

SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR L'EVOLUTION DES COTES DES GUYANES ET DE
LA CARAIBE MERIDIONALE PENDANT LE QUATERNAIRE

Cayenne. Guyane. 9-14 Novembre 1990

QUANTIFICATION DES CHANGEMENTS COTIERS ACTUELS EN GUYANE PAR
TELEDETECTION

M. LOINTIER, C. CHARRON & M.T.PROST

Abstract

Modern shoreline changes rates in French Guiana and Remote Sensing Data

Changes in shoreline position are very dynamic and have been quantified using a variety of techniques and data bases (historical charts, modern maps, vertical aerial photographs, etc). The accuracy and precision of these measurements are mainly limited (by accuracy of the photographs and base maps used, by the precision with they can be superimposed, by the difficulties in locating shoreline position, etc). The goal of this paper is to combine Remote Sensing data and field survey to define modern shoreline changes rates.

The modern behaviour of the French Guiana's coastline is directly linked with the Amazonian Dispersion System. A specific sedimentation pattern with alternating sectors of deposition (muds) and erosion (sands) characterizes the foreshore-shoreface area. Wide shoreface -attached mudbanks, 20-30 km long, migrate northwesterly through the action of the currents and swell. They alternate with erosional interbank zones (with similar size) where sand cheniers are formed. The driving mechanisms of the seasonal oscillation affecting this migration's pattern are analyzed.

This paper deals with the coast between Cayenne and Iracoubo, covered by LANDSAT and SPOT data, namely :

- (a) LANDSAT Multispectral Scanner, from October 30th 1976 (pixel = 80 m), between Cayenne and Paramaribo.
- (b) Two views from SPOT-1, from October 1986 (pixel = 20 m), covering the area Cayenne-Iracoubo.
- (c) Two views from LANDSAT Thematic Mapper, from July 18th 1988 (pixel = 30 m), covering the shoreline between Cayenne and Organabo.

The HRV1 SPOT view gives information concerning wave action and swell diffraction in the shoreface and suggests the pattern and the seaward extension of the offshore mudshoals. The process of "isocontours" is essential to define the mudflats' surface. The extension of the different types of mangroves, swamps, marshes and forests appears owing to the radiometric histograms from the "Vegetation Index" and the "Brightness Index". The processing also shows beach ridges trapped behind the mudflat or disposed as isolated ridges in extensive paralic areas; bare sand appears very clearly thanks to its strong reflectance.

The coast, between Cayenne and Iracoubo has been divided in six sections of 10 minutes of meridian (approximately 18,5 km at this latitude), in order to appreciate mudflats' variations, in mutitemporal approach (fig 1). The final balance on these areas shows that 23 km² of mudbank have been lost.

Two periods of changes in shoreline position were measured using Remote Sensing data base to quantify the potential effects of seasonal data variability and sedimentary changes: "mean-term" changes, covering a period of 12 years (1976 -1988) and "short-term" changes, covering a period of 20 months between 1986 and 1988. It appears that the area of Kourou prograded of 2 km in twelve years, while the Sinnamary's area, on the contrary, retreats of 2 km. Both estuaries (Kourou and Sinnamary Rivers) suffered great morphological changes. Concerning short-term data (1986-1988), the comparison between SPOT view and LANDSAT TM shows an acceleration of erosional processes within the Kourou area, an important migration to west of the Kourou-Sinnamary mudbank, an erosion within the Sinnamary's estuary and in the eastern side of the Iracoubo's mudbank and an accretion in their western side.

The average-term recession and accretion's rates calculated in this study is 200.m/an., but short-term fluctuations in the shoreline position may be quite important, sometimes as large as the average-term changes.

Because this variability, the Remote Sensing technique is a very useful tool to calculate erosion and accretion rates and to follow the coastal environment responses to them: deterioration of mangroves and marshes, sandy nourishment within the interbank zones, changes of beaches and cheniers, shoreline recession or progradation.

Key-words : Remote Sensing. Coastal changes rates. Accretion. Erosion. French Guiana.

Mots-clés : Télédétection. Quantification des changements côtiers actuels. Accrétion. Erosion. Guyane.

QUANTIFICATION DES CHANGEMENTS COTIERS ACTUELS EN GUYANE PAR TELEDETECTION

Les changements côtiers en Guyane sont très dynamiques et ceux-ci ont été évalués à partir de différentes données utilisant plusieurs techniques (comparaison de cartes historiques, comparaison des cartes topographiques, photo-interprétation). La précision de ces mesures est variable; dans beaucoup des cas il s'agit plutôt d'estimations, étant donné la qualité des documents, les problèmes inhérents de leur superposition, la difficulté de définir une ligne de rivage sur un trait de côte en perpétuel changement. Le but de ce travail est de combiner les données de Télédétection et les vérités-terrain pour calculer - à moyen terme et a court terme - les taux actuels d'accrétion et de recul de la ligne de rivage.

I - La dynamique côtière actuelle

Toute analyse d'une portion de la côte implique celle du système régional, caractérisé par l'alternance de zones d'envasement et de dévasement, liées pour l'essentiel à l'apport sédimentaire amazonien (EISMA E., 1988)¹.

Schématiquement, les sédiments fins donnent naissance à de vastes bancs de vase (shoreface-attached mudbanks) d'une longueur moyenne de 20 à 30 km, séparés par des espaces interbancs de même longueur (interbank zones) soumis à l'érosion mécanique de la mer. La migration du système "bancs - interbancs" s'effectue à des vitesses voisines du kilomètre par an. On observe ainsi une progression régulière vers l'ouest, qui affecte profondément les zones de marais situées en arrière de la ligne de rivage, selon la situation d'envasement ou de dévasement. Les embouchures de la plupart des fleuves de Guyane sont également touchées par ces phénomènes (LOINTIER M., 1988) et c'est pour cette raison qu'il est difficile de dissocier les études en estuaire des processus côtiers.

Le suivi du système à partir de l'embouchure de l'Amazone (C. NITTROUER & D. DeMASTER, 1986) par l'étude des structures sédimentaires des bancs de vase (RINE & GINSBURG, 1985) et par télédétection (F. MULLER-KARGER & FISCHER, 1988) révèle que le système subit une oscillation saisonnière importante sous l'effet du Courant Côtier Nord du Brésil² (NBCC) :

Les vitesses de migration de plusieurs bancs de vase, mesurées en Guyane entre 1976 et 1984 (J.M. FROIDEFOND, 1985) - et qui ont varié entre 250 m et 1250 m/an - incluent des paramètres plus complexes, les parties distales et frontales des bancs ayant elles-mêmes des taux de migration spécifiques qui traduisent tant les changements saisonniers d'énergie du milieu que le comportement rhéologique des vases intertidales et estuariennes (M. MIGNIOT, 1989). Etant donné toutes les variables, seule la télédétection peut suivre et quantifier, de façon fiable, ces changements.

II- Les données

L'étude par télédétection a été menée sur environ 140 km de ligne de rivage comportant (a) des secteurs d'envasement et de recul et (b) quatre systèmes estuariens: celui de la rivière de Cayenne, du Kourou, à l'est et ceux du Sinnamary et de l'Iracoubo, à l'ouest. Des vérités-terrain (survol de reconnaissance en basse altitude et travaux de terrain) ont eu lieu à plusieurs reprises pendant toute la durée du travail.

Trois images satellitaires sont utilisées dans le cadre de cette recherche :

a) Des données LANDSAT Multispectral Scanner, du 30 octobre 1976, avec un pixel de 80 mètres. Elles concernent une région comprise entre Cayenne et Paramaribo, au Surinam.

¹ Environ 280 millions de m³ de sédiments fins circule annuellement le long des côtes de la Guyane, soit entre 10 et 20% de l'apport en suspension déchargé par l'Amazone dans l'océan. L'apport local des fleuves de Guyane est estimé à 1% du volume total de la sédimentation globale (LOINTIER M. & PROST M.T., 1988).

² Rappelons la décharge amazonienne est déviée vers le Nord-Ouest vers 4° de latitude Nord, au large des côtes de l'Amapá (Brésil), sous l'influence conjointe de l'orientation de la côte et de l'action de la houle, des courants de marée et du Courant Côtier Nord du Brésil.

b) Deux scènes SPOT, acquises le 20 octobre 1986, avec un pixel de 20 mètres, sont disponibles sur la zone Cayenne - Iracoubo.

c) Deux scènes LANDSAT Thematic Mapper, acquises le 18 juillet 1988, avec un pixel de 30 mètres, couvrant la zone Cayenne-Organabo.

Dans le cadre de cette étude, la côte, entre Cayenne et Iracoubo a été divisée en plusieurs sections de référence, de 10 minutes de méridien, soit environ 18,5 km à cette latitude, destinées à l'analyse multitemporelle des zones intertidales. Le bilan global de cette analyse sur les six zones, montre qu'une surface de 23 km² a été perdue, entre le trait de côte de 1976 et celui observé en 1988.

III- Traitements et résultats:

Le dépointage de SPOT dans le traitement de rehaussement de dynamique en mer apporte une information très claire sur les houles, à l'approche de la côte et au large. Dans la zone de Sinnamary, par exemple, l'optimisation locale de densité met en évidence plusieurs types de longueur d'onde et une limite majeure, à 20 km environ de la côte, qui indiquerait l'extension de la vase littorale (M. LOINTIER & M.T.PROST, 1988).

Le traitement par isocontours (tracé d'une ligne d'égale réflectance) est très utile pour la détermination de la surface des zones intertidales exposées pendant la marée basse de vive-eau. Quant aux index de végétation et de brillance, leur calcul introduit les bases d'une typologie des mangroves, des marais et des marécages côtiers, permettant l'analyse de leurs caractéristiques et leur extension.

Dans la plaine côtière, les traitements satellitaires mettent également en relief l'emplacement et la disposition des systèmes de cheniers (actuels et anciens).

Enfin, dans les zones d'estuaire, analyse de la distribution qualitative de la turbidité de surface est faite par le classement des pixels selon une échelle de valeurs croissante inversement proportionnelle à la turbidité.

IV- Quantification des transformations côtières

Afin de pouvoir quantifier les effets prévisibles des changements morphosédimentaires et leur aspects saisonnier, deux périodes de modification de la ligne du rivage ont été fait l'objet de l'analyse par télédétection : des changements à moyen-terme, couvrant une période de 12 ans (1976-1986) et des changements à court-terme, concernant une période de 20 mois entre 1986 et 1988. Dans les traitements de télédétection nous avons retenu le front de palétuviers comme critère pour définir la ligne du rivage. La précision de ce choix peut être discuté étant donné la variabilité du type de milieu rencontré en fonction de l'heure de la marée, et la réponse que produit - avec un certain décalage - la population des palétuviers. Etant donné l'homogénéité de nos mesures, la comparaison multitemporelle reste valable.

Les changements à moyen-terme sont importants et affectent différemment les secteurs côtiers: la progression de la zone de Kourou est de 2 km en 10 ans, alors que à Sinnamary le rivage a subi un recul d'ampleur identique. Les estuaires (fleuves Kourou, Sinnamary, Iracoubo) ont été, eux-aussi, le siège d'importantes modifications. Les changements à court-terme (1986-1988) se traduisent par une accélération des processus érosifs dans le site urbain de Kourou, suite au déplacement vers l'ouest du banc de Kourou-

Sinnamary, par une forte érosion dans l'estuaire du Sinnamary, par un net recul de la partie distale du banc d'Iracoubo et par une progression toujours active de la partie frontale un même banc.

En terme de bilan, le taux moyen des modifications de la ligne de rivage - gains et pertes mesurés dans le cadre de l'étude - est de 200 m/an. A noter cependant que l'amplitude des variations à court-terme peut être égale ou même légèrement supérieure à celle des changements définis sur le moyen-terme.

Face à la variabilité des changements côtiers en Guyane, la télédétection apporte une réponse très satisfaisante pour analyse et quantification les taux d'accrétion et d'érosion des rivages. Elle permet également de suivre les réponses de l'environnement côtier à ces modifications: déplacements des bancs de boue et des espaces interbancs; avancée, recul, dépérissement ou régénération des mangroves; évolution des marais côtiers; formation des cheniers; modifications des plages; déviation des estuaires.

BIBLIOGRAPHIE

- Eisma D.,1988. Dispersal of Amazon Supplied particulate matter. Chapman Conference on the fate of particulate and dissolved components within the Amazon Dispersal System: River and Ocean. AGU. Charleston. Wild Dunes.
- Froidefond, J.M., Prost, M.T. & Griboulard R.,1985. Etude sur l'évolution morpho-sédimentaire des littoraux argileux sous climat équatorial: l'exemple du littoral guyanais. Rapport Cordet- IGBA. Ministère de la Recherche et de la Technologie.Paris. Université de Bordeaux-I. Talence. 189 p.
- Humbel, H. X. 1989. Qualité et dynamique des eaux fluviales de Guyane. Rapport de stage, ORSTOM Cayenne, 40p.
- 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 21(3): 191-202.
- Lointier, M. 1984. Dynamique des eaux et de l'intrusion saline dans l'estuaire du Sinnamary. Rapport EDF. ORSTOM Cayenne.
- Lointier, M.,1986. Hydrodynamique et morphologie de l'estuaire du fleuve Sinnamary (Guyane Française). Le littoral guyanais: fragilité de l'environnement. Nature Guyanaise. Sepanguy. 37-44.
- Lointier, M. 1987-1988. Annuaire Hydrologique. ORSTOM. Cayenne.
- Lointier, M. & Prost, M.T.,1988. Coastal sedimentation and local rivers supply in French Guiana: comparisons with the Amazon. Chapman Conference on the fate of particulate and dissolved components within the Amazon Dispersal System: River and Ocean. AGU. Charleston. Wild Dunes.
- Lointier, M. & Prost, M.T.,1988. Environnement côtier des Guyanes. Rapport intermédiaire au Conseil Régional.
- Lointier, M. & Roche M.A., 1988. Salinités et suspensions des estuaires de Guyane. Méthodes et résultats. IV^e Journées Hydrologiques de Montpellier.

- Lointier, M., 1989. Estuaries and river studies in French Guiana, using SPOT and LANDSAT data. Poster. IAHS Third scientific assembly - May 89 Baltimore, USA. Traduction en français dans les 3é journées ORSTOM - SEMINFOR.
- Noguès, J.L., 1984. Etude de l'intrusion saline dans l'estuaire du Sinnamary. Dynamique, hydrochimie, phytoplancton. Mémoire de DEA, Univ. de Provence, Saint - Charles et ORSTOM Cayenne, 45 pp.
- Prost, M.T. 1985. Quelques problèmes relatifs à l'évolution côtière en Guyane. In, Etude de l'évolution morpho-sédimentaire des littoraux argileux sous climat équatorial: l'exemple du littoral guyanais. Rapport Cordet: 1-62. Ministère de la Recherche et de la Technologie. Paris. Université de Bordeaux-I IGBA. 189 pp.
- Prost, M.T., 1986. Morphologie et dynamique côtières dans la région de Mana. In: Le littoral guyanais: fragilité de l'environnement. Nature Guyanaise. Sepanguy. 31-36.
- Prost, M.T., 1986. Aspects of the morpho-sedimentary evolution of French Guiana's coastline. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula, vol. 4, 191-218. J. Rabassa Ed. A.A. Balkema Publ. Rotterdam.
- Prost, M.T., 1988. Shoreline changes in French Guiana. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula, vol 5. J. Rabassa Ed. A.A. Balkema Publ. Rotterdam.
- Prost, M.T. & Lointier, M. 1987. Sedimentology and stratigraphy of the Holocene formations of the French Guiana's coastal plain. ABEQUA. Publ. avulsa 2: 55-83. São Paulo. Brésil.
- Prost, M.T., 1989. Changes in coastal sedimentary environments and remote sensing data in French Guiana. Internat. Symp. on Global Changes in South America during the Quaternary. São Paulo, Mai 1989.
- Prost, M.T., 1990. "Les côtes des Guyanes". Programme environnement côtier. ORSTOM Cayenne 215 pp., 51 fig., 64 photos.
- Wadworth A. & Petit M. 1987. SPOT, un satellite pour l'océanographie? CNES. SPOT 1, utilisation des images, bilan, résultats.
- Yayer. 1937. Compte-rendu de la mission pour l'établissement de la carte S.H.O.M. n° 5884 (région de Sinnamary).

Bilan des surfaces entre 1976 et 1988

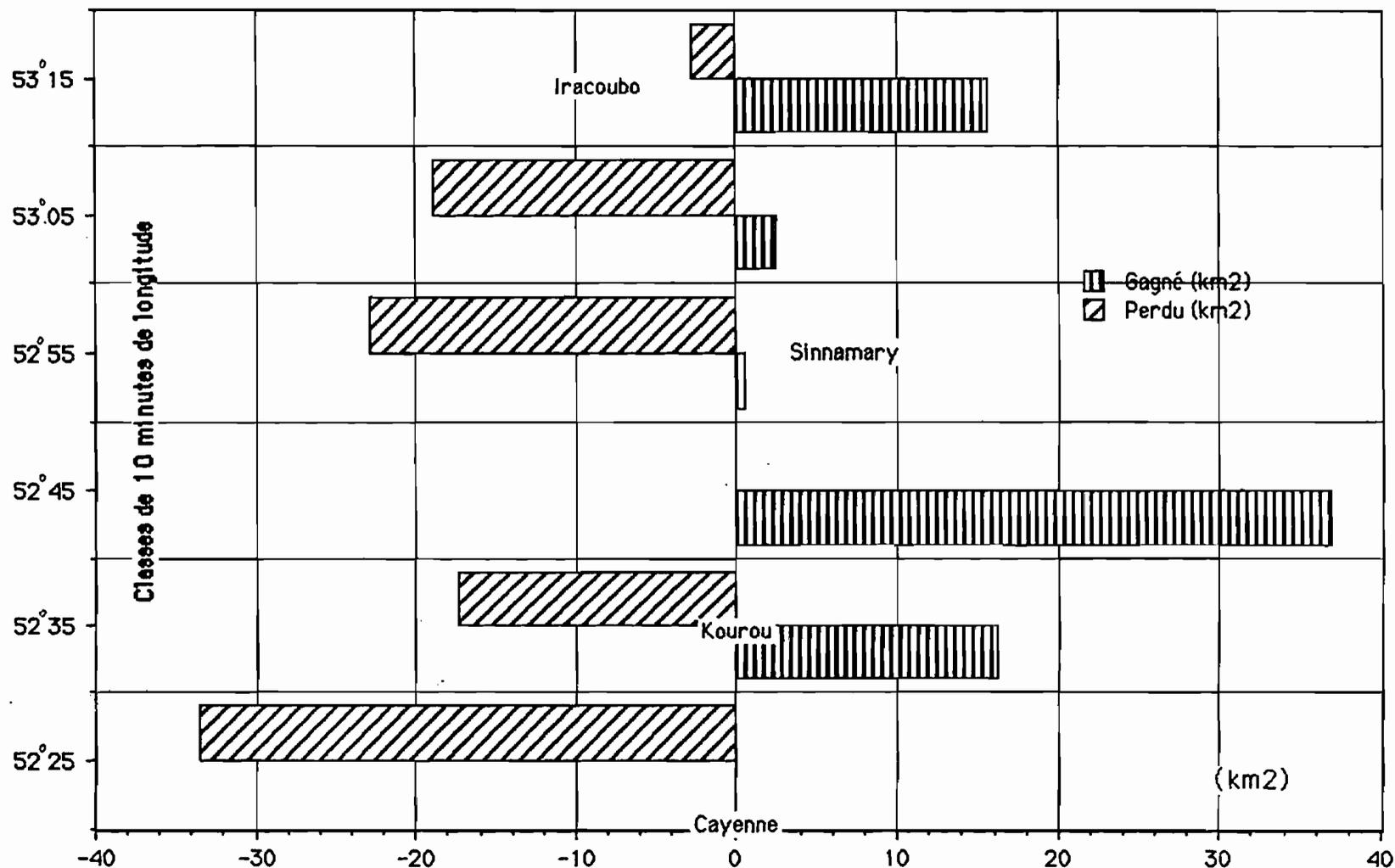


Fig 1: Bilan des surfaces perdues ou gagnées sur l'Océan, calculées à partir de images Landsat MSS de 1976 et celles de Thematic Mapper de 1988. Le rivage, entre Cayenne et Iracoubo a été arbitrairement divisé en 6 zones de 10 minutes de longitude. Globalement, la surface remaniée a été de 166 km², dont 23 ont été perdus sur la mer.

ORSTOM

BP 165
97323 Cayenne cedex



INSTITUUT VOOR
AARDWETENSCHAPPEN
(Dr Orson VAN DE
PLASSCHE)
Universiteit d'Amsterdam

**Symposium international sur l'évolution des Littoraux
des Guyanes et de la zone caraïbe méridionale
pendant le Quaternaire**

(9-14 novembre 1990)

Volume des résumés