs). Enfin, à ce jour, la connaissance des impacts potentiels d'une augmentation du niveau moyen de la mer, liée aux changements climatiques, n'a pas encore été abordée. La création d'un réseau d'observation du littoral permettrait certainement de répondre au moins en partie, à ce besoin majeur de connaissance sur la dynamique spatio-temporelle des côtes de Guyane...

Dans ce cadre, le BRGM a initié un observatoire des plages de la presqu'île de Cayenne, avec le suivi mensuel de profils topographiques dans les secteurs de Montabo, Montjoly et Rémire... A terme, ce suivi pourra permettre de visualiser la

dynamique morpho-sédimentaire, et de mieux comprendre l'évolution, saisonnière et pluriannuelle, de ces secteurs vulnérables à l'érosion.

8. Lexique

Accrétion (ou progradation) : augmentation de volume d'un corps sédimentaire par adjonction de matière extérieure.

Aléa (définition de la DIPCN, Décennie Internationale pour la Prévention des Catastrophes Naturelles, *in* Oliveros et Leroi, 1999) : événement menaçant ou probabilité d'occurrence dans une région et au cours d'une période donnée, d'un phénomène pouvant engendrer des dommages. A l'aléa sont donc rattachées deux notions : probabilité de localisation dans l'espace et probabilité d'occurrence dans le temps. Dans le cas du littoral, la première est conditionnée par des facteurs de prédisposition du milieu (sédimentologie, morphologie, bathymétrie), la seconde par des facteurs conjoncturels (tempête, facteurs anthropiques, etc.).

Chenier : (définition d'après Lointier et Prost, 1988) : cordon sableux de plage, parallèle à la côte, qui devient isolé du rivage par une surface intertidale de boue. Leur genèse suppose : 1- une progression du rivage par accumulation de boue ; 2- une interruption de celle-ci avec formation du chenier (zone d'interbanc de vase) ; 3- une nouvelle progression de sédiments fins, etc. Cette définition est sédimentologique (la base du chenier sableux reposant sur des vases), morphologique (formation d'une plage), et dynamique (alternance accumulation/érosion). Il faut au moins deux cheniers séparant deux phases de sédimentation fine pour former une plaine à cheniers. Le terme a été utilisé pour la première fois en Louisiane où les cordons sableux sont couverts d'une forêt de chênes.

Crique : mot guyannais qui désigne un cours d'eau.

CSG : Centre Spatial Guyanais

DEAL : Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement

Dérive littorale : elle correspond à une reprise et à un transit de matériel sédimentaire déposé sur les plages et les petits fonds, et provoquée par l'alternance répétée du déferlement de la houle (ou des vagues) oblique au trait de côte. Les sables, voire les galets, sont ainsi transportés progressivement et parallèlement au littoral dans le sens du déferlement. Au niveau des estuaires, la dérive littorale est à l'origine de flèches sableuses ou de cordons de galets.

Estran : zone comprise entre les niveaux de haute et de basse mer. Synonyme de zone intertidale.

Eustatisme : variations lentes du niveau de la mer liées à des changements climatiques (thermo-eustatisme) ou à des mouvements tectoniques (tecto-eustatisme).

Erosion côtière : recul progressif du rivage sous l'action de la mer (houles, courants...) combiné parfois à des actions continentales (extractions de matériaux, ouvrages côtiers qui modifient les échanges sédimentaires...).

GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

Houle : mouvement ondulatoire qui se propage à la surface de la mer, formé par un champ de vent éloigné. A la côte, la houle subit des déformations par les fonds marins peu profonds (diffraction, réfraction, dissipation, déferlement).

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

LIDAR : Light Detection And Ranging, technologie de mesure optique laser

Marées : elles représentent les déformations des masses d'eau sous l'effet de l'attraction gravitaire produite lors de la rotation de la lune autour de la terre, ainsi que celle de la terre et de la lune autour du soleil. Les courants de marées parcourant la plate-forme continentale subissent des déformations et des amplifications complexes déterminées par les irrégularités du trait de côte et du relief sous-marin. L'amplitude des marées croît en moyenne sur les bordures des grands bassins océaniques, là où existent des resserrlements topographiques et des fonds peu déclives. Selon leur amplitude en période vive eaux (équinoxes), les marées sont de type microtidal (< 2 m), mésotidal (2 à 4 m) ou macrotidal (> 4 m).

ONERC : Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique

Plan de Prévention des Risques (PPR) : outil réglementaire de prévention des risques naturels prévisibles, institué par la loi du 2 juillet 1995. Ce document réglemente l'utilisation du sol à l'échelle communale, en fonction des risques auxquels ils sont soumis. Son objet est de cartographier les zones soumises aux risques naturels et d'y définir les règles d'urbanisme, de construction et de gestion qui s'appliqueront au bâti existant et futur : les zones rouges sont inconstructibles, les zones bleues sont constructibles sous condition, enfin les zones vertes sont considérées comme constructibles.

PNEC : Programme National Environnement Côtier

PROCLAM : PRogramme de Cartographie de Littoraux AMazoniens

Risque : confrontation d'un aléa (phénomène naturel dangereux) et d'une zone géographique où existent des enjeux qui peuvent être humains, économiques ou environnementaux.

Schorre : secteur recouvert par la mer lors des marées hautes de vives eaux. Le schorre est parcouru de chenaux de marées. En Guyane, le schorre est généralement rapidement colonisé par la forêt de mangrove.

Slikke : partie recouverte à chaque marée. Contrairement au schorre, la slikke est dépourvue de végétation (sauf dans sa partie haute) et présente des sédiments fins, souvent argileux, déposés lors de l'étalement de haute mer.

SEAS : Surveillance de l'Environnement Assisté par Satellite

SHOM : Service Hydrographique et Océanographie de la Marine

Submersion marine : inondations temporaires de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques (forte dépression et vent de mer) et marégraphiques sévères. Elles envahissent en général des terrains situés en dessous du niveau des plus hautes mers, mais aussi parfois au-dessus si des projections d'eaux marines franchissent des ouvrages de protection.

Trait de côte : Il n'y a pas de définition unique du trait de côte. Juridiquement il peut être défini comme la limite atteinte par les plus fortes marées de vives eaux. En Guyane, le trait de côte est généralement défini par le front de mangrove mature ou, pour certains, comme le premier cordon sableux holocène en arrière de la mangrove (Gardel et Gratiot, 2005) du fait de l'importante instabilité côtière.

Annexe 1

Bibliographie

La liste bibliographique comprend les 146 références issues de la recherche bibliographique et des références citées dans le texte

Synthèse et analyse critique de l'état de la connaissance sur la dynamique côtière en Guyane

Auteurs	Date	Titre	Périodique/Editeur	Source	Type	Territoire	Version	Mots clés
Abdon M. de M., Charron, C., Dixit P.C., Prost M.T., Senna C.	1993	Télédétection appliquée à l'étude et au suivi de la mangrove	Réunion SILVOLAB-GUYANE, 1993/02/9-11, Cayenne	IRD Cayenne	rapport	Guyane française	papier	télédétection, littoral, marais, mangrove, sédimentologie, sig, cartographie, paléuvier
Agence des Aires Marines Protégées	2009	Analyse stratégique régionale Guyane	AAMP, DEAL	http://www.aires-marines.fr/	rapport	Guyane française	numérique	Mer, littoral, environnement, activités anthropique, espaces protégées, faune, flore.
Allard J.F., Degay E., Joseph B.	1997	Cartographie de l'évolution du trait de côte en Guyane de 1950 à 1994	BRGM	BRGM archives SGR - RR-39506-FR	rapport	Guyane française	papier et numérique	Trait de côte, variation historique, base de données numériques, Guyane, France
Aller R.C., Heilbrun, Panzeca C., Zhongbin Zhu, Baltzer F.	2004	Coupling between sedimentary dynamics, early diagenetic processes, and biogeochemical cycling in the Amazon-Guianas mobile mud belt coastal French Guiana	Marine Geology, vol 208 (2004) pp 331 – 360	science direct	publication	Guyane française	numérique	mudbanks, mudwaves, early diagenesis, biogeochemical cycling, French Guiana, Amazon delta
Allison M.A., Lee M.T, Ogston A.S., Aller R.C.	2000	Origin of Amazon mudbanks along the northeastern coast of South America	Marine Geology, vol 163 (2000) pp 241-256	Georef, Earthquake Engineering	publication	Guyanes	numérique	Amazon River, sediment transport, South America, mangrove, Brazil
Allison M.A., Lee M.T.	2004	Sediment exchange between Amazon mudbanks and shore-fringing mangroves in French Guiana	Marine Geology, vol 208 (2004), Issues 2-4, pp 169-190	science direct	publication	Guyane française	numérique	Amazon River, French Guiana, sedimentation, mudbanks
Almeida Ribeiro T., Fromard F.	2002	Processing of Remote sensing images for coastal vegetation studies in French Guiana	J. Remote Sensing	DOC UMR ECOFOG, Kourou, in Gombauld, P., De Noter, C. 2002. Guide permanent des publications – Guyane 2001-2002. GRID (229p)	publication	Guyane française	papier	cote, végétation, télédétection
Anthony E.J., Gardel A., Dolique F., Guiral, D.	2002	Short-term changes in the plan shape of a sandy beach in response to sheltering by a nearshore mud bank, Cayenne, French Guiana	Earth Surf. Proc. Land. vol 27 (2002), pp 857–866	http://onlinelibrary.wiley.com	publication	Cayenne	numérique	mud banks, beach plan shape, cell circulation, beach rotation, French Guiana
Anthony E.J., Dolique F.	2004	The influence of Amazon-derived mud banks on the morphology of sandy headland-bound beaches in Cayenne, French Guiana : a short- to long-term perspective	Marine Geology, vol. 208 (2004), pp 249-264	science direct	publication	Cayenne	numérique	mud banks, muddy coasts, beach profile, beach rotation, French Guiana, Amazon
Anthony E.J., Dolique F.	2006	Intertidal subsidence and collapse features on wave-exposed, drift-aligned sandy beaches subject to Amazon mud: Cayenne, French Guiana	Earth Surf. Proc. Land. vol 31 (2006), pp 1051–1057	http://onlinelibrary.wiley.com	publication	Cayenne	numérique	beach profile, mud-sand beach, Amazon mud banks, French Guiana
Anthony E. J., Dolique F., Gardel A., Gratiot N., Polidori N., Proisy C.	2008	Nearshore intertidal topography and topographic-forcing mechanisms of an Amazon-derived mud bank in French Guiana	Continental Shelf Research, Vol 28 (2008) Issue 6, pp 813-822	Internet (http://amapmed.free.fr)	publication	Guyane française	numérique	mud bank, amazon-influenced coast, topography, fluid mud, mud bars, wave-mud interaction, Mangroves
Anthony E.J., Gardel A., Gratiot N., Proisy C., Allison M.A., Dolique F., Fromard F.	2010	The Amazon-influenced muddy coast of South America: A review of mud-bank-shoreline interactions	Earth-Science Reviews, Vol 103 (2010), Issues 3-4, December 2010, pp 99-121	science direct	publication	Guyane française	numérique	Amazon, mud banks, muddy coast, mangroves, wave dissipation, cheniers, beach rotation, South America
ARUAG	1994	Notice d'impact : dragage du chenal du kourou	ARUAG	BRGM archive SRG-DG00308	rapport	Kourou	papier	estuaire, dragage, impact, hrododynamisme, Kourou.
Augustinus, P.G.E.F.	2004	The influence of the trade winds on the coastal development of the guianas at various scale levels : a synthesis.	Marine geology 208 (2004) pp145-151	science direct	publication	Guyanes	numérique	coastal development, mudbanks, large-scale coastal behaviour, smallest coastal unit, trade wind
Baghdadi N., Cailleau A., Delpont G., Oliveros C., Palvadeau E., Remault O., Robelin C., Watremez P.	2001	Etude des bancs de vase de Guyane - Chantier PNEC 2000-2001	BRGM	BRGM RP-51188-FR, 28p	rapport	Guyane française	numérique	Guyane, vases, vasières, littoral, télédétection, radar, essais géotechniques, prélèvement en mer, PNEC
Baghdadi N., Gratiot N., Lefebvre J.P., Oliveros C., Bourguignon A.	2004	Coastline and mudbank monitoring in French Guiana: contributions of radar and optical satellite imagery.	Can. J. Remote Sens. 30 (2004), pp 109–122.	http://article.pubs.nrc-cnrc.gc.ca	publication	Guyane française	numérique	Suivi, trait de côte, bancs de vase, Guyane Française, télédétection.
Baghdadi N., David A., Oliveros C., Gratiot N.	2005	Apport de l'imagerie spatiale optique et radar pour la cartographie des bancs de vase en Guyane Française	Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection, 2005, (175), pp 27-42	http://www.lthe.fr/PagePerso/gratiot/publi	publication	Guyane française	numérique	image satellite,radargraphie, cartographie, vase, bathymetrie, littoral Guyane française / Amazone bassin
Baghdadi N., Oliveros C.	2007	Potential of ASAR/Envisat data for mud bank monitoring in French Guiana compared to ASTER imagery	Journal of Coastal Research. Vol 23 (2007), pp 1509–1517	http://www.jcronline.org	publication	Guyane française	numérique	Mud bank, morphology, bathymetry, mapping, ASAR/Envisat, ASTER, French Guiana.

Berthois L., Hoorelbeck J.	1966	La sédimentation dans les cours d'eau et sur les côtes de la Guyane française	Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, Serie D: Sciences Naturelles, vol.263, no.15, pp 955-958, 1966		Rapport	Guyane française		environment fluvial features, French Guiana, littoral, Mahury-Cayenne-Maroni rivers, rivers sediment transport, sedimentary petrology, sedimentation South America stream transport
Blanchard E.	2009	Avancées et reculs des mangroves guyanaises: Bilan par analyse spatiale sur plusieurs décennies	UMR AMAP, Montpellier, 25 p	http://amapmed.free.fr	mémoire	Guyane française	numérique	Mangrove, dynamique côtière, analyse spatiale, Guyane, forçages hydrosédimentaires
Bourret A., Devenon J.L., Chevalier C.	2008	Tidal influence on the hydrodynamics of the French Guiana continental shelf	Continental Shelf Research. 28 (2008), pp 951-961.	science direct	publication	Guyane française	numérique	French Guiana continental shelf, Coast circulation modelling, Tidal influence
Bouysse Ph., Kudrass H.R., Le Lann F.	1977	Reconnaissance sédimentologique du plateau continental de la Guyane française (Mission GUYAMER 1975).	BRGM	Archive BRGM/77-SGN-078-MAR	rapport	Guyane française	numérique	Plateau continentale, Guyane française, Cartographie, sédimentologie.
Bouysse P., Roux J.D.	1978	Reconnaissance sur la circulation d'eaux turbides d'origine amazonienne le long de la côte des Guyanes	C.R. Acad. Sci., Paris, D, t. 287, pp 203-206					
Boyé M.	1959	Données nouvelles sur les formations sédimentaires côtières de la Guyane Française.	Cayenne : IFAT, 1959, 34 p	horizon.documentation.ird.fr	rapport	Guyane française	numérique	sédimentologie, zone côtière, geomorphologie, stratigraphie, holocene, pleistocene, sable, végétation / savane sèche, Guyane française, Amazonie
Boyé M.	1959	Rapport sur l'état du désenvasement de la Guyane française et spécialement des abords de Cayenne	ORSTOM IFAT 32 p		Rapport	Cayenne		Désenvasement, Cayenne.
Boyé M.	1963	La géologie des plaines basses entre Organabo et le Maroni (Guyane française)	IRD		Thèse	Maroni - Organabo		sédimentologie, sable, granulométrie, morphoscopie, argile, analyse chimique, composition chimique, lithologie, stratigraphie, cénozoïque, quaternaire, formation géologique
BRGM Guyane, Créocéan	2000	Dragage d'entretien du chenal d'accès au port de Pariacabo sur le fleuve Kourou : Etude des rejets de dragage par modélisation hydrosédimentaire	BRGM Guyane/CREOCEAN	archives BRGM/DG-00307	rapport	Kourou	papier	Dragage, impact, estuaire, Kourou, hydrodynamisme.
Cerdan P., Horeau V., Richard S., Vaquer Y.	1997	Contribution à l'évaluation de l'impact des rizières sur les marais côtiers de la région de la basse Mana	Hydréco	HYDRECO	rapport	Guyane française	papier	hydrologie, biologie, rizière, impact, agriculture, milieu naturel, physico-chimie, culture
Chaneac L., Legrand C.	2009	Synthèse bibliographique sur les zones humides de Guyane. Rapport final.	BRGM	serveur BRGM/RP-57709-FR	rapport	Guyane française	numérique et papier	bibliographie, biodiversité, DCE, Grenelle, Guyane, hydrogéologie, île de Cayenne, Kaw, Mana, marais, zones humides.
Charron C., Prost M.T., Lointier M.	1991	Bref exposé sur la dynamique côtière étudiée au travers de la télédétection	IRD	DOC ENGREF – AgroParisTech campus Kourou	rapport		papier	côtes, cartographie, érosion, télédétection, mangrove, plage, Amérique du sud, Guyane française
Charron C., Lointier M., Prost M.T., Rudant J.P.	1992	Étude multitemporelle du littoral et des estuaires guyanais utilisant l'imagerie SPOT et Landsat	ORSTOM, Cayenne	horizon.documentation.ird.fr	ouvrage	Guyane française	numérique	télédétection, traitements numériques, changement côtiers, Guyane, mangrove.
Chevalier C., Froidefond J.M., Devenon J.L.	2008	Numerical analysis of the combined action of littoral current, tide and waves on the suspended mud transport and on turbid plumes around French Guiana mudbanks	Continental Shelf Research. 28 (2008), pp 545-560	science direct	publication	Guyane française	numérique	turbid plume, suspended load, Mud banks, Mud, Modeling, French Guiana
Choubert B.	1948	Sédimentation actuelle en Guyane Française.	Cayenne : IFAT, 1948, 9 p	horizon.documentation.ird.fr	rapport	Guyane française	numérique	sédimentation littorale, cordon littoral, quaternaire, transgression, sable, érosion, plaine côtière, Guyane française, Amazonie
Choubert B., Boyé M.	1959	Envasements et dévasements en Guyane Française.	C.R. Acad. Sci. 249 (1959), pp 145-147		symposium			
Colin C.	1992	Western boundary currents in front of French Guiana.	Symposium International PIGC 274/ ORSTOM sur l'évolution des littoraux des guyanes et de la zone caraïbe méridionale pendant le Quaternaire Cayenne 1990 (1990), pp 22-29.	horizon.documentation.ird.fr	symposium	Guyane française	numérique	courant superficiel, courant subsuperficiel, variation spatiale, vent, température, salinité, zone côtière, Guyane française, Amazonie
Colin C., Bourlès B.	1993	Western boundary currents and transports off French Guiana as inferred from Pegasus observations.	Oceanologica Acta, vol 17 (2), pp 143-157.	horizon.documentation.ird.fr	publication	Guyane française	numérique	courant équatorial, température, salinité, variation interannuelle, atlantique équatorial, guyane française

Synthèse et analyse critique de l'état de la connaissance sur la dynamique côtière en Guyane

Colin C., Bourlès B., Chuchla R., Dangu F., Colin C., Bourlès B., Chuchla R., Dangu F.	1994	Western boundary current variability off French Guiana as observed from moored current measurements.	Oceanologica Acta, vol 17 (4), pp 345-354.	horizon.documentation.ird.fr	publication	Guyane française	numérique	courant équatorial, mesure, profondeur, vitesse, variabilité atlantique équatorial, Guyane française
Colinet M., Renault O., Ayanma S.	2001	Etude et prévention des risques liés à l'aléa érosion marine sur la commune de Remire-Montjoly. Rapport de fin de phase 3.	BRGM	serveur BRGM RP-51300-FR	Rapport	Remire-Montjoly	numérique	littoral, risques naturels, érosion marine, aménagement et protection du littoral, Remire-Montjoly, Guyane
Colinet M., Lasserre J.L.	2003	Base Navale de Dégrad des Cannes (Cayenne – Guyane) Etude hydrodynamique et sédimentaire – Phase I.	BRGM	serveur BRGM RP-52541-FR	rapport	Mahury	numérique	littoral, estuaire Mahury, risques naturels, envasement, bathymétrie, courantologie, sédimentologie, Cayenne, Guyane, Port Dégrad des Cannes.
Créocéan	2004	Entretien des profondeurs du chenal de Dégrad des Cannes – Dossier d'Autorisation au titre de la législation sur l'eau. DDE.	Créocéan		Rapport	Mahury		
Créocéan	2007	Approfondissement et agrandissement du chenal d'accès au Port de Dégrad des Cannes - Dossier de demande d'autorisation	Créocéan rapp. 1062097		Rapport	Mahury		
Créocéan, BRGM	2008	Commune de Remire-Montjoly - Schéma directeur de valorisation du littoral de la commune de Remire-Montjoly	Créocéan	Archive BRGM/DG-00330	rapport	Remire-Montjoly	Papier	littoral, géomorphologie, mode de gestion, aménagement, enquête socio-économique
CRESTIG, Réseau Guyanais de Culture, Scientifique, Technique et Industrielle, Silvob Guyane, CIRAD Forêt	1993	La mangrove des côtes des Guyanes : connaissance et suivi de ses mouvements	Compte-rendu de la table ronde publique organisée le 11 février 1993 par SILVOLAB-GUYANE	ENGREF - AgroParisTech campus Kourou / SEPANGUY	Symposium	Guyanes	papier	mangrove, cote, Amérique du sud, dynamique côtière, écologie, sédimentologie
Daniel J.R.K.	1989	The chenier plain coastal system of Guyana	Mar. Geol. 90 (1989), pp 283-287.	science direct	publication	Guyana	numérique	chenier, plaine côtière, Guayana
DDE Guyane	1974	Estuaire du Mahury : Note de synthèse des connaissances relatives au régime hydraulique et sédimentologique du Mahury	DDE	archives BRGM/DG-00261	rapport	Mahury	papier	sédimentologie, hydrodynamisme, Mahury
Debenay J. P., Guiral D.	2003	Consequences of transport of Amazon discharge along the coastal ecosystems in French Guiana 1999-2003	IRD	IRD Cayenne	rapport	Guyane française	papier	Amazone, transport, sédiment, mangrove, vase, cote, hydrodynamique, Kaw
Debenay J.P., Jouanneau J.M., Sylvestre F., Weber O., Guiral D.	2007	Biological Origin of Rhythmites in Muddy Sediments of French Guiana	Journal of Coastal Research Volume 23, Issue 6 (2007) pp 1431-1442	http://www.jcronline.org	publication	Guyane française	numérique	tidal rhythmites, laminations, microphytobenthos, Amazonian muds, South America.
Declercq S.	2009	Enquête documentaire et historique sur les risques naturels en Guyane, mise à jour du rapport R 40637. Rapport final	BRGM	serveur BRGM RP-57325-FR	rapport	Guyane française	numérique	risques naturels, Enquête historique, Guyane, Inondations, Mouvements de terrain, Littoral, Séismes, Feux de forêt, Aléa météorologique
Djuwansah M., Delaune M., Marius C.	1992	Sédimentologie des formations holocènes de la Guyane française	PICG 274/ORSTOM, nov. 1990, Colloques et Séminaires, pp 133-149.					
De la Torre Y., Moisan M.	2011	Analyse de l'ensablement et l'envasement de la base navale de Dégrad des Cannes et préconisation de solutions	BRGM	Archive BRGM/RP -60235-FR	Rapport	Dégrad des Cannes	numérique	base navale, Dégrad des Cannes, dragages Guyane, dynamique sédimentaire, ensablement, envasement, hydrodynamique, Mahury, sédimentation.
Dolique F., Anthony E.J.	2005	Short-Term Profile Changes of Sandy Pocket Beaches Affected by Amazon-Derived Mud, Cayenne, French Guiana.	Journal of Coastal Research, pp 1195-1202	http://www.jcronline.org	publication	Remire-Montjoly	numérique	
Eisma D., Augustinus P.G.E.F., Alexander C.R.	1991	Recent and subrecent changes in the dispersal of Amazon mud.	Netherland Journal of Sea Research, vol 28 (1991), pp 181-192		Publication			
Fiot J., Gratiot N.	2006	Structural effects of tidal exposures on mudflats along the French Guiana coast (N.E. South America). Experimental and field approaches.	Marine Geology. vol 228 (2006), pp 25-37.	Georef, Earthquake Engineering	publication	Guyane française	numérique	Amazon, French Guiana, coastal dynamics, mudflat, desiccation, mangrove
Fritsch J.M.	1984	transports solides. Etude de l'impact de l'aménagement de Petit Saut.	ORSTOM	IRD Cayenne	rapport	Sinnamary		érosion hydrique, érodibilité du sol, transport solide, Guyane française, Sinnamary cours d'eau, Petit Saut
Froidefond J.M., Pujos M. and André X.	1988	Migration of mudbanks and changing coastline in French Guiana	Marine Geology, vol 84 (1988), pp 19 – 30.	science direct	publication	Guyane française	numérique	bancs de vase, hydrodynamisme, érosion, trait de côte, Guyane française

Froidefond J.M., Lahet F., Huc C., Doxarana D., Guiralb D., Prost M.T., Temonb J.F.	2004	Mudflats and mud suspension observed from satellite data in French Guiana	Marine Geology, vol 208 (2004), pp 153-168.	Georef, Earthquake Engineering	publication	Guyane française	numérique	mud bank, suspended particulate matter, remote sensing, Amazon River, French Guiana
Froidefond J.M.	2007	Conséquences de la variabilité des apports sédimentaires sur les mangroves	« Boletim de Resumos », VIII Workshop ECOLAB Brasil, 6 – 12 août 2007	DIREN Guyane	publication	Guyane française	papier	sédimentation, mangrove, cote
Fromard F., Vega C., Proisy C., Cadamuro L.	2001	Dynamique sédimentologique et évolution des mangroves de Guyane Française au cours des 50 dernières années. Etudes in situ et par télédétection aérienne et satellitale (Coastal Evolution and mangrove dynamics in French Guiana over the last fifty years. A case study based on aerial and satellite remote sensing data and field surveys)	8e Congrès français de sédimentologie, Orléans, nov. 2001	UMR ECOFOG, Kourou, in Gombauld, P., De Noter, C. 2002. Guide permanent des publications – Guyane 2001-2002. GRID (229p)	Symposium	Guyane française		sédiment, mangrove, télédétection
Fromard F., Proisy C.	2002	La mangrove guyanaise dans le contexte côtier amazonien : dynamique, fonctionnement, évolution	Dynamique et structuration des écosystèmes guyanais : rôle des apports amazoniens. Cayenne : IRD / Colloque : Chantier Guyane du Programme National d'Environnement Côtier.	IRD Cayenne	rapport	Guyane française	papier	mangrove, cote, dynamique, fonctionnement, évolution
Fromard F.	2004	Materials exchanges between the continental shelf and mangrove fringed coasts with special reference to the Amazonian Guianas Coast	Marine Geology, Vol 208 (2004), Issues 2-4, 15 August 2004, pp 115-126	science direct	publication	Guyanes	numérique	Amazon, Guiana, coastal dynamics, mud bank, mangroves, biogeochemist
Fromard F., Vega C., Proisy C.	2004	Half a century of dynamic coastal change affecting mangrove shorelines of French Guiana. A case study based on remote sensing data analyses and field surveys	Marine Geology, vol 208 (2004), pp 265 – 280	science direct	publication	Sinnamary	numérique	mangrove forest, coastal dynamics, Amazonian dispersal system, mangrove development model, French Guiana, remote sensing
Fromard F., Proisy C.	2009	Coastal dynamics and its consequences for mangrove structure and functioning in French Guiana. in 'Revised World Atlas of Mangrove for Conservation and Restoration of Mangrove Ecosystems	ISME/GLOMIS Electronic Journal. http://www.gloris.com/ . Published by Earthscan, Mark Spalding (Eds). In press.	http://amapmed.free.fr/	publication	Guyane française	numérique	dynamique, cote, mangrove, structure, conservation, restauration
Frouin P., avec la coll. De Pujos M. et de Watremez P.	1997	Revue des connaissances sur la zone côtière de Guyane française	Programme national d'océanographie côtière	archives BRGM - DG-00270	Rapport	Guyane française	papier	Géologie, géomorphologie, hydrodynamique, sédimentologie, biologie, littoral, revue des connaissances, Guyane française.
Gardel A., Gratiot N.	2003	Dynamique littorale et impacts socio-économiques en Guyane Française, approche par télédétection spatiale: rapport intermédiaire.	IRD Cayenne, 2003, 28 p.	horizon.documentation.ird.fr	rapport	Guyane française	numérique	sédimentation, vase, mangrove, géomorphologie, surveillance, télédétection spatiale, image satellite, série chronologique, variation spatiale, variation temporelle / dynamique côtière, Guyane française / Cayenne, Kourou
Gardel A., Gratiot N.	2004	Dynamique littorale et impacts socio-économiques en Guyane française : approche par télédétection spatiale : rapport final.	IRD, CNES, 2004, 95 p.	Montpellier centre IRD	rapport	Guyane française		littoral, dynamique, morphologie, cote, vase, dragage, télédétection, estuaire, mangrove, satellite spot, satellite landsat, système d'information géographique, variation spatiale, variation temporelle, vent / cinétique
Gardel A., Gratiot N.	2005	A Satellite Image-Based Method for estimating rates of mud bank migration, French Guiana, South America.	Journal of Coastal Research, Vol 21, Issue 4 (2005), pp 720-728	http://www.jcronline.org	Publication	Guyane française	numérique	Satellite images, mud bank migration, Amazon, French Guiana.
Gardel A., Gratiot N.	2006	Monitoring of coastal dynamics in French Guiana from 16 years of SPOT images	Journal of Coastal Research, vol 39 (2004), pp 1502-1505	http://www.lthe.fr/PagePerso/gratiot	publication	Kourou	numérique	Mud bank, mangrove, cohesive sediment, remote sensing, french guiana
Gardel A., Morelle F., Proisy C., Anthony E.J., Gratiot N.	2007	Recent results on hydrosedimentary and ecological processes that govern the coastal dynamics of French Guiana.	Proceedings, 8th International Ecolab Workshop on Amazon Ecosystems, august 6-12 2007, Macapá, Brazil, pp 55-58.	http://amapmed.free.fr	symposium	Guyane française	numérique	Hydrosédimentologie, écologie, dynamique côtière, Guyane française
GDTA	1990	Les données hyperfréquences dans l'étude de l'environnement littoral et fluvial Guyanais	GDTA. 26 p.	archives BRGM/DG-00221	rapport	Guyane française	papier	Télédétection, radar, dynamique côtière, Guyane française

Synthèse et analyse critique de l'état de la connaissance sur la dynamique côtière en Guyane

Gratiot N., Gardel A., Proisy C., Anthony E.	2006	A severe mangrove retreat along the muddy coast of French Guiana	International symposium "Mud deposit in coastal areas", 13-17 Nov. 2006, Porto Alegre, Brazil.	http://amapmed.free.fr/	symposium	Guyane française		mangrove, cote
Gratiot N., Gardel A., Anthony E.J.	2007	Trade-wind waves and mud dynamics on the French Guiana coast, South America: Input from ERA-40 wave data and field investigations	Marine Geology, Volume 236 (2007), Issues 1-2, pp 15-26	science direct	publication	Guyane française	numérique	trade-wind waves; ERA-40 wave dataset; mud banks; mangroves; French Guiana
Gratiot N., Anthony E.J., Gardel A., Gaucherel C., Proisy C., Wells J.T.	2008	Significant contribution of the 18.6 year tidal cycle to regional coastal changes.	Nat. Geosci, vol 1 (2008), pp 169-172.	http://www.nature.com	publication	Guyanes	numérique	
Gratiot N.	2010	Impact des sédiments cohésifs sur l'écosystème	Université Joseph-Fourier - Grenoble I	HAL	Habilitation à Diriger des Recherches	Guyane française	numérique	sédiments – écosystèmes – érosion – houle – marées – lacs – mangroves – turbulence – vase – Guyane – Mexique
Gratiot N., Anthony E.J.	En préparation	Structuration of the coast of Guyana's : interaction between physical, biological and human induced processes.				Guyanes		
Guiral D.	2003	Les côtes de Guyane : une extension du delta de l'Amazone	Géologues, 2003, (139), pp116-122.	IRD Cayenne	publication	Guyane française	papier	cote, amazon, mangrove, sédiment, saison, vase, courant
Guiral D.	2003	Les côtes de Guyane : le prolongement de l'estuaire de l'Amazone	Cayenne : Conseil Régional de Guyane, 2003, pp 21-24. Assises de la Recherche en Amazonie, Plateau des Guyanes, Cayenne	horizon.documentation.ird.fr	symposium	Guyane française	numérique	littoral, dynamique, morphologie, cote, vase, dragage, teledetection, estuaire, mangrove, satellite spot, satellite landsat, systeme d'information géographique, variation spatiale, variation temporelle, vent / cinétique
Huynh F., Charron C., Betoulle J. L., Panechou K., Gardel A., Prost M. T., Loubry D.	1997	Suivi de l'évolution géomorphologique et botanique de l'estuaire du Sinnamary par télédétection.	ORSTOM, EDF	horizon.documentation.ird.fr	rapport	Sinnamary	numérique	géomorphologie, évolution, botanique, flore, végétation, estuaire, Sinnamary, télédétection
IRD	2002	Programme national environnement côtier : chantier Guyane	IRD, 2002, 66 p. Réunion de Baryuls sur le Programme National Environnement Côtier.	IRD Cayenne	Symposium	Guyane française		programme de recherche, vase, plateau continental, ligne de rivage, littoral, sédimentation littorale, mangrove, dynamique, Guyane française, Cayenne, kaw estuaire
Jouanneau J.M., Pujos M.	1987	Suspended matter and bottom deposits in the Mahury estuarine system (French Guiana) : environmental consequences	Netherlands Journal of Sea Research, vol 21 (1987), Pays-Bas, pp 191-202		publication	Mahury	numérique	estuaire, sédimentation, Mahury, sables, vase.
Jouanneau J.M., Pujos M.	1988	Suspended matter and bottom deposits in the maroni estuarine system (French Guiana)	Netherlands Journal of Sea Research, Vol 22 (1988), Issue 2, pp 99-108	science direct	publication	Maroni	numérique	estuaire, sédimentation, Maroni, sables, vase, argile, vase.
Koese S.	2008	Etude d'aménagement et de protection du littoral de la commune de Remire-Montjoly contre l'érosion marine : application à la plage de Montjoly	Conservatoire national des arts et métiers (France). Centre régional (Guyane).	SUDOC	mémoire	Remire-Montjoly		littoraux, enrochement, érosion, Montjoly, génie civil
Lallier S., Richard J.P., Joseph B., Degay E.	1996	Méthodologie de suivi des impacts de dragage des matériaux dans les fleuves guyanais : cas du fleuve Mahury	BRGM	archive.brgm/RR-39197-FR	rapport	Mahury	numérique	Guyane, Mahury, fleuve, estuaire, matériaux, dragage, courantométrie, impacts, bathymétrie
Lasserre J.L., Bourguignon A., Oliveros C., Baghdadi N.	2003	Apport de l'imagerie radar à la détection et au suivi des bancs de vase en Guyane.	BRGM - DDE	archives.brgm/RP-52221-FR	rapport		papier	radar, Radarsat, banc de vase, trait de côte Guyane.
Lasserre J.L., Bourguignon A., Oliveros C., Baghdadi N.	2004	Apport de l'imagerie radar à la détection et au suivi des bancs de vase en Guyane. Etude de l'évolution de l'envasement au niveau du Mahury de novembre 2002 à novembre 2003.	BRGM	archives.brgm/RP-53023-FR	rapport	Mahury	papier	radar, ASAR d'Envisat, Radarsat, Banc de vase, trait de côte, Guyane française
LCHF	1953	Mission d'études de la Guyane – Rapport de fin de mission (sédimentologie).	LCHF	Archive BRGM	Rapport		papier	
LCHF	1965	Mahury, Rapport de fin de mission – Fascicule I (Rapport général) et II (sédimentologie).	LCHF	Archive BRGM	Rapport	Mahury	papier	
Lefebvre J.-P., Guiral D.	2001	Hydrodynamique de la rivière de Kaw : février 1999 - mai 2001	IRD Cayenne	IRD Cayenne	rapport	Kaw	papier	Kaw, rivière, hydrodynamique, marais, limnigraphie, variation
Lefebvre J.P., Dolique F., Gratiot N.	2004	Geomorphic evolution of a coastal mudflat under oceanic influences: an example from the dynamic shoreline of French Guiana	Marine Geology, vol 208 (2004), pp 191-205	science direct	publication	Kaw	numérique	estuarine mudcape, mudbank, littoral fringe, fluid mud layer

L'Her J., Tmal C.	2008	Erosion des plages de la commune de Rémire-Montjoly en Guyane - Expertise sur les ouvrages de défense contre la mer de la plage de Montjoly et de Zéphir - 1-Rapport et 2-Fiches	CETMEF, 23 p	serveur BRGM	rapport	Montjoly-Zéphir	numérique	ouvrage de défense contre la mer, érosion, enrochement, risque, Montjoly, Zéphyr
Lointier M.	1984	Etudes d'impact de l'aménagement du barrage de Petit Saut sur le Sinnamary : dynamique des eaux et de l'intrusion saline dans l'estuaire du Sinnamary	ORSTOM cayenne, 1984, 38 p.	IRD Cayenne	rapport	Sinnamary		milieu estuarien, profil topographique, hydrodynamique, marée, propagation d'onde, hydrométrie, débit, variation temporelle, bilan hydrologique, salinité, évolution, Guyane française, Amazonie, Sinnamary estuaire
Lointier M.	1986	Morphologie et hydrologie d'un marais côtier équatorial : la savane Sarcelle.	ORSTOM Cayenne, 1986, 28 p.	horizon.documentation.ird.fr	rapport	Mana	numérique	marais, zone côtière, morphologie, hydrologie, chimie de l'eau, hydrodynamique, marée, variation saisonnière, Guyane française, Amazonie, Maris Sarcelle
Lointier M.	1986	Hydrodynamique et morphologie de l'estuaire du fleuve Sinnamary (Guyane française)	Congrès Régional de la SEPANGUY; Colloque SEPANRIT, 1.; 10., 1985/04/27-29, Cayenne	horizon.documentation.ird.fr	Symposium	Sinnamary	numérique	estuaire, ligne de rivage, onde marée, propagation d'onde, littoral, géomorphologie, bassin versant, écoulement, image satellite, photographie aérienne, Guyane française / kaw, Ilet la Mere
Lointier M., Prost A.M.	1988	Environnement côtier des Guyanes.	Rapport intermédiaire. ORSTOM Cayenne, 46 p.	archives BRGM - DG-00272	rapport	Guyanes	papier	variation, rivage, synthèse, Guyanes
Lointier M., Prost M.T.	1988	Coastal sedimentation and local river supply in French Guiana : comparisons with the Amazon	Abstracts of the Chapman Conference on the Amazon Dispersal System. Am. Geophys. Union, Charleston, Wild Dunes, S.C		Symposium			
Lointier M., Roche M.A.	1989	Salinités et suspensions des estuaires de Guyane : méthodes et résultats	Physico-Chimie des Eaux Continentales : Journées Hydrologiques de l'ORSTOM, 4., 1988/09/14-15, Montpellier	horizon.documentation.ird.fr	ouvrage	Guyane française	numérique	milieu estuarien, hydrodynamique, qualité de l'eau, méthode d'analyse, téledétection spatiale, traitement d'image, eau, caractéristique physique, caractéristique chimique, salinité, matière en suspension, variation spatiale, variation temporelle, Guyane française
Lointier M., Pavé A., Andrieux P., Bonnet M.P., Cavaillès M., Fabre G., Fotsing J.M., Garrec J.P., Grimaldi C., Lévi Y., de Mérona B., Polidori L., Sabatier D., Schmidt-Lainé C.I., Tostain O.	2003	Impact des activités futures d'Ariane 5 sur l'environnement humain et naturel	IRD, CNES	(http://www.guyane.cnrs.fr/)	rapport	Guyane française		impact, ariane 5, environnement, milieu naturel
Magri S.	2004	Evolution d'une morphologie estuarienne et propagation de l'onde tidale : rivière de Kaw, Guyane française : rapport de stage de recherche	Bordeaux (FRA), Cayenne : Université de Bordeaux 1, IRD, 2004, 25 p. multigr.	localisation et cotes: Cayenne [CA ARCHIVES EL36] ; Fonds IRD [F B010036423 ; F B010036423]	mémoire	Kaw		estuaire, ligne de rivage, onde marée, propagation d'onde, littoral, géomorphologie, bassin versant, écoulement, image satellite, photographie aérienne, Guyane française / Kaw, Ilet la Mere
Marteau P., Oliveros C., Cailleau A., Joseph B.	2000	Plan de prévention des risques naturels littoraux de l'île de Cayenne - Communes de Cayenne, Remire-Montjoly, Matoury (Guyane) - Cartographie de l'aléa.	BRGM	archive BRGM RP-50475-FR	rapport	Cayenne	papier et numérique	littoral, dynamique côtière, géologie, géomorphologie, trait de côte, aléas, submerssion, érosion, risques naturels, enjeux, Cayenne, Guyane.
Marteau P., Oliveros. C., Billet J.F., Cailleau A., Joseph B.	2001	Plan de prévention des risques naturels littoraux de la commune de Kourou - Note de présentation - Cartographie de l'aléa. Proposition de plan de zonage et projet de règlement.	BRGM	archives BRGM - RP-50802-FR	rapport	Kourou	papier et numérique	littoral, dynamique côtière, géologie, géomorphologie, trait de côte, aléas, submerssion, érosion, risques naturels, enjeux, Kourou, Guyane.
Martinez JM, Guyot JL, Filizola N. Sondag F.	2009	Increase in suspended sediment discharge of the Amazon River assessed by monitoring network and satellite data	CATENA, 29, Special Issue "Sediment Sources and sediment delivery under environmental change"					

Synthèse et analyse critique de l'état de la connaissance sur la dynamique côtière en Guyane

Monadier P.	2003	La protection contre l'érosion marine du polder de Mana en Guyane	Conseil général des ponts et chaussées, Ministère de l'équipement, des transports, du logement, du tourisme et de la mer.	La documentation française	rapport	Mana	numérique	Polder de Mana, érosion, protection
Müller Karger et al.	1988	The dispersal of the amazon's water	Nature 333, pp 56-59	Nature	publication	Amazone		
Nguyen D., Laporte P.	1998	Erosion littorale sur la commune de Rémire-Montjoly (Guyane).	BRGM	Archive BRGM RR-40385-FR	rapport	Rémire-Montjoly	papier et numérique	aléa naturel, littoral, Rémire-Montjoly.
Nguyen D.	2000	Limite du recul du trait de côte sur l'île-de-Cayenne (Guyane).	BRGM	serveur BRGM RP-50307-FR	rapport	Cayenne	numérique	recul, trait de côte, érosion, géologie, géomorphologie, enquête historique, Ile de Cayenne.
Nguyen D., Joseph B., Renault O.	2000	Etude du banc de vase sur l'estuaire du Kourou.	BRGM	archives BRGM - RN-02882	rapport	Kourou	papier	bancs de vase, littoral, Kourou, dragage, chenal.
Oliveros C., Renault O., Colinet M., De Noter C., Cailleau A., Joseph B., Morel O.	2001	Etude et prévention des risques d'érosion littorale de la commune de Rémire Montjoly - Phase I et II	BRGM	archives BRGM/RP-51000-FR	rapport	Rémire-Montjoly	papier et numérique	Littoral, risques naturels, érosion marine, bathymétrie, courantologie, sédimentologie, enquête riverains Rémire Montjoly, Guyane
Oliveros C., Idier D., Dewez T., Gontier M.	2008	Étude des possibilités de rechargement des plages de l'île de Cayenne	BRGM	serveur BRGM RP-56368-FR	rapport	Rémire-Montjoly	papier et numérique	Guyane, plage, sable, érosion, rechargement, mobilité sédimentaire, Mahury, Ile de Cayenne
ORSTOM	1968	Etude dynamique de la sédimentation dans les trois cours d'eau de la Guyane française. La rivière Mahury, la rivière de Cayenne et le fleuve Maroni	Mémoires O.R.S.T.O.M. no 2	horizon.documentation.ird.fr	ouvrage	Maroni - Cayenne -Mahury	numérique	Estuaire, sédimentologie, hydrologie, dynamique sédimentaire, turbidité, Maroni, Rivière Cayenne, Mahury
ORSTOM, DAF	1995	La Guyane vue par satellite : dynamique de la zone côtière	ORSTOM	ENGREF - AgroParisTech campus Kourou / SEPANGUY / PNG	rapport	Guyane française	papier	télédétection, cotes, mangrove, dynamique
Palvadeau E.	1999	Géodynamique quaternaire de la Guyane française	BRGM	Archive BRGM	Thèse	Guyane française	papier et numérique	Guyane française, géologie, quaternaire
Peltier A.	1993	Caractérisation et dynamique des mangroves de Guyane française	mémoire DEA Paris XI, INAPG, ENS Paris VI	CNES, service Environnement et Sauvegarde Sol (CSG)	mémoire	Guyane française	papier	dynamique, mangrove, phytomasse, sol, dendrologie, biomasse, végétation, pédologie, avicennia
Plaziat J.C., Augustinus P.G.E.F.	2004	Evolution of progradation/erosion along the French Guiana mangrove coast: a comparison of mapped shorelines since the 18th century with Holocene data	Marine Geology, Vol 208 (2004), Issues 2-4, pp 127-143	science direct	publication	Guyane française	numérique	French Guiana, sedimentology, mangrove, Holocene, historical maps, progradation rates
Proisy C., Gratiot N., Anthony E.J., Gardel A., Fromard F., Heuret P.	2009	Mud bank colonization by opportunistic mangroves: a case study from French Guiana using lidar data	Continental Shelf Research. Special Issue "On the dynamics of mud deposits in coastal areas"	science direct	publication	Guyane française	numérique	colonisation, mangrove, sédiment
Prost E.	2007	Caractérisation du trait de côte sur le littoral guyanais à partir d'images Spot-5 : segmentation préliminaire d'objets littoraux	Spot image	http://sigma.ensat.fr/stages/Rapports/Prost2007_rapport.pdf	mémoire	Guyane française	numérique	littoral, trait de côte, cartographie, télédétection, Spot 5
Prost M.-T.	1986	Observations sur l'évolution morpho-sédimentaire du littoral guyanais	International Symposium on Sea Level Changes and Quaternary Shorelines, 1986/07, Sao Paulo	IRD Cayenne	symposium	Guyane française	papier	sédimentation, littoral, rivage, morphologie, variation, vase, marais, holocène, plaine côtière
Prost M.T.	1987	Shoreline changes in French Guiana.	OttawaQuaternary of South America and Antartica Peninsula, 1987, 5, pp 291-299. INQUA International Congress.Special Session on the Quaternary of South America, 12., 1987/07/31; 1987/08/09, Ottawa	horizon.documentation.ird.fr	publication	Guyane française	numérique	sédimentologie, ligne de rivage, quaternaire, holocene, variation, littoral, dynamique cotiere, Guyane francaise, Amazonie
Prost M.T.	1988	Beaches and cheniers in French Guiana	Final Meeting of the International Geological Correlation Program, Project 201 : Quaternary of South America, 1987/12/02-06, Ushuaia	horizon.documentation.ird.fr	symposium	Guyane française	numérique	sédimentation littorale, ligne de rivage, variation, teledetection spatiale, satellite landsat, satellite spot, etude comparative
Prost M.T., Lointier M., Barthès B.	1988	Evolution côtière en Guyane française : la zone de Sinnamary	ORSTOM, 1988, 21 p.	horizon.documentation.ird.fr	symposium	Sinnamary	numérique	cote, ligne de rivage, evolution, geomorphologie, sedimentation littorale, teledetection spatiale, satellite spot, plaine cotiere, Guyane francaise, Amazonie, Sinnamary
Prost M.T.	1989(a)	Coastal dynamics and chenier sands in French Guiana	Marine Géology, vol 90 special issue : cheniers and cheniers plains, PGEF Augustinus, pp 259-267	Science direct	publication	Guyane française	numérique	

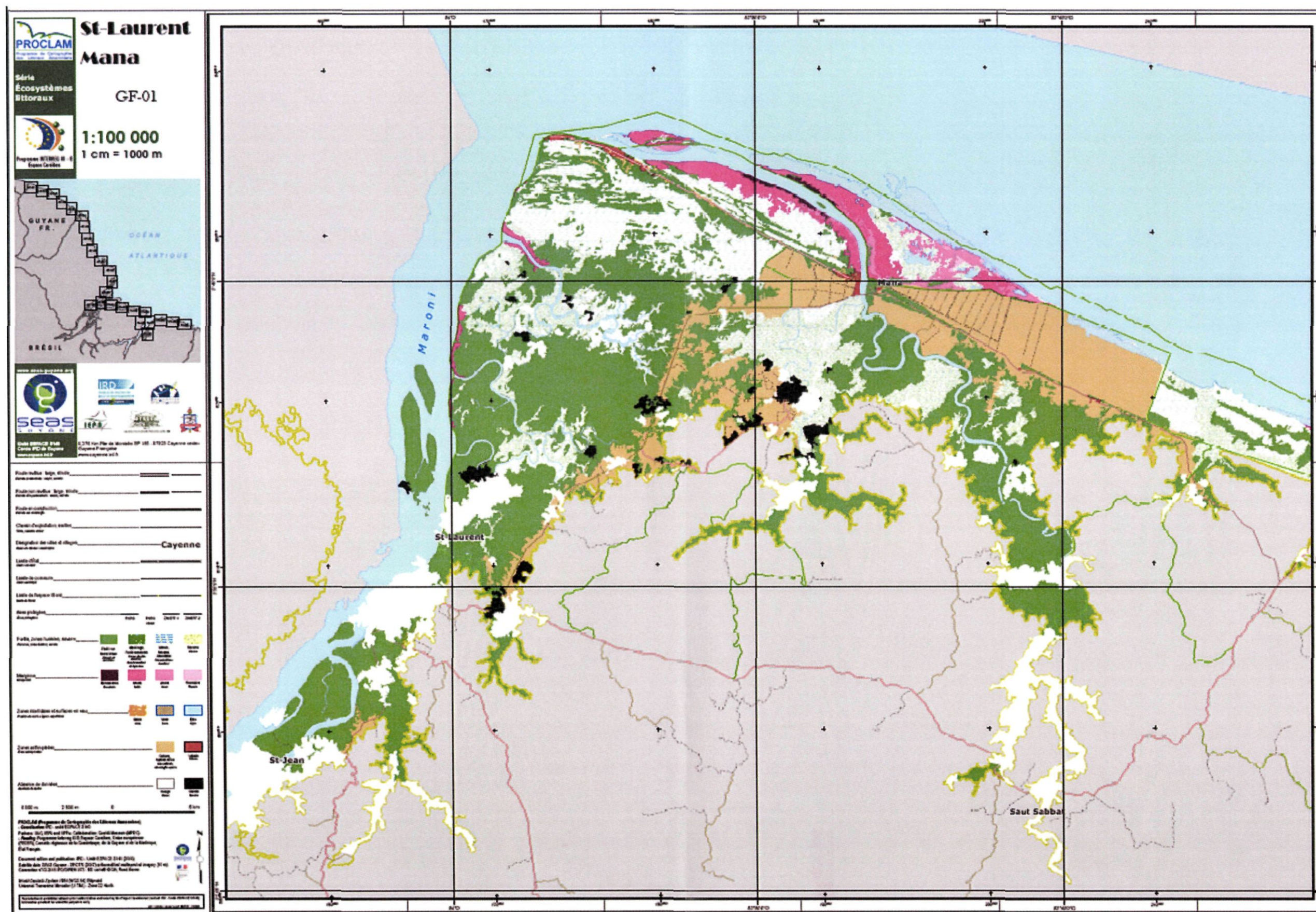
Prost M.T.	1989(b)	Changes in coastal sedimentary environments and remote sensing data in French Guiana	ABEQUA, INQUA, 1989, p. 301. International Symposium on Global Changes in South America During the Quaternary : Past, Present, Future, 1989/05/8-12, Sao Paulo	IRD Cayenne	Symposium	Guyane française		sedimentation littorale, ligne de rivage, variation, teledetection spatiale, satellite landsat, satellite spot, etude comparative
Prost M.T., Lointier M., Charron C.	1990(a)	La zone de Sinnamary : données géomorphologiques, hydrologiques et télédétection.	Conférence Symposium international PICG 274/ORSTOM, 9-14 novembre 1990, Cayenne	HYDRECO	symposium	Guyane française	papier	Sinnamary, géomorphologie, hydrologie, télédétection
Prost, M.-T.	1990(b)	L'environnement côtier actuel de la Guyane et quelques aspects de son analyse par télédétection	Caribena, 1993, (3), pp 125-158.	horizon.documentation.ird.fr	rapport	Guyane française	numérique	teledetection spatiale, satellite landsat, satellite spot, traitement de donnees, sedimentation littorale, cote, vase, marais, mangrove, variation temporelle / dynamique cotiere, Guyane française
Prost, M.-T.	1990(c)	Les côtes des Guyanes	ORSTOM, 1990, 213 p.	horizon.documentation.ird.fr	rapport	Guyanes	numérique	zone cotiere, geomorphologie, sedimentation littorale, sedimentation estuarienne, stratigraphie, paleoenvironnement, Guyane française
Prost M.T.	1990(d)	Modifications des rivages et conditions actuelles de formation de cheniers sur les côtes de Cayenne	Symposium International sur l'Evolution des Littoraux des Guyanes et de la Zone Caraibe Méridionale pendant le Quaternaire, 1990/11/09-14, Cayenne	IRD Cayenne	symposium	Cayenne		geomorphologie, cote, accretion, erosion, chenier, dynamique cotiere, cycle sedimentaire, banc de vase, Guyane française, Cayenne
Prost M.T.	1991(a)	Changes in coastal sedimentary environments and remote sensing data in French Guiana	Sao Paulo : Universidade de Sao Paulo, 1991, pp 189-200. (Boletim IG-USP.Publicação Especial ; 8). Global Changes in South America during the Quaternary Past-Present-Future : International Symposium, 1989/05/08-12, Sao Paulo	IRD Cayenne	Symposium	Guyane française		sedimentation littorale, ligne de rivage, paleoenvironnement, holocene, teledetection spatiale, Guyane française
Prost M.T., Charron C.	1991(b)	L'érosion côtière en Guyane	ORSTOM / Colloque international sur la défense des côtes et protection du littoral, Nantes 17-20 octobre 1991	ENGREF – AgroParisTech campus Kourou / PNG / http://horizon.documentation.ird.fr	publication	Guyane française	numérique	érosion, cote, sédimentation, télédétection, mangrove, plage, estuaire, Amérique du sud, Guyane française, Amazonie
Prost M.T.	1992	Sédimentation côtière et formation de cheniers en Guyane : la zone de Cayenne. Sédimentation côtière et formation de cheniers en Guyane : la zone de Cayenne	ORSTOM, 1992, pp 397-414. (Colloques et Séminaires).	horizon.documentation.ird.fr	symposium	Cayenne	numérique	geomorphologie, sedimentation littorale, cote, zone cotiere, holocene, chenier, guyane française, Cayenne, Amazonie
Prost M.T.	1992	Evolution des littoraux de Guyane et de la zone caraibe méridionale pendant le quaternaire	ORSTOM, 1992, 578 p.	horizon.documentation.ird.fr	symposium	Guyanes	numérique	sedimentation littorale, geomorphologie, zone cotiere, quaternaire, archeologie, environnement, sedimentologie, Guyane française, Guyana, Suriname
Prost M.T., Baltzer F., Rudant J.P., Dechambre M.	1993	Using Sarex and Erasme imagery for coastal studies in French Guiana : example of the Kaw swamp.	Sarex 92.South American Radar Experiment : Final Result Workshop, 1993/12/06-08, Paris	horizon.documentation.ird.fr	symposium	Kaw	numérique	teledetection, radargraphie, capteur actif, geomorphologie, littoral, marais, mangrove, vegetation, ligne de rivage / dynamique cotiere, chenier guyane française, amazonie / Kaw region
Pujos M., Bobier C., Chagnaud M., Fourcassies C., Froidefond J.M., Goulet D., Guillaume P., Jouanneau J.M., Parra M., Pons J.C., Pujos A., De Resseguier A., Viguier C.	1989	Les caractères de la sédimentation fine sur le littoral de la Guyane Française (région de Cayenne): nature, origine et périodicité de l'envasement.	Rapport CORDET, 87001/88310 (1989), p. 77.		rapport	Cayenne		sédiment, littoral, Cayenne
Pujos M., Bouysse P., Pons J.C.	1990	Sources and distribution of heavy minerals in Late Quaternary sediments of the French Guiana continental shelf.	Continental Shelf Research, vol 10 (1990), pp 59-79	science direct	publication	Guyane française	numérique	sédiment, plateau continental, quaternaire, paléocheneaux, Guyane française.

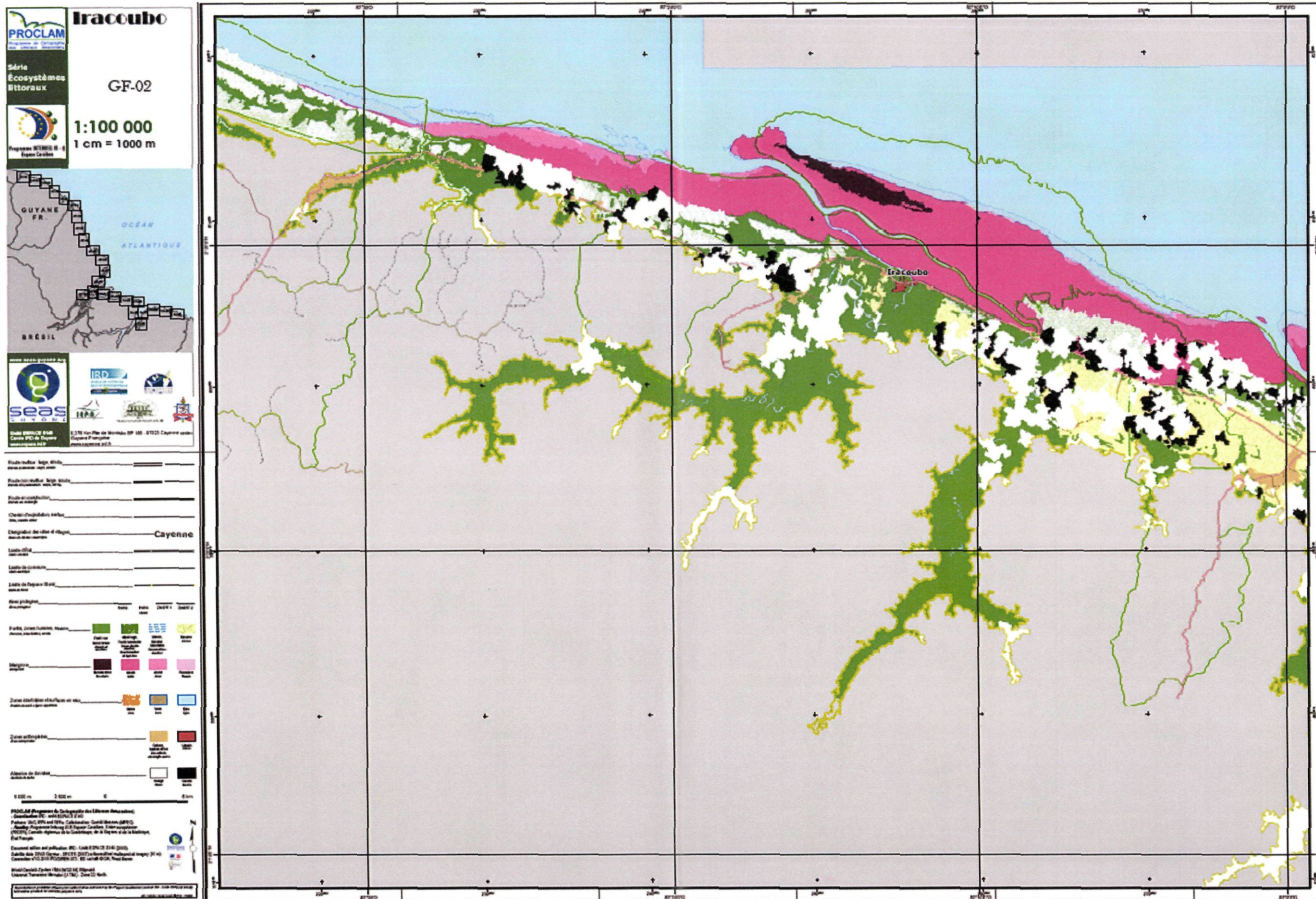
Synthèse et analyse critique de l'état de la connaissance sur la dynamique côtière en Guyane

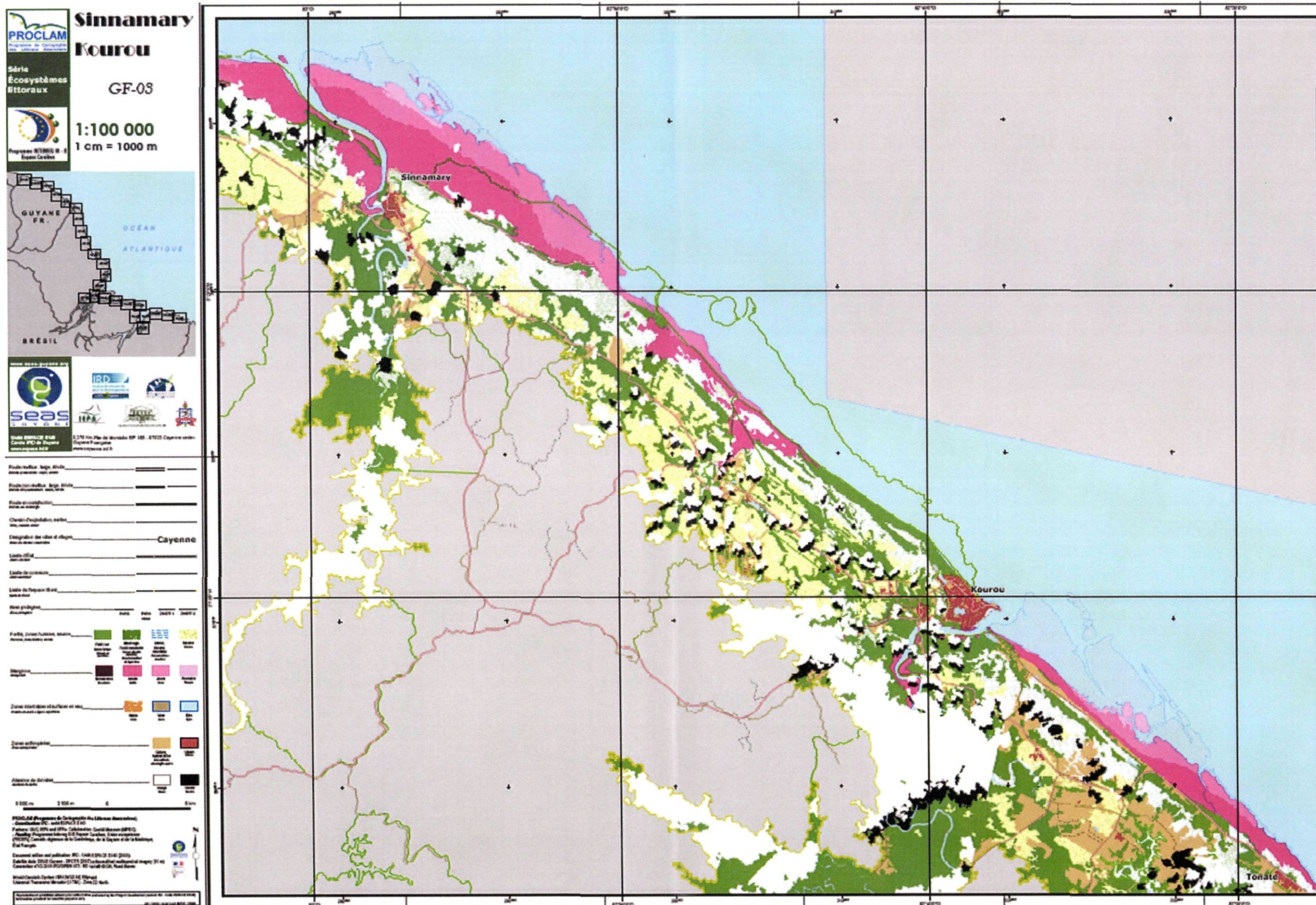
Pujos M., Dignan M., Frappa M., Froidefond J.M., Guillaume P., Jouanneau J.M., Lavaux G., Parra M., De Resseguier A.	1993	Résultats des mesures d'hydrologie et de courantologie sur le plateau continental de la Guyane Française (campagnes GUYVASE et GUYANTE).	Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine 53/54 (1993), pp 307-356.		publication	Guyane française		hydrologie, courantologie, Guyane française
Pujos M., Froidefond J.M.	1995	Water masses and suspended matter circulation on the French Guiana continental shelf	Continental Shelf Research. 15 (1995) (9), pp 1157-1171	science direct	publication	Guyane française	numérique	masse d'eau matière en suspension, circulation, plateau continental, Guyane française.
Pujos M., Latouche C., Maillet N.	1996	Late Quaternary paleoceanography of the French Guiana continental shelf: clay-mineral evidence.	Oceanologic acta, vol 19 (1996), n° 5, pp 477-489.					
Pujos M., Odin G.S.	1986	La sédimentation au Quaternaire terminal sur la plate-forme continentale de la Guyane française	Oceanologica Acta, Vol 9 (1986), pp 363-382		publication	Guyane française		sédiment, plateau continental, quaternaire, paléocheneaux, Guyane française.
Pujos M., Pons J.C., Parra M.	2000	Les minéraux lourds des sables du littoral de la Guyane française : bilan sur l'origine des dépôts de la plate-forme des Guyanes	Oceanologica Acta, vol 24 (2000) – Supplément, S27-S35.	science direct	publication	Guyane française	numérique	plage, cordon littoral, minéraux lourds, Guyane française
Quenon J., Nguyen D.	1999	Enquête documentaire et historique sur les risques naturels en Guyane.	BRGM	serveur BRGM/RR-40637-FR	rapport	Guyane française	numérique	risques naturels, enquête historique, Guyane française
Robelin C., Farjanel G.	1997	Evolution géologique et sédimentologique du littoral guyanais.	BRGM	serveur BRGM/RR-39883-FR	rapport	Guyane française	numérique	plaine côtière, quaternaire, forage, Guyane française
Sourdat M., Delaune M.	1970	Contribution à l'étude des sédiments meubles grossiers du littoral guyanais	Cahiers ORSTOM. Série Pédologie, 1970, 8 (1), p. 81-97.	horizon.documentation.ird.fr	Publication	Guyane française	numérique	sédimentation littorale, cordon littoral, sédiment, granulométrie, méthode d'analyse, diagramme graphique
Théveniaut H.	2004	Connaissance géologique de la Guyane	Livret de l'enseignant, Kit pédagogique Sciences de la Terre, BRGM Editions, 2004, 61 p.	Archive BRGM	Kit pédagogique	Guyane française	papier	géologie, kit pédagogique, enseignement
Tissot C., Djuwandsah M.R., Marius Cl.	1988	Evolution de la mangrove en Guyane au cours de l'Holocène	Actes Xè Symp. APLF. Bordeaux France (1987) / and Inst. Fr Pondichéry Trav. Sec. Sci. Tech. XXV, pp 125-137	horizon.documentation.ird.fr	symposium	Guyane française	numérique	palynologie, sédimentation littorale, marais, mangrove, C14. holocène, Guyane Française
Trebossen H., Defontaine B., Classeau N., Kouame J., Rudant J.P.	2005	Suivi des évolutions côtières et des risques littoraux en Guyane française par imagerie radar à synthèse d'ouverture	CR Geoscience	science direct	publication	Kourou-Iracoubo	numérique	SAR remote sensing, Shoreline, Coastal erosion, Sedimentation, Nautical chart, French Guiana, Scenes RSO, Trait de cote, Erosion cotiere, Sedimentation, Cartes marines, Guyane française
Vauchel Ph.	1998	Etude de l'hydrodynamique de l'estuaire du fleuve Mahury	DIREN, ORSTOM, 1998, 28 p.	horizon.documentation.ird.fr	rapport	Mahury	numérique	hydrologie, hydrométrie, hydrodynamique, débit, salinité, intrusion, oxygène dissous, limnographie, Amazonie, Guyane française, Mahury estuaire, Roura pont, Saut Bernard, Saut Bief, Tour de l'île
Véga C.	2000	Dynamique côtière et structuration des mangroves en Guyane française. Analyse du site de Sinnamary sur la période 1951-1999, par télédétection et étude in situ	D.E.A. Université Paul Sabatier, Toulouse	http://amapmed.free.fr	mémoire	Sinnamary	numérique	cote, dynamique, mangrove, Sinnamary, télédétection
Watremez P., Robelin C., Renault O., Palvadeau E., Oliveros C., Delpont G., Cailleau A., Baghdadi N.	2001	Etude des bancs de vase de Guyane - Chantier PNEC 2000-2001.	BRGM	archive BRGM/RP-51188-FR	rapport	Cayenne	papier et numérique	Guyane, vases, vasières, littoral, Kourou, télédétection radar, essais géotechniques, prélèvement en mer, PNEC
Zozzi R.	2000	Les formes de protection du littoral guyanais	Université de Nantes		mémoire	Guyane française		

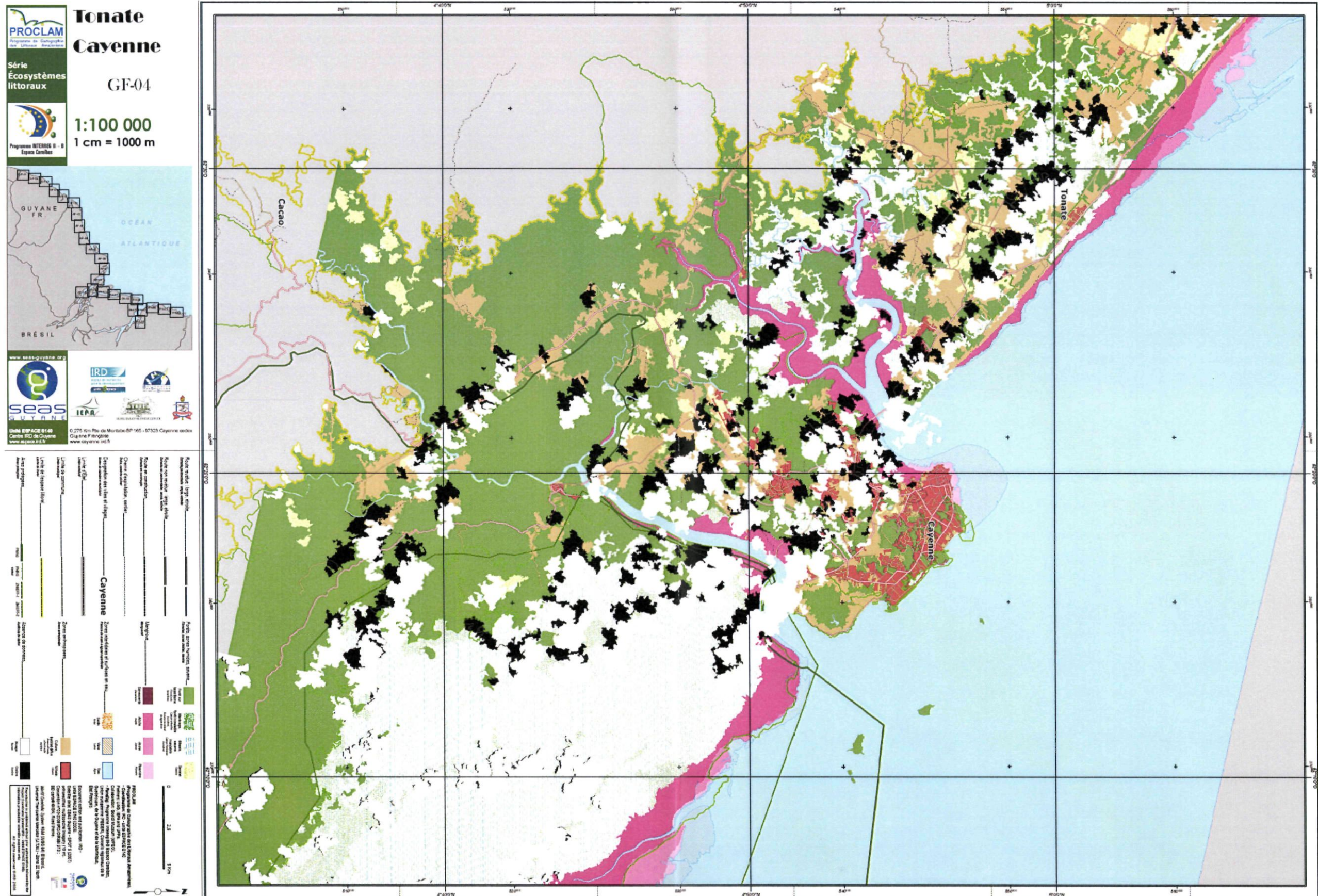
Annexe 2

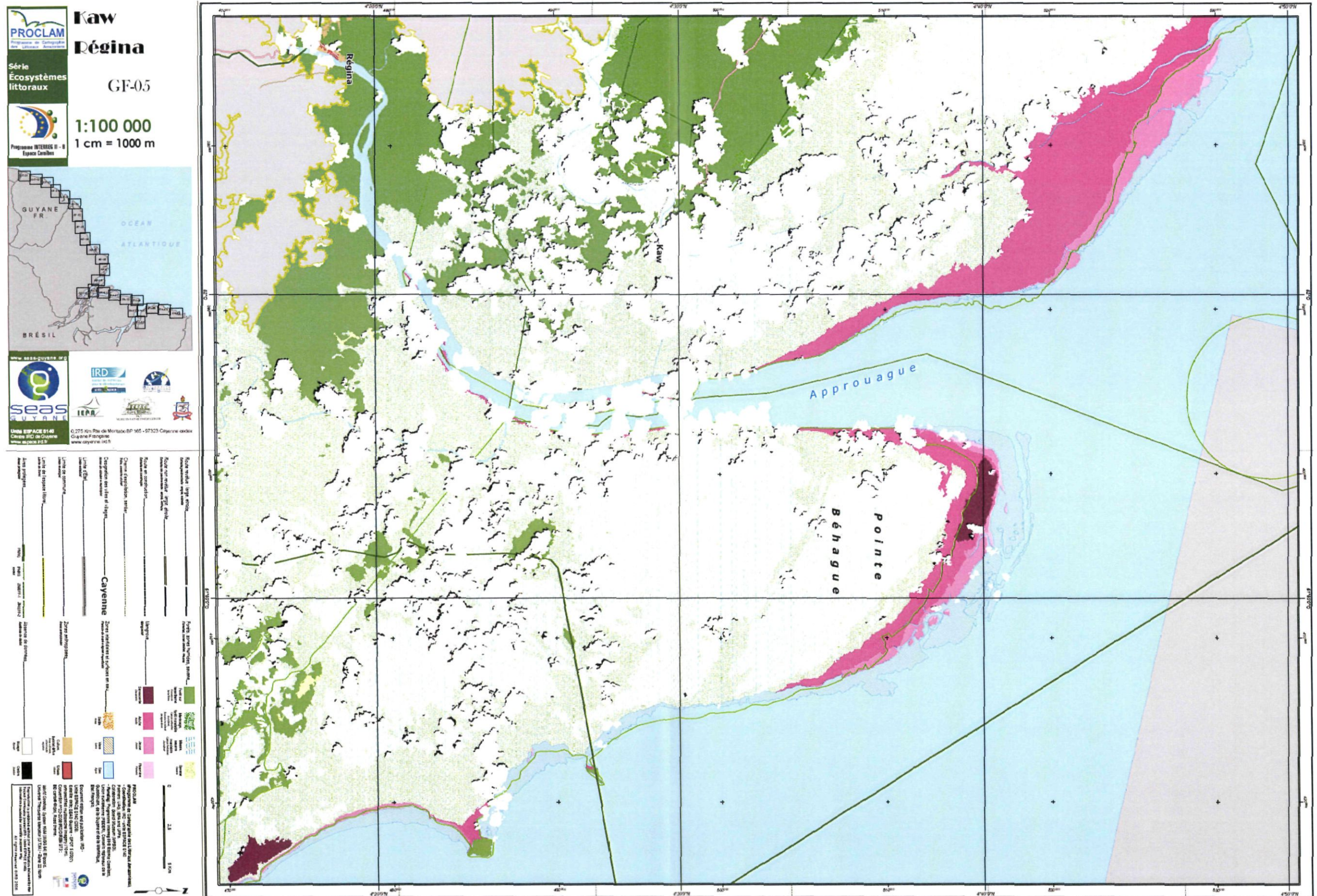
Cartographie du littoral guyanais issue de PROCLAM (Programme IRD de cartographie des littoraux amazoniens)













Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional "Guyane"
Domaine de Suzini – Route de Montabo
BP 552
97333 – CAYENNE - France
Tél. : 05 94 30 06 24