

# Recent results on hydro-sedimentary and ecological processes that govern the coastal dynamics of French Guiana

## Avanços recentes no conhecimento dos processos hidro-sedimentológicos e ecológicos que governam a dinâmica costeira da Guiana Francesa

A. Gardel<sup>1</sup>, F. Morelle<sup>1</sup>, C. Proisy<sup>2</sup>, E. Anthony<sup>1</sup> and N. Gratiot<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Coastal Geomorphology and Shoreline Management Unit, EA 3599, Université du Littoral Côte d'Opale, MREN, 32 avenue Foch - 62930 Wimereux - France.

<sup>2</sup>IRD, UMR AMAP, Boulevard de la Lironde, TA40/PS2, 34398 Montpellier Cédex 5, France.

<sup>3</sup>IRD, LTHE 1025, rue de la piscine, BP 53, 38041 Grenoble Cédex 9, France.

### **Abstract**

We present a synthesis of recent results on hydro-sedimentary and ecological processes that govern the coastal dynamics of French Guiana. On the basis of these results we analyse multi-temporal sets of satellite images on three sectors of the French Guiana coast (Kaw, Kourou and Sinnamary). A conceptual model of mud bank maturation is proposed based on confrontation between observations from remote sensing data and temporal hydrodynamics data analysis (waves and tides).

### **Resumo**

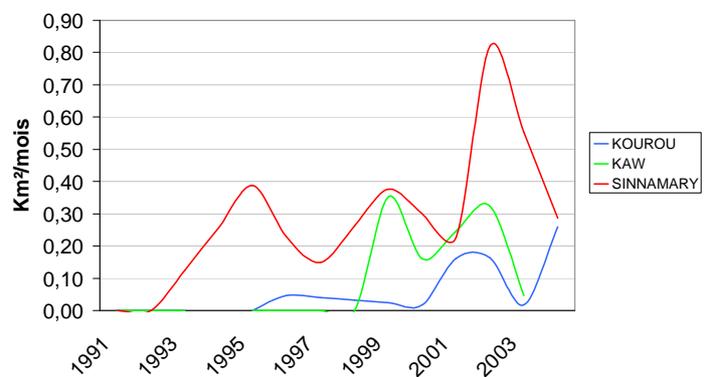
Nós fizemos uma síntese dos avanços científicos sobre o conhecimento de processos em jogo na dinâmica hidro-sedimentaria e ecológica do litoral da Guiana sob influência amazônica. Baseado nestes resultados e à partir da observação de séries multi-temporais de imagens de satélites nos três setores do litoral da Guiana francesa (Kaw, Kourou e Sinnamary), nós propomos um modelo conceitual apresentando as etapas da estruturação topográfica e da colonização de um banco de lama pelo manguezal.

### **Résumé**

Nous faisons une synthèse des avancées scientifiques sur la connaissance des processus en jeu dans la dynamique hydro-sédimentaire et écologique des littoraux guyanais sous influence amazonienne. Sur la base de ces résultats et de l'observation de séries multi-temporelles d'images satellitaires sur trois secteurs du littoral guyanais (Kaw, Kourou et Sinnamary), nous proposons un modèle conceptuel présentant les étapes de structuration topographique et de colonisation par la mangrove d'un banc de vase.

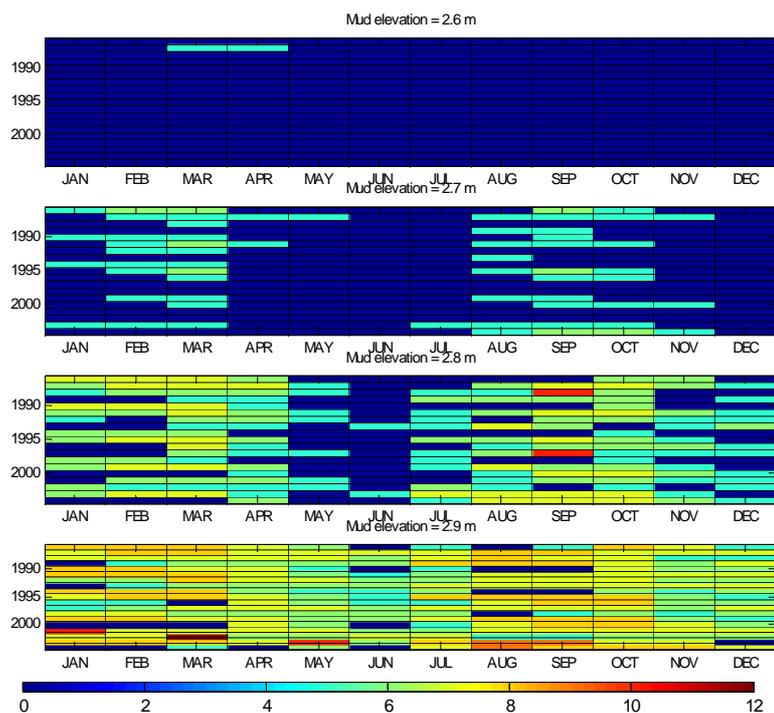
Des travaux récents ont montré 1/ la grande variabilité de la morphodynamique côtière en relation avec la variabilité des processus hydrodynamiques (Gardel et Gratiot 2005, 2006; Gratiot et al, soumis) 2/ l'influence de la saisonnalité de la houle sur la remobilisation des vases a été mise en évidence par Gratiot et al, 2005, 2007 , 3/ l'importance de la micro-topographie dans la structuration morphologique des bancs de vase (Anthony et al, soumis) et 4/ le rôle déterminant de cette topographie dans la consolidation de la vase et dans la formation de fentes de dessiccation véritables pièges à graines d'*Avicennia germinans* (Fiot et Gratiot, 2006 ; Proisy et al, soumis).

A la lumière de ces derniers résultats, nous reconstituons la mise en place des écosystèmes côtiers à l'aide de séries d'images de télédétection multi-temporelles et de séries de données hydrodynamiques (houle et marée). Une analyse détaillée de ces séries d'images satellites sur les sites de Kaw, Kourou et Sinnamary a permis de reconstituer la morphodynamique et la colonisation par la mangrove de trois bancs de vase entre 1991 et 2006. La confrontation des résultats issues de l'analyse des séries d'images satellites (Figure 1) avec les données d'hydrodynamiques (Figure 2) nous a permis de proposer un modèle conceptuel de développement d'un banc de vase, de son installation à sa colonisation végétale.



**Figure 1 :** vitesse d'évolution mensuelle des surfaces de mangrove.

**Figure 2 :** matrices des CDOE. Ces matrices présentent le nombre d'évènements consécutifs d'exondation (échelle d'intensité) par mois (axe X) à des altitudes comprises entre 2,6 et 2,9 m. (2,6 en haut et 2,9 en bas) sur la période 1986-2006 (axe Y). Matrice construite à partir des données quotidiennes du modèle de marée du SHOM.



- Les observations communes à ces trois sites montrent le rôle primordial des barres vaseuses dans la structuration topographique du banc de vase. Ces barres vaseuses, une fois formées lors de condition de forte agitation hydro-sédimentaire, jouent un rôle de protection des secteurs intertidaux du banc de vase. Ces secteurs protégés peuvent se consolider et s'exonder.
- C'est à une altitude minimale de 2,7 mètres que les processus de dessiccation débutent. A cette étape, le rôle de la marée est déterminant dans les processus de consolidation et de formation de fentes de dessiccation. A partir de 5 jours consécutifs d'émersions (CDOE : Consecutive Days Of Emersion), les fentes de dessiccations apparaissent.
- Une fois la dessiccation opérée, les secteurs > 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 (FIAD : First Immersion After Dessiccation). Les grandes marées d'équinoxe de printemps semblent être les plus favorables à un apport massif.
- 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. Nous pouvons parler de maturité du banc.
- Le schéma de structuration et de maturation du banc (Figure 3) se répète dans le temps et dans l'espace au fur et à mesure que le banc migre le long de la côte.

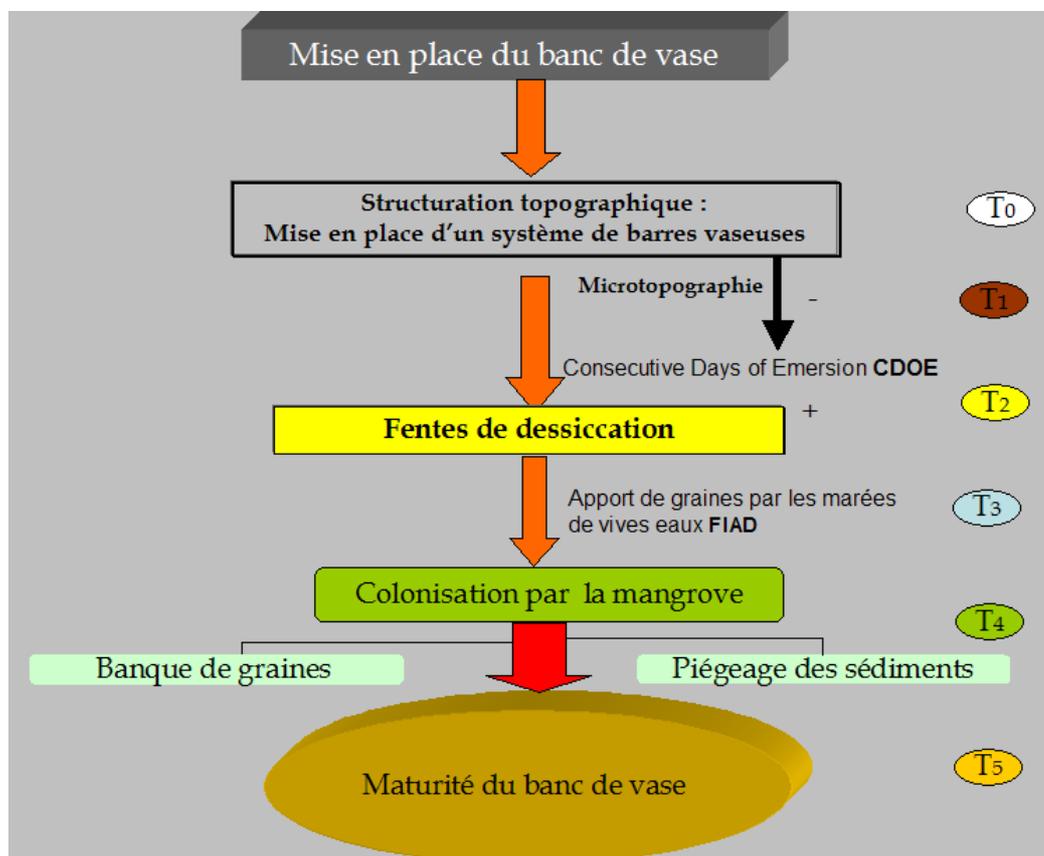


Figure 3 : Schématisation du modèle conceptuel de maturation d'un banc de vase

## Références bibliographiques

Anthony, E., Dolique, F., Gardel, A., Gratiot, N., Polidori, L., Proisy, C., 2007. The topography of an Amazon-derived mud bank in French Guiana: a remote sensing and field monitoring approach. Submitted to *Geomorphology*.

Fiot, J. and Gratiot, N., 2006. Structural effects of tidal exposures on mudflats along the French Guiana coast. *Marine Geology*, 228 (1-4): 25-37.

Gardel, A. and Gratiot, N., 2005. A satellite image-based method for estimating rates of mud bank migration, French Guiana, South America. *Journal of Coastal Research*, 21 (4): 720-728.

Gardel, A. and Gratiot, N., 2007. Monitoring of coastal dynamics in French Guiana from 16 years of SPOT satellite images,. *Journal of Coastal Research*, SI (39), 1503-1506

Gratiot, N., Gardel, A. and Polidori, L., 2005. Remote sensing based bathymetry on the highly dynamic Amazonian coast. 9th International Coastal Symposium, Hofn, Iceland, 5-8 June 2005.

Gratiot, N., Gardel, A. and 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*, 236 (1-2): 15-26.

Gratiot, N., Anthony, E. J., Gardel, A., Gaucherel, C., Proisy, C. and Wells, J. T. Coastal change between now and 2025: the case for the 18.6 year tidal cycle. Submitted to *Science*

Proisy, C., Gratiot, N., Anthony, E. J., Gardel, A., Fromard, F., Heuret, P. 2007. Mud bank colonization by opportunistic mangroves: a case study from French Guiana using lidar data. Submitted to *Continental Shelf Research*