



Confins

Revue franco-brésilienne de géographie / Revista
franco-brasileira de geografia

34 | 2018
Número 34

L'embouchure de l'Amazone, macro-frontière géomorphologique : enseignements de 30 années de recherches franco-brésiliennes sur les systèmes côtiers amazoniens (2^e partie)

*A desembocadura do Rio Amazonas, macro-fronteira geomorfológica : ensinios de
30 anos de pesquisas franco-brasileiras sobre os ecossistemas costeiros
amazônicos (2a parte)*

*The Mouth of the Amazon River, a geomorphological macro-frontier: learnings of
30 years of French and Brazilian Research on the Amazonian Coastal Systems
(part 2)*

**M. T. R. C. Prost, J-F. Faure, C. Charron, H.V. Borges, V. F. Santos, A.C.
Mendes e A. Gardel**



Edição electrónica

URL: <http://journals.openedition.org/confins/12830>

DOI: 10.4000/confins.12830

ISSN: 1958-9212

Editora

Hervé Théry

Referência eletrónica

M. T. R. C. Prost, J-F. Faure, C. Charron, H.V. Borges, V. F. Santos, A.C. Mendes e A. Gardel, «
L'embouchure de l'Amazone, macro-frontière géomorphologique : enseignements de 30 années de
recherches franco-brésiliennes sur les systèmes côtiers amazoniens (2^e partie) », *Confins* [Online],
34 | 2018, posto online no dia 08 Abril 2018, consultado o 10 Abril 2018. URL : [http://
journals.openedition.org/confins/12830](http://journals.openedition.org/confins/12830) ; DOI : 10.4000/confins.12830

Este documento foi criado de forma automática no dia 10 Abril 2018.



Confins – Revue franco-brésilienne de géographie est mis à disposition selon les termes de la licence
Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions
4.0 International.

L'embouchure de l'Amazone, macro-frontière géomorphologique : enseignements de 30 années de recherches franco-brésiliennes sur les systèmes côtiers amazoniens (2^e partie)

A desembocadura do Rio Amazonas, macro-fronteira geomorfológica : ensinios de 30 anos de pesquisas franco-brasileiras sobre os ecossistemas costeiros amazônicos (2a parte)

The Mouth of the Amazon River, a geomorphological macro-frontier: learnings of 30 years of French and Brazilian Research on the Amazonian Coastal Systems (part 2)

M. T. R. C. Prost, J-F. Faure, C. Charron, H.V. Borges, V. F. Santos, A.C. Mendes e A. Gardel

NOTA DO EDITOR

Este texto constitui a segunda parte do artigo publicado no n°33 da *Confins*/ Ce texte constitue la seconde partie de la publication parue dans le numéro 33 de *Confins* / This text constitutes the second part of the text published in the n°33 of *Confins*

Rappel de la 1^e partie

- 1 L'Amazonie, par sa grande richesse en géodiversité, biodiversité et en masse forestière, est un macro domaine remarquable du nord du continent sud-américain. Néanmoins la démesure de cette région a été souvent présentée au monde occidental comme étant uniforme et monotone, même dangereuse ("l'enfer vert") peu compartimentée et dépourvue de diversité physiographique et écologique, donc ayant un intérêt assez limité face à d'autres préoccupations scientifiques. À présent cette vision exigüe de l'Amazonie a été dépassée. S'il est vrai que l'immense étendue des eaux et des forêts amazoniennes donne encore à certains l'apparence d'une grande homogénéité, elle masque, au niveau local, des diversités significatives. Pour les approcher, les auteurs de cet essai préconisent une approche méthodologique privilégiant l'étude des paysages côtiers à différentes échelles, car ils sont les reflets d'une l'histoire géomorphologique à la fois commune et spécifique. Cette problématique s'applique parfaitement au littoral amazonien, siège des dynamiques marines et fluviales puissantes et dont l'étude est une des priorités du gouvernement brésilien. La présente synthèse repose sur un historique dense de travaux de recherche communs et partagés de chaque côté de la frontière. Les faits exposés ont, entre autres sources, l'analyse de nombreux travaux multidisciplinaires menés au Brésil, en Guyane et en Europe (Projets ou programmes FUNTEC-SECTAM, PEC, REVIZEE, AmasSeds, JOPs, PIATAM Mar, Rede N/NE-PETROMAR, Programme GERCO, PROCLAM, OSE GUYAMAPÁ...). Ces travaux sont exécutés par des centres de recherche (MPEG, INPE, IEPA, IRD, ENGREF, CNRS, EMBRAPA, SUDAM, ANA...) et des universités (Universités fédérales brésiliennes, d'Utrecht, d'Amsterdam, de Bordeaux-Talence, de Toulouse-Le Mirail, Université Paul Sabatier, de Paris XI et VII, Université du Littoral Côte d'Opale, Aix-Marseille Université, de Kiel...), dont les références sont compilées en fin de document.
- 2 Les résultats obtenus à ce jour en termes de compréhension des systèmes côtiers, bien que très importants, ne représentent cependant qu'un ordre de grandeur. La réflexion gagne à être mûrie et approfondie car les littoraux ne sont que de minces "encadrements" entre l'immense basse plaine continentale et l'immense masse océanique tropicale elle-même extrêmement dynamique, tel un "indivisible et puissant réacteur alimenté par l'énergie solaire, où la matière se transforme continuellement" (ESKINAZI-LEÇA et al., 2004).

Dynamiques et diversité des systèmes côtiers des Guyanes

Le système des Guyanes

- 3 D'emblée, le système des Guyanes frappe par l'extraordinaire diversité des zones humides qui s'étendent et se succèdent le long de ce littoral amazonien, de l'embouchure de l'Amazone à celle du Maroni et au-delà. *"Les zones humides sont des écosystèmes situés à l'interface entre les milieux aquatiques et terrestres (côtiers ou continentaux, naturels ou artificiels), inondées en permanence ou de façon temporaire par des eaux salines, saumâtres ou douces. Ils présentent une flore spécifique, adaptée aux différentes conditions hydro géomorphologiques des milieux"* (JUNK et al., 2013). L'étendue d'une zone humide (ZH) peut

être déterminée sur le terrain ou par vision satellitaire soit par sa position de bordure d'un secteur inondé en permanence, soit par le niveau de hauteur maximal de l'inondation temporaire. Trois autres critères complémentaires sont : l'absence de sols hydromorphes, l'insuffisance d'accumulations épaisses de matière organique ou de tourbe et le manque d'espèces ligneuses adaptées aux conditions d'hydromorphie.

- 4 Le système humide côtier est subdivisé selon la nature des eaux concernées (doux, saumâtre ou salin sous influence directe des marées), leur connexion à la mer (directe ou non), les durées et les fréquences des inondations (temporaires ou permanentes) et la nature de la couverture végétale. Les sous-systèmes à l'intérieur des terres sont définis par les durées d'inondation : stables ("swamps"), monomodales intermittentes (haute ou basse amplitude associée aux plaines d'inondation et flat alluviaux de larges fleuves) ou intermittentes polymodales de courte durée (dépressions ou le long de petits canaux) (JUNK *et al.*, 2013).

Le littoral de l'Amapá

- 5 De par sa position géographique, l'Amapá est un des terrains de recherche privilégiés des chercheurs de l'Institut de Recherches scientifiques de l'Etat de l'Amapá (IEPA), du Musée Paraense Emilio Goeldi (MPEG) et de l'Université Fédérale du Pará (UFPA). Les recherches ont été à l'origine de Masters, de thèses de Doctorat, de projets institutionnels et de nombreuses publications au Brésil et en Guyane. Les équipes de l'IEPA, toujours très actives, participent à des projets animés par le réseau ECOLAB, l'IRD, le CNPq, le CNRS, ainsi qu'à des projets brésiliens d'envergure régionale et nationale (PIATAM-Mar, ZEE, CARTAS SAO, Rede 05-N/NE PETROMAR...). Les résultats obtenus par ces activités scientifiques constituent des références reconnues en ce qui concerne la caractérisation des littoraux tropicaux amazoniens.
- 6 L'intérêt suscité par l'étude de ce littoral s'explique, entre autres raisons, par le fait qu'il constitue, au nord du Brésil, un des exemples les plus remarquables d'une *plaine côtière vaseuse dominée par les marées macrotidales* (ROSSETTI, 2008). Certes, des dépôts sableux fluviomarins existent à l'embouchure des fleuves (ALLISON *et al.*, 1995 ; MENDES, 1994) et dans le milieu insulaire (îles de Marajó, Caviana, Mexicana...), ainsi que dans des "pocket beaches" situées le long du Canal do Norte (SANTOS *et al.*, 2016a); cependant, même si ces formes de dépôt sont importantes pour la compréhension de la géomorphologie littorale, elles restent minoritaires.
- 7 En effet, ce sont les vasières littorales et les grandes zones humides de l'arrière-pays qui dominent, avec leurs sédiments fins et tourbes : lacs, marais, marécages et mangroves (AUGUSTINUS 1989a ; PROST *et al.*, 1989 ; PROST, 1990 ; MENDES, 1994 ; SILVEIRA, 1998 ; ALLISON *et al.*, 1995 ; SOUZA FILHO *et* PARADELLA, 2005 ; SOUZA FILHO *et al.*, 2009 ; SANTOS *et al.*, 2016b).

Les mangroves et plaines de marées

- 8 Les mangroves de l'Amapá qui occupent les plaines de marée forment le massif de plus grande extension du Brésil. Bien que donnant l'image d'une mosaïque de sous-massifs homogènes, les mangroves (jusqu'à 30 m. de hauteur) présentent des situations morphologiques bien différenciées, occupant des caps boueux, des lacs, des chenaux de marée ou des barres tidales (SANTOS *et al.*, 2015). Devant les mangroves, les sédiments d'origine amazonienne génèrent des étendues de plus de 3 km de large. La formation et la consolidation des battures sont encore peu étudiées, de même que l'origine et l'évolution

des écosystèmes de mangroves et de leurs relations avec les ressources halieutiques existantes le long de la côte Amapá, considérée comme la dernière frontière de la pêche sur la côte brésilienne.

Les marais et marécages

- 9 Situées derrière les mangroves, les plaines d'inondation côtière sont incisées par plusieurs fleuves au nord de l'embouchure de l'Amazone et le long du Canal do Norte dans la plaine fluviale. Ainsi, les pulses d'inondation provoqués par les rivières locales et par le fleuve Amazone s'ajoutent au pulse de la marée, créant un paysage inondé pendant plupart de la saison des pluies. Les écosystèmes côtiers sont liés aux écosystèmes de la plaine fluviale, et influent sur la répartition de la biodiversité locale. C'est dans ce paysage que sont gravés, au nord de la rivière Flechal, les systèmes de cheniers décrits par SILVEIRA (1998) ainsi que les nombreux paléodraines du Cabo Norte (BOAVENTURA et NARITA, 1974 ; JARDIM et al., 2015). Ce système de paléodrainage témoigne d'une partie de l'histoire et de l'évolution géomorphologique de l'embouchure de l'Amazone.
- 10 Globalement, la plaine côtière de l'Amapá peut donc être schématiquement divisée en deux parties, séparées par le fleuve *Flechal* (BOAVENTURA et NARITA, 1974) :
 1. Au sud du fleuve le rivage est découpé et diversifié. Il intègre la plus grande partie du Cabo Norte, le lac Piratuba, le bassin versant du Sicurijú, l'embouchure du fleuve Araguari et la côte du Canal do Norte. Sur les scènes satellitaires on dénombre des grands bancs de boue, des îles, des lacs résiduels et des paléochenaux fluviaux entrecoupés par une profusion de marécages, de terrasses et dépressions, le tout subsidiaire à l'énergie des processus hydrodynamiques côtiers.
 2. Au nord du fleuve le rivage est régulier. La plaine, couverte par des forêts et des champs inondés, est traversée par des cheniers entrecoupés par des estuaires et précède les caps Cassiporé et Orange (SILVEIRA, 1998 ; SANTOS, 2006) ;
- 11 Au niveau local la transition présente quatre principaux gradients de succession :
 1. Un gradient botanique : les mangroves se mélangent aux espèces amazoniennes non halophiles. Une exception est celle des marécages voisins de Macapá, les "ressacas" soumises aux effets de la marée. La forêt de palétuviers devant les caps devient prépondérante seulement à partir de 4° de latitude Nord (PROST et RABELO, 1996) ; les forêts de mangrove sont plus exubérantes vers le Cabo Norte (1°30' Latitude N) ;
 2. Un gradient hydrodynamique : les marées atteignent de 9 à 10 m dans l'île de Maracá, face à la protubérance du Cabo Norte, imposant des règles spécifiques et rigoureuses pour la navigation dans le canal de Carapaporis ; ensuite, l'amplitude et la force des marées diminuent considérablement vers les Guyanes où d'autres variables interviennent (ALLISON et LEE, 2004 ; BEARSDLEY et al., 1995) ;
 3. Un gradient morphologique, à savoir : l'ancien estuaire du fleuve Araguari, (actuellement fermé (SANTOS et al., 2016c), la protubérance du Cap Nord et les deux caps boueux de (Cassiporé et du Cap Orange) qui marquent la grande inflexion littorale vers le Nord-Ouest jusqu'à l'embouchure de l'Oyapock ;
 4. Un gradient géomorphologique et dynamique : il combine, au niveau régional, l'action des processus côtiers et des forçages (SANTOS, 2006).
- 12 Dans sa thèse SILVEIRA (1998) a soutenu que le littoral de l'Amapá était de *type érosif*, ce qui était absolument vrai. Cependant, on assiste de nos jours à d'étonnantes accumulations sédimentaires dans le Canal do Norte, près de Macapá, et à l'embouchure des fleuves Amazonas et Araguari. Ces accumulations sont d'autant plus surprenantes que

la montée actuelle du niveau marin, documentée par le GIEC, devrait plutôt avoir un effet inverse. Les causes de ces accumulations sont encore indéterminées. Pour les accumulations de bancs de vase au Nord, une des hypothèses est qu'elles seraient liées à la formation de bancs de boue près du Cap Cassiporé du fait de l'importante charge solide d'alluvions amazoniens accumulés sur la plateforme interne : les sédiments seraient retravaillés, dispersés, mis en suspension par les marées, la houle et les courants ainsi que par la circulation interne estuarienne, donnant l'impulsion initiale à l'accumulation de la vase (EISMA et al., 1990 ; ALLISON et al., 2000). Cependant cela ne justifie pas l'accumulation ni dans le Canal do Norte ni à l'embouchure de l'Araguari. MARTINEZ et al. (2009) montrent qu'au cours des dernières années le fleuve Amazonas présente une augmentation de sa charge sédimentaire ; GENSAC et al. (2016) ont révélé l'existence d'une zone de plus grande concentration de sédiment dans son embouche. Ces éléments expliquent peut-être une partie des accumulations constatées dans l'embouchure du fleuve Amazonas. Autrement dit, la question reste encore ouverte.

Le littoral de la Guyane française

- 13 Le littoral de la Guyane française s'étend sur 320 km entre l'embouchure du fleuve Oyapock (frontière avec le Brésil) et celle du fleuve Maroni (frontière avec le Suriname). La plaine côtière quaternaire, relativement étroite, est subdivisée en deux grandes unités géomorphologiques :
1. La plaine holocène datée < 10 000 BP, dite young coastal plain avec moins de 5 mètres d'altitude, est une "open ocean chenier plain" (REINECK et SINGH 1980). Le soubassement sédimentaire constitue la Formation Demerara Guyane-Suriname. Il s'agit plutôt d'argiles avec un fort pourcentage de produits d'altération du bouclier guyanais, soumis à l'influence de l'Amazone. La plaine, soumise principalement au système de dispersion de l'Amazone (RINE et GINSBURG 1985 ; TURENNE 1978 ; LOINTIER et PROST 1988a-b ; FROIDEFOND et al. 1988 ; PUJOS et ODIN 1986) est occupée par de multiples zones humides: marais, marécages, tourbières et mangroves.
 2. La plaine pléistocène datée de la transgression marine de 120000 BP, dite old coastal plain avec de 7 à +/-10 mètres d'altitude, est le domaine des savanes. Elle aussi est argileuse avec quelques dépressions humides et surtout des barres pré-littorales sablo-limoneuses (WONG, 1986)
- 14 L'apport des satellites pour le suivi de leur comportement est très important, "*compte tenu de la complexité des écosystèmes côtiers, de leur accès difficile tant terrestre que maritime et de la vitesse de leur évolution géomorphologique*" (POLIDORI, 2012). Les dépôts de vase, plaqués sur la côte à partir du littoral nord de l'Amapá, transitent vers le nord-ouest sous l'action de la houle de l'alizé et du courant de Guyane.

Bancs de vase et mangroves

- 15 Les sédiments donnent origine aux grands bancs de vase séparés les uns des autres par des espaces d'érosion ou de non déposition (LAFOND, 1967 ; NEDECO, 1968 ; Réseau ECOLAB, 2002 ; NITTROUER et DeMASTER, 1996 ; DOLIQUE et al., 2002 ; DOLIQUE, 2004 ; GALLIER, 2016...). Les bancs peuvent atteindre 65 km de longueur (LOINTIER et PROST, 1988) comme cela a été le cas en 1980 entre Cayenne et Kourou. Leur épaisseur est variable, atteignant parfois à 7 mètres (DOLIQUE et al., 2002). Leur section transversale peut atteindre plus de 15-20 km vers le large à partir du rivage (LOINTIER et PROST 1988 ;

DOLIQUE et al., 2002 ; FROIDEFOND et al. 1988 ; GENSAC et al., 2011 ; PERON et al., 2013) et leur pente est faible, de l'ordre de 1/1000 (GARDEL et GRATIOT, 2005).

- 16 Les vasières exondées sont découpées par des dizaines des chenaux de marée (FLEURY et al., 2016), recouvertes par un tapis de biofilm, essentiellement de diatomées (GENSAC et al., 2015 ; DUPUY et al., 2015) et par des touffes pionnières de *Spartina brasiliensis*. Ensuite, très rapidement, la mangrove s'installe, avec un mélange de *Rhizophora mangle* et d'*Avicennia sp*, cette dernière devenant dominante (FROMARD et al., 1998, FROMARD et al., 2004). Le fonctionnement hydro-sédimentaire estuarien du fleuve Mahury au passage d'un banc de vase, étudié par ORSEAU et al. (2017), a montré le rôle prépondérant de la saisonnalité dans les dynamiques sédimentaires au sein de l'estuaire. Il a été observé que la consolidation des bancs passe par différents stades selon la nature des argiles, des limons et des sables fins, variant en fonction de l'amplitude des marées, de l'intensité de la houle de l'alizé, de la direction des rivages (AUGUSTINUS, 1989b) et des saisons (FROIDEFOND et al., 1988). Elle passe de la vase fluide à semi-fluide (*slingmud*) à des sédiments relativement compactes qui supportent le poids d'un homme (AUGUSTINUS, 1989a ; LOINTIER et PROST, 1988 ; DOLIQUE et al., 2002).
- 17 Des processus de consolidation (floculation, décantation entravée et consolidation des vases) ont été examinés à très fine échelle, impliqués dans la migration des bancs de vase (GRATIOT et ANTHONY, 2016). Les changements sont plus actifs dans les parties élevées des vasières (FIOT et GRATIOT, 2006; GARDEL et al., 2009, 2011) qui se couvrent de fentes de dessiccation piégeant les graines de palétuviers apportées par les marées. Cette forme de colonisation, opportuniste, contribue à une colonisation rapide et massive de ces bancs de vase par la mangrove (ANTHONY et al., 2008 ; PROISY et al., 2009 ; 2016 ; GENSAC et al., 2011). Un des faits les plus remarquable au niveau dynamique est la migration des bancs vers le Nord-Ouest: elle accompagne le transit côtier à des vitesses variables, de 1 à 5 km par an environ avec une tendance à l'accélération à partir de la fin des années 1990 (GARDEL et GRATIOT, 2005 ; VANTREPOTTE et al., 2013 ; GENSAC et al., 2016). Cette accélération pourrait être induite par des modifications des forçages par la houle qui se seraient intensifiés à la fin des années 1990 (GRATIOT et al., 2007). De ce fait, les transformations deviennent plus fréquentes, dynamiques et éphémères, se traduisant par une alternance de secteurs en progradation et d'autres en régression. Des taux de recul de la mangrove dans les zones inter-bancs supérieurs à 150m/an ont pu être mesurés par GARDEL et GRATIOT (2006). Des retraits équivalents ont été quantifiés dans les rizières de Mana entre 2014 et 2015 (BRUNIER et al., 2015). Dans certains cas l'érosion devient si intense qu'elle accélère la régression des bancs, comme par exemple à Cayenne ou à Kourou, zones sensibles du fait de la présence de nombreuses habitations implantées en bord de mer. Une fois les bancs dégagés, l'érosion si elle se poursuit provoque un recul du trait de côte à proprement parler, et met en danger les constructions humaines (figure 1).

Figure 1. Évolution du rivage à Anse Chaton, Cayenne



©M.T. Prost

- 18 Une autre partie sensible du rivage est celle du Marais Sarcelle (Mana), à l'ouest de la Guyane. Par le passé ce secteur avait déjà subi des transformations radicales, comme dans les années 70 quand le marais est devenu un tanne vif ("apicum" en portugais) suite à un fort épisode El Niño. Par la suite la côte a été occupée par de vastes progradations boueuses couvertes par la mangrove. De ce fait, de grandes rizières y ont été implantées, protégées par ce barrage naturel. Malheureusement ces barrières ont été détruites par l'érosion, démolissant comme au Suriname, des sites de ponte des tortues marines ainsi qu'une partie du village amérindien de Awala-Yalimapo (FROIDEFOND et al., 2004). Ce

type d'impact, étudié récemment par GALLIER (Master 2 Université de Bretagne Occidentale, 2016), continue à se produire dans le même secteur.

- 19 En plus de l'analyse comparative de scènes satellitaires multi-dates, les travaux de terrain ont confirmé que la végétation est un excellent indicateur de la rapidité de ces reculs. Par exemple, certaines espèces s'implantent le long des rivages maritimes après l'érosion côtière qui détruit la mangrove. Ce couvert végétal insolite et inhabituel a été observé par PROST (com.pers.) aux abords de la rizière Van Uden (Mana) le long de la ligne du rivage, formé par des palmiers-bâche (*Mauritia flexuosa*) et des fougères dorées (*Achrosticum aureum*) qui ont bizarrement jonché le site, subsistant péniblement sur un soubassement de tourbes d'eau douce.
- 20 Quant aux mangroves omniprésentes sur les rivages de la Guyane elles sont, au contraire du Pará/Maranhão, presque mono spécifiques, dominées par l'*Avicennia nitida*, alors que dans les estuaires s'implantent *Rhizophora* sp. et *Laguncularia racemosa*. Cela n'est pas insolite car, dans son excellent ouvrage sur les pays des Rivières du Sud (Afrique) CORMIER SALEM (1994) parle, avec raison, des "regards multiples sur un objet de recherche mouvant.
- 21 L'auteure souligne qu'en dépit du progrès des connaissances, du renouvellement des approches et de la prise de conscience du péril écologique, les représentations de la mangrove sont toujours contrastées, tantôt comme milieu fermé parcouru par de nombreux flux et reflux, tantôt comme forêt humide presque vierge, tantôt comme espace aménagé.
- 22 Au Brésil, les mangroves sont des zones de préservation permanente par loi fédérale ; nonobstant, au nord du pays elles ont été, jusqu'à récemment, vues généralement comme des espaces sans intérêt où on peut décharger des ordures ou couper les arbres pour faire du charbon. En plus, l'expansion urbaine a fait surgir, à leur place, des zones de loisirs de luxe (les "resorts" touristiques) et/ou encore des "fermes de carcinoculture" (Maranhão) pour l'élevage industriel des crevettes (MOCHEL, 2011). Ajoutons que la mangrove, considérée utile comme bouclier contre l'érosion des littoraux, n'a pas cette fonction en Guyane: le rivage rétrocede même quand la mangrove est dense et adulte. Ainsi, la protection (même éphémère) de la côte guyanaise est exercée par la présence du banc de vase, la végétation ne faisant que suivre le processus (figure 02). Nonobstant, la préservation de la mangrove est essentielle à cause de ses nombreuses fonctions écologiques.
- 23 La cartographie des mangroves à l'aide de relevés de terrain, de survols aériens et de données issues de la télédétection a fait l'objet de nombreux projets de recherche dans l'Amapá (SILVEIRA, COSTA NETO et SILVA, FERNANDES, SANTOS, PROST et RABELO, VIEIRA...), au Pará (MENDES, LINS, SENNA, SOUZA FILHO, SALES, BERREDO, LUZ, LOUBRY, PROST, FAURE...), au Maranhão (MOCHEL, 2011) et en Guyane (DE GRANVILLE, LOINTIER, PROST, FAURE, CHARRON, FROMARD, GRATIOT, GARDEL, GUIRAL, PROISY...). Beaucoup de ces travaux visaient la quantification de ces phénomènes et la production d'indicateurs des gradients de succession entre mangroves pionnière, jeune, adulte et sénescence. D'autres visaient la caractérisation et la modélisation de processus hydro-sédimentaires à l'œuvre, la modélisation de l'architecture de la végétation de mangrove, ou la mise en lien de ces domaines de recherche.

Figure 2. Mangrove en érosion, littoral de Guyane



©M.T. Prost

- 24 Parmi les dernières recherches sur les interrelations entre l'hydrodynamique côtière et l'extension des mangroves il y a celle, très performante, de WALCKER et al. (2015). L'objectif du travail a été de quantifier des changements dans l'extension des mangroves depuis la moitié du vingtième siècle, puis de tester l'hypothèse selon laquelle ces changements seraient induits, en Guyane française, par la houle (*ocean waves*) sous influence de l'Oscillation de l'Atlantique Nord (NAO). Pour atteindre leur but WALCKER et al. (2015) ont tout d'abord analysé des séries de photos aériennes et de scènes satellitaires sur 60 ans pour pouvoir élaborer des cartes temporelles, et ensuite ont examiné les données quantitatives de la houle et de trains de vagues engendrés par les alizés (période, direction et fonctions orthogonales, CEOF). Les résultats obtenus révèlent une fluctuation multi-décennale de l'ordre de 10.000 hectares de la mangrove.
- 25 La question suivante a été de savoir l'intensité, vitesse, magnitude des changements. Les auteurs ont conclu que le moteur principal des modifications est lié au *battement des vagues* qui modifie la morphologie des boues intertidales et infratidales. Or, l'intensité de l'action est variable dans le temps et dans l'espace car l'action des vagues est liée, à son tour, aux phases positives/fortes ou négatives/faibles de la NAO. Il y a donc un changement d'échelle. En résumé, les variations dans l'extension des mangroves de la région étudiée seraient liées, en dernière analyse, à des *macro modifications de basse fréquence dans l'océan sous l'impulsion de la NAO*. Pour conclure, les auteurs estiment que ces alternances jouent un rôle significatif dans la formation des bancs de vase qui migrent le long des 1500 km du rivage des Guyanes.
- 26 Par ailleurs d'autres hypothèses ont été formulées. C'est le cas, par exemple, du cycle lunaire SAROS de 18,6 ans au cours duquel l'attraction de la Lune et du Soleil modifient la

hauteur des vagues ainsi que l'énergie des marées (GRATIOT et al., 2008). Le phénomène a été clairement observé en mars 2015 sur différents secteurs du rivage de la Guyane, notamment à Cayenne et à Kourou, donnant lieu à une forte érosion des plages et à un recul de la ligne du rivage exigeant l'intervention immédiate des services municipaux de protection des zones urbaines. Une deuxième hypothèse concerne les changements du niveau moyen de la mer. Or les fluctuations du niveau marin en Guyane française entre 1950 et 2001 n'ayant pas dépassé 2 mm par an soit 10 cm en 40 ans (CHURCH et al., 2004), cette hypothèse est à écarter, d'autant plus que les déplacements de la mangrove vers les marais intérieurs ne sont pas compatibles avec ces variations. En corollaire, les modifications globales du niveau marin liées au réchauffement climatique (NICHOLLS et CAZENAVE, 2010) ne concordent pas, non plus, avec les variations quantifiées par WALCKER et al. (2015).

- 27 Au total, la dynamique des bancs de vase amazoniens et de la mangrove qui les colonise est, à des échelles décennales, extrêmement variable. Nous retiendrons que l'extension spatiale de la mangrove aux échelles temporelles est rythmée par des apports très variables en vases d'origine amazonienne ainsi que par la contingence des forçages météo-marins et aux modifications induites par la NAO.
- 28 Mangroves et bancs de vase caractérisent la ligne du rivage des Guyanes. A cela s'ajoute la profusion des zones humides côtières et de l'arrière-pays, visage multiple des paysages singuliers.

Marais et marécages

- 29 Les nombreuses recherches botaniques faites à l'IRD ont permis, entre autres, d'obtenir la cartographie fine des marais (« *pripris* ») et d'autres zones humides (travaux de terrain et de laboratoire, survols en basse altitude, utilisation de la télédétection orbitale) et d'établir leur classification selon leur position géographique, la nature des eaux, les régimes d'inondation, les types des sols et des plantes. Les marais saumâtres sont situés immédiatement derrière les mangroves, soumis ou non au balancement des marées (exemples : une partie des Marais Sarcelle et Yiyi); ils comportent des palétuviers morts, des joncs adaptés à la salinité des eaux et parfois des touffes de fougère géante des marais (*Achrosticum aureum*). A l'intérieur des terres ils deviennent des « marais de transition » vers les eaux douces (avec arbrisseaux, d'autres types de jonc et de macrophytes aquatiques, des *Typha adengustifolia* et des *Cyperus articulatus*) ainsi que des marécages boisés ("swamps"). Parmi les marais d'eau douce se détache celui de Kaw, à l'Est de Cayenne, classé « Réserve de la Biosphère » par l'UNESCO.
- 30 Un milieu remarquable est celui des forêts marécageuses sous-côtières car elles présentent la plus grande originalité floristique des Guyanes (SEPANGUY, 1993). A l'Amapá elles couvrent les lits majeurs des fleuves Cassiporé, Uaçá, Oyapock et une partie des caps boueux (Projets PROCLAM et GUYAMAPA), dessinant des couloirs (*forêts-galeries*) ou des bandes plus au moins larges (*zones écotones*) en contact avec les formations environnementales (SEPANGUY, 1993 ; CHOUBERT, 1961). Les forêts d'*igapo*, qui apparaissent aussi dans le sud de la Guyane (Projet GUYAMAPA), associées à une canopée ombragée, sont plus limitées dans l'espace et présentent une inondation quasi-permanente avec un écoulement hydrique lent (ROMARIZ, 1996). Leur cartographie (projet GUYAMAPA) a suscité un intérêt spécial pour les collègues qui travaillent sur les maladies transmises par les anophèles car ces sites sont plutôt favorables au

développement des larves des moustiques. Enfin, les forêts ripicoles sont celles des berges estuariennes.

- 31 En conclusion le système des Guyanes est très contraignant, avec des rivages instables, des zones inondables et un accès souvent difficile. L'alternance de bancs de vase en progradation et de secteurs érosifs en recul (interbancs) est à l'origine de fortes contraintes géomorphologiques et paysagères (DOLIQUE et al., 2002 ; CHARRON et al., 1992 ; GARDEL et GRATIOT, 2005). Néanmoins, étant donné le nombre réduit d'espaces modifiés par l'homme sur le littoral de la Guyane celle-ci constitue un laboratoire naturel d'excellence pour les études du milieu physique. Néanmoins, il semble que *“les côtes de la Guyane française sont, de part le monde, parmi les moins exploitées par l'homme”* (DOLIQUE, 2004).
- 32 Les travaux scientifiques de dernières décennies apportent de nouveaux éclairages à ces problématiques. Ils résultent des échanges récurrents et fournis entre institutions ou organismes de France et du Brésil, à savoir: IRD, CNRS, IFREMER, DEAL, ENGREF, ONF, CNES, MPEG, IEPA, INPE...; universités de Toulouse le Mirail, Paul Sabatier, Paris XI et VII, Littoral Côte d'Opale, Aix-Marseille, Montpellier, ainsi que les universités fédérales du Pará, Amapá, Maranhão, Amazonas, Brasília, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo et Vale du Itajai au Brésil ; Services de Ministères compétents sur les milieux naturels du Brésil (MMA), du Suriname et du Guyana. Des échanges (réunions de travail, colloques, stages de formation continue) ont été également établies avec les associations guyanaises de protection de la nature (SEPANGUY, GEPOC, KAWATA...), et avec les équipes de Parcs nationaux, régionaux, réserves biologiques et extractivistes (ex. RESEX brésiliennes).
- 33 Une des problématiques posées par les groupes de travail a été celle concernant les héritages du passé et leur rôle dans l'évolution actuelle des zones côtières amazoniennes.

Les indicateurs du passé

Les formations sédimentaires

Les sables

- 34 Dans le *bassin-versant de l'Amazone* des accumulations de sables blancs, situés dans différentes positions topographiques, couvrent des zones relativement étendues. Un des marqueurs de leur localisation à l'intérieur des forêts denses est donné par la présence de massifs forestiers clairsemés sur sols sableux, dont le dossel est plus bas que ceux environnants, avec des arbres aux troncs minces et fragiles (*campinaranas*). On les observe parfois couvertes des bosquets encore plus ouverts et de buissons sur sols sableux, souvent dénudés (*campinas*) (AB'SABER, 2004). Des formations de ce type sont également rencontrées sur la zone côtière de l'Etat du Pará et, dans le bas cours de l'Amazone, dans la région de Caxiuaña, étudiée par le Museu Paraense Emilio Goeldi (MPEG) ; mais aussi derrière la plaine côtière en Amapá, où elles ne sont pas encore étudiées malgré leur exploitation à des fins de construction civile (extraction de matériau).
- 35 A l'intérieur des terres des mosaïques forêt - savane sur sables de gris à blancs avec des pourcentages variables d'argiles et de matière organique sont courants dans la zone de Roraima. CARNEIRO FILHO (1992) a discuté leur occurrence et origine ainsi que l'hypothèse d'une végétation “climacique”. Il considère que ces savanes sont vraisemblablement un héritage de *fluctuations climatiques quaternaires*. Des sables blancs

ont été également trouvés au-dessous du niveau de la mer dans la vallée du Xingu à l'occasion de la construction du barrage de Tucuruí : ils seraient issus d'une forte érosion fluviale et auraient été accumulés pendant la *régression marine* du Pléistocène Supérieur Terminal. Donc, leur origine est complexe à la fois liée à la météorisation, à l'évolution des sols et à des agents géomorphologiques du passé quaternaire.

- 36 A ce propos, en Guyane française, au voisinage de Saint Laurent du Maroni, la route nationale traverse des formations d'altération du socle, exposant de grandes coupes qui permettent d'étudier finement les *processus de météorisation mécanique et chimique ainsi que les toposéquences des sols*. Une formation très importante est celle de sables blancs de la "Série Détritique de Base, SDB". La forêt y est clairsemée et moins haute. L'étude minéralogique faite par KROOK (Uni. d'Amsterdam, com. pers) révèle que ces sables sont extrêmement altérés, ne subsistant qu'un infime pourcentage de minéraux lourds dans la masse de quartz. La SDB a été précédemment interprétée par des géologues comme issue de vastes épandages fluviaux anciens venus de l'intérieur, mais cette hypothèse est à présent écartée.
- 37 Quant aux plaines côtières des Guyanes (WONG 1986, 1992), elles comportent également des sables mais qui sont *podzolisés*, processus pédologique qui se développe dans des milieux filtrants sous l'action des eaux chargées d'acides organiques, avec lessivage du fer, de la matière organique et enrichissement en silice. Ces sables ont été étudiés par l'IRD dans les savanes de la plaine pléistocène de la Guyane (à Tonate-Matiti, Kourou, Sinnamary...) faisant souvent suite à une situation d'hydromorphie prononcée et ont une influence importante dans l'évolution des formes de terrain. Le modelé y est ondulé, avec des barres sablo-argileux. Les barres, mieux vues en vision spatiale que sur le terrain, sont rapprochées, longues d'environ 1 km, larges de quelques centaines de mètres et hautes de quelques mètres : "*ces faibles dénivelés rendent le modelé à peine perceptible*" (RUELLAN et DOSSO, 1993). L'ensemble est parfois entaillé par des vallons peu profonds où poussent des palmiers-bâche ("*veredas de Mauritia flexuosa*") comme à Tonate-Matiti. Les barres sableuses ont été interprétées, en Guyane française, comme étant pré-littorales accumulées sur d'argiles marines; elles auraient été retravaillées par la mer, déposées parallèlement au rivage, puis exondées (BRINKMANN et PONS, 1968). Cette interprétation s'appuie sur l'analyse de la structure des axes de drainage qui séparent les barres, considérés comme hérités du dépôt marin lui-même.
- 38 Nonobstant, des études pédologiques (TURENNE, 1977 ; BOULET et al., 1982; GRIMALDI et BOULET, 1990 ; VEILLON, 1990 ; ANDRIEUX, 1992 ; RUELLAN et DOSSO, 1993) montrent que la réalité est plus complexe, car si certaines barres sont entièrement sableuses il y a d'autres qui sont sablo-argileuses avec des teneurs variables d'argile. De plus, il est également acquis que la superposition sable sur argile peut résulter d'un seul et même sédiment sablo-argileux : il faut donc aller plus loin.
- 39 À cet effet, l'étude des toposéquences (variations latérales des sols liées à la topographie) et des chronoséquences (liées à l'âge) faite par l'IRD montre que l'énergie des transformations pédologiques est assez puissante : on passe, en peu de mètres, d'un podzol (au centre du replat sommital de la barre) à un sol ferrallitique plus au moins lessivé (en bordure du replat) puis à un sol hydromorphe (à l'aval). *Chaque barre est donc un système pédologique au sein duquel un ensemble d'horizons podzoliques et un ensemble d'horizons lessivés et hydromorphes se développent aux dépens d'horizons ferrallitiques*. Des ensembles "*envahisseurs*" (podzoliques et lessivés hydromorphes) peuvent alors occuper peu à peu des surfaces importantes. Au terme de ces transformations ne subsisteront,

dans le paysage, que des îlots résiduels. Au total, cette évolution provoque le morcellement des barres initiales et concourt à leur aplanissement, voire à leur disparition. D'un point de vue dynamique, on observe que chaque barre peut présenter un stade de transformation différent d'une autre qui lui est voisine, malgré le système commun que recouvre l'ensemble. (RUELLAN ET DOSSO, 1993).

- 40 Retenons que les modifications internes de la couverture pédologique ont incontestablement une incidence directe sur le modelé de la plaine côtière ancienne de la Guyane française. L'approche géomorphologique doit donc tenir compte du rôle de la pédologie dans le paysage qui, si négligé (il a été critiqué, nié et même ignoré) peut conduire à des interprétations inexactes. Cela est d'autant plus important car l'étude de ces formes et de leurs relations spatiales permet d'accéder au temps, donc à leur histoire.
- 41 Une autre importante formation sableuse du système des Guyanes est celle des cheniers, c'est à dire des lignes d'anciennes plages sableuses qui ont été isolées de la mer par la progradation des boues côtières. Elles sont très claires en vision satellitaire et se prolongent depuis les côtes du Pará jusqu'au au moins au Suriname. Leur disposition est approximativement SE/NW, parallèle aux rivages, sauf dans les grands estuaires où ils forment des ensembles incurvés vers l'intérieur, comme à l'embouchure du fleuve Maroni. Il a été aussi observé, à partir de recherches menées par l'IEPA (SILVEIRA, 1998) et de l'examen des scènes satellitaires (Projet GUYAMAPA), que les cheniers repérés dans l'Amapá ont les mêmes directions générales que ceux de la Guyane française et du Suriname, indiquant d'anciennes lignes de côte. Enfin les études de cheniers de la partie Est de la plaine holocène du Suriname, faites par KROOK (1970), AUGUSTINUS (1978) et AUGUSTINUS et al. (1989b), démontrent qu'au moins une partie des sables vient du bassin-versant du Maroni et des rivages de la Guyane française, même s'ils peuvent provenir aussi d'autres sources : KROOK (com.pers.) a défini des associations de minéraux lourds à dominance de hornblende qui proviennent du bassin versant amazonien.
- 42 Sur la *ligne des rivages*, notamment dans le système Pará-Maranhão, les sables sont retravaillés par hydrodynamique et par l'action éolienne, accumulés sous la forme de bancs, de dorsales infratidales, de cordons intertidaux, de dunes ou de longues plages de grande beauté (BASTOS, 1996 ; SANTOS, 1996 ; AMARAL et al., 2008 ; PROST et MENDES, 2001 ; SOUZA FILHO et PARADELLA, 2003). En Amapá les sables s'étendent le long du Canal do Norte, sous la forme de bancs et bourrelets de marée dans l'embouchure de l'Amazone et sous la forme de cordons intertidaux au Nord du fleuve Flechal (SANTOS et al., 2016a). Dans ce dernier cas, ces sables sont considérés comme des dépôts éphémères du passé (MENDES, 1994), mais grâce à l'évolution des observations spatiales on peut noter que ces dépôts forment de longues plages devant la mangrove. En général, ces sables fins proviennent des altérations du socle ; des sources secondaires sont présentes mais encore peu documentées. En Guyane française les sables sont bien plus rares, sur des plages éphémères, jonchant plutôt les rives à gauche des embouchures dans les zones interbancs. Ils proviennent de produits de l'altération du socle (CAUTRU, 1992) et de dunes hydrauliques d'embouchure (LOINTIER, 1986). L'association de minéraux lourds des sables des plages situées entre Cayenne et le Maroni (frontière avec le Suriname) déterminée par PROST (1990) renseigne sur l'apport des formations du socle.
- 43 Enfin, comme évoqué plus haut la *marge continentale* des Guyanes contient des sables grossiers d'un paléo-delta du fleuve Maroni don de sables couvre également une partie de la plateforme continentale à 40 mètres de fond environ ; ils sont attribués à un arrêt momentané de la *transgression holocène* (PUJOS et ODIN 1986a).

Les sédiments fins

- 44 Les sédiments de la plaine pléistocène (épisode transgressif hypothétiquement daté de **120 000 BP**, série Coswine dit *COROPINA* au Suriname) sont formés à la base par des argiles marines très épaisses, tachetées et désalinisées. Le sommet des dépôts est constitué par des sables fins mêlés à un petit pourcentage de limons dont l'origine serait liée à des barres pré-littorales. Au Suriname la série Coswine a été subdivisée dans les membres Para et Lelydorp, mais pas en Guyane où elle n'a pas été identifiée faute peut-être d'études sédimentologiques plus poussées.
- 45 Les sédiments fins qui tapissent la plaine holocène (moins de **10.000 BP**) correspondent à la Formation **DEMERARA**, avec trois phases d'accumulation séparées par des cheniers (BRINKMANN et PONS, 1968; TURENNE, 1978) :
1. Mara, la plus ancienne, transgressive (+2 à +3 m, datée entre 6 000 et 5 000 BP, au maximum de l'optimum climatique;
 2. Moleson, datée d'environ 2600 BP à 1300 BP ;
 3. Coswine, la plus récente (1 000 BP à Sous-Actuel), occupée par la forêt de mangrove.
- 46 Les argiles de base de **MARA**, marines et fluviomarines, ont été déposées pendant une montée gravitative du niveau de la mer dans des dépressions d'eau saumâtre situées derrière des accumulations sableuses des rivages (TURENNE, 1978 ; WONG 1986). Les sédiments contiennent des restes d'huîtres ainsi qu'une grande quantité de pollens de mangrove (VAN DER HAMMEN, 1961). L'accumulation a dû avoir lieu dans des plaines intertidales saumâtres colonisées par *Rhizophora sp.* Très riches en pyrites et en matière organique, les sédiments sont intercalés de tourbes formées avant le maximum transgressif. Cette phase est l'une des plus complexes de l'Holocène de la Guyane.
- 47 Les dépôts **MOLESON**, (BRINKMANN et PONS, 1968 ; TISSOT, 1987 ; TURENNE, 1978 ; AUGUSTINUS, 1989a ; ECOLAB, 1995) se rencontrent surtout à l'Est de Cayenne. Ils ont été cartographiés à la Pointe Béhague par CHOUBERT dès 1961. Il s'agit d'argiles gris-bleuâtres avec des tâches jaunes et beiges, situés à l'emplacement de marais d'eau saumâtre. Ils sont attribués hypothétiquement au système de dispersion de l'Amazone (SDA), accumulés à un niveau marin proche de l'actuel.
- 48 Quant à la phase **COMOWINE**, (FROUIN, 1997), elle est formée par des argiles marines et fluviomarines amazoniennes du rivage actuel et de la partie côtière de la plateforme interne.

Tableau 1 – Synthèse de la Formation Demerara (Guyane, Suriname)

Form. DEMERARA	Unités du paysage	Sédiments	Emplacement	Processus dominant
COMOWINE <1000 BP à Sub-Actuel	Forêt de mangrove	Argiles marines grises et fluviomarines	Ligne du rivage actuel	Dépôt
	Cheniers	Sables	Entre Comowine et Moleson	Erosion ou non dépôt

MOLESON ~2300 à environ 1300 BP	Marais	Argiles sans salinisation superficielle	Surtout à l'Est de Cayenne jusqu'à l'Oyapock	Dépôt SDA
	Cheniers	Sables	Entre Moleson et Mara	Erosion ou non dépôt
MARA Environ 6000 BP à ~5.000 BP	Plaine fluviomarine	Argiles grises et bleuâtres, tachetées, contenant de la pyrite, de la matière organique, des tourbes et des lits de sable fin.	Surtout dans la région de Mana, frontière avec le Suriname	Transgression marine holocène (+2/3m)

Les variations paléo-environnementales

Variations paléo-climatiques

- 49 “L'idée que pendant le Quaternaire le monde tropical aurait subi une succession des périodes pluviales et inter pluviales, simultanées aux périodes glaciaires et interglaciaires, a perturbé sérieusement la compréhension des fluctuations climatiques et paleo-écologiques en Amérique Tropicale” (AB'SABER, 2004).
- 50 L'intensité de la dynamique géomorphologique littorale passée et actuelle, à laquelle sont liés les types de côtes du nord du Brésil, de l'Amapá et des Guyanes, a eu un effet majeur sur les processus géologiques et géomorphologiques de la marge équatoriale amazonienne dès la fin du WURM IV-WISCONSIN SUPERIEUR (PUJOS et al., 1988 ; AB-SABER, 2003). Les vallées de l'Amazone et du Tocantins étaient alors plus encaissées du fait de la modification du niveau de base général, et leurs embouchures situées à des dizaines de km de leur position actuelle, traversant la plateforme continentale et entaillant des canyons (AB'SABER, 2003 ; NITTROUER et al., 1996). En corollaire à l'abaissement des températures aux moyennes et hautes latitudes, des climats plus secs se sont installés dans les basses latitudes comme en Amazonie (AB'SABER, 2004), avec l'expansion de savanes (“*cerrados*”) au détriment des forêts. Les roches du socle, exposées, ont fourni, par météorisation mécanique, des sables qui ont nourris des formations dont aujourd'hui il ne reste que des traces dans certains secteurs amazoniens (AB'SABER, 2000).
- 51 Pendant le réchauffement climatique planétaire qui a suivi WURM IV (Pléistocène Terminal et Holocène) le niveau de la mer a remonté progressivement au cours de la transgression “flandrienne” ou holocène (PUJOS et al., 1988). À la même occasion, de façon surprenante, une nouvelle période sèche a touché l'Amazonie, cependant plus courte et moins étendue que celles du WURM IV, laissant des “*refuges*” pour la flore et la faune en Amazonie. L'expansion des forêts s'est ensuite produite, stimulée par un climat plus humide, plus tiède, sans grands contrastes de saisons, ainsi que par l'évolution des

sols. AB'SABER (2003) estime que l'installation de la ceinture de mangroves a eu lieu lorsque le niveau marin a reculé vers son niveau actuel.

Vestiges d'un ancien système de drainage

- 52 Des empreintes d'un puissant paléodrainage sont bien visibles dans les photographies aériennes et les scènes satellitaires de l'île de Marajó (ROSSETTI et VALERIANO, 2007) et ses alentours ainsi que dans la zone du Cap Cassiporé (SILVEIRA, 1998), notamment à partir de l'embouchure de la rivière Araguari, dans la région du Cap Nord. Le dessin des vallées apparaît très clairement : elles sont très amples, avec des berges bien soulignées par la forêt de *várzea* qui couvre les bourrelets marginaux (SANTANA, 2011). Parfois ces anciennes vallées sont découpées par des cheniers (SILVEIRA, 1998), après le fleuve Flechal, mettant en évidence les modifications de la ligne des rivages.
- 53 Une réorganisation progressive du réseau de drainage a eu lieu pendant le Pleistocène Supérieur et Holocène (SILVEIRA, 1998 ; BEZERRA et al, 2015 ; SOUZA, 2010 ; JARDIM, 2015), avec remodelage de la surface par des processus fluviaux et marins, en particulier dans le Cap Nord où l'immense système lacustre est associé à de forts processus de migration de canaux et d'envasement (SILVEIRA, 1998 ; SANTOS, 2006). La côte se serait modifiée dans l'espace et dans le temps en fonction de processus tectoniques passés et récents, des changements du niveau marin et du poids des sédiments amazoniens sur la plateforme continentale (DISCROLL & KARNER, 1971 ; SILVEIRA, 1998 ; SOUZA, 2009), donnant naissance aux vastes systèmes fluviaux actuels (BOAVENTURA & NARITA, 1974 ; SILVEIRA, 1998 ; JARDIM 2015).

Fluctuations du niveau relatif de la mer

- 54 Il y a plus de 50 ans que les recherches de CAILLEUX (1957), CAILLEUX & TRICART (1957) entre autres, ont permis d'établir les modifications qui ont eu lieu en Amazonie au cours des derniers millénaires; elles continuent de faire l'objet d'études et de suivis récents (AB'SABER, 2003 ; NITTRouer et al., 1996 ; PIATAM-Mar, 2005).
- 55 Il est acquis que pendant la descente progressive du niveau marin après WURM IV vers sa position à l'Holocène (*formation Demerara*) le système de dispersion de l'Amazone est devenu chaque fois plus actif, apportant des dépôts fins sédimentaires aux plaines côtières guyanaises (BRINKMANN E PONS, 1968 ; TISSOT, 1987; TURENNE, 1978 ; AUGUSTINUS, 1989 ; RINE et GINSBURG, 1985 ; ECOLAB, 1995 ; PROST, 1989). Les mangroves ont accompagné la progradation des rivages et les espaces anciennement occupés par ces dépôts sont devenus des savanes marécageuses (TISSOT, 1987). Cela indique que l'évolution de la partie la plus récente des plaines côtières des Guyanes résulte principalement, à partir de MOLESON, de phénomènes de *forçage d'ordre régional* et non plus d'un événement transgressif global (MARA). Des sources actuelles indiquent que l'élévation holocène du niveau marin ainsi que des modifications dans les décharges fluviales, ont joué un rôle fondamental dans l'expansion et le recul des mangroves des littoraux du nord brésilien (COHEN et al., 2008 ; COHEN et al., 2001).
- 56 SILVA (2009) a proposé un modèle évolutif pour le secteur nord de la côte de l'État du Pará et du Maranhão, caractérisé par une profusion d'estuaires originaires de la dernière transgression Holocène. Ce modèle évolutif est défini par une surface inférieure qui limite les dépôts quaternaires et tertiaires, couverts par le sable de la rivière. L'étape initiale de la dernière transgression conduit au piégeage des sédiments de rivière dans la vallée. Ces

sédiments ont ensuite été recouverts par des dépôts transgressifs de vase qui ont migré vers le continent. Les conditions stables du niveau marin ont permis le développement de vastes plaines et de progradations boueuses (marais d'eau douce et mangrove) vers l'embouchure, de façon concomitante aux impulsions transgressives d'autres dépôts sableux (plages et dunes) et à la migration de dépôts intertidaux à des niveaux topographiques plus élevés.

Considerations finales

- 57 L'apparente simplicité géomorphologique du littoral amazonien est un mirage: en réalité elle dissimule un grand nombre d'oscillations (passées, présentes) et cache un nombre important de variables qui définissent les côtes amazoniennes d'un côté et de l'autre de l'embouchure.
- 58 Accepter cette prémisse c'est aussi comprendre que d'influences multiples, complexes, à différentes échelles d'observation, rendent la compréhension du fonctionnement écologique des rivages beaucoup plus ardue que celle des eaux du large. En effet, "*ces milieux d'interface correspondent à une mosaïque d'écosystèmes qui reçoivent en effet des apports des rivières et des fleuves locaux soumis à l'influence des marées et dont les courants participent au mélange des apports locaux et des eaux océaniques*" (GUIRAL et LE GUEN, 2012). Ainsi, "*dans le cas particulier du littoral guyanais, la présence et le transport de quantités très importantes de sédiments (sous la forme de bancs de vase) imposent une contrainte majeure sur le fonctionnement de ces écosystèmes en limitant les conditions d'éclairement et donc la production des algues planctoniques*». De tels forçages conduisent à une forte variabilité environnementale (spatiale et temporelle) à proximité du littoral, mettant en évidence les caractéristiques majeures de l'évolution saisonnière de leurs paramètres physico-chimiques.
- 59 De nos jours un effort substantiel de réflexion est porté sur la dynamique océanique actuelle grâce aux modèles climatiques produits par le GIEC (COP21, Paris 2015) et l'UICN (« *PainelMar: Painel Brasileiro para o Futuro do Oceano* »): ils mettent en évidence le rôle joué par l'océan sur le fonctionnement du climat, "*absorbant*" les rejets de CO², processus essentiel à l'équilibre climatique mondial perturbé par le réchauffement en cours (MASSON-DELMOTTE, 2015). En effet, la température des eaux océaniques a augmenté de 0,8°C depuis le début du XX^{ème} siècle et continuera à augmenter pour atteindre + 2,7°C en 2100 (BOPP et al., 2015). Ce processus est accentué par l'acidité de l'eau de mer, elle-même en rapport avec l'absorption du gaz carbonique d'origine humaine. L'UICN et son initiative « *Painel Mar* » tentent de répondre à ces questions, en tant que plateforme multisectorielle d'individus et d'organisations à l'interface des connaissances acquises et des prises de décisions, avec l'objectif de contribuer à la qualification de politiques tournées vers le développement soutenable et la santé des océans.
- 60 Dans ce contexte, le comportement géomorphologique des rivages amazoniens, la vulnérabilité et la capacité d'adaptation des mangroves aux changements côtiers deviennent un enjeu fort pour les gestionnaires et les acteurs du développement dans les décennies à venir. En effet, "*ces forêts côtières sont fortement menacées de nos jours par les activités humaines et par les changements globaux : élévation du niveau de la mer, modification de la température de la surface des océans, accroissement de l'érosion des rivages, aggravation des tempêtes océaniques...*" (PROISY et al., 2009). Sans les mangroves, ces effets se répercuteront avec plus d'intensité, d'amplitude et de régularité directement sur les rivages. Concernant le changement climatique global NICOLODI & PETERMAN (2010) ont formulé l'hypothèse

selon laquelle le littoral amazonien présente un faible degré de vulnérabilité à ses effets, exception faite la proximité des capitales régionales (Macapá -AP, Belém-PA et São Luis, MA), cas original qui demande à être vérifié. Certes, les mangroves ont une remarquable résilience aux changements (VANNUCCI, 2002), mais celle-ci a des limites.

- 61 Face à ces constats, pour mieux connaître les environnements littoraux amazoniens et anticiper leurs dynamiques, notre objectif a été privilégier une double approche géomorphologique :
1. D'une part, à l'échelle locale, d'un part et d'autre de l'embouchure de l'Amazone. Cela se justifie car le comportement des rivages fonctionne à l'intérieur d'un "espace/temps" précis, ce qui permet de mieux saisir tant la nature des phénomènes étudiés comme l'état actuel du paysage. En outre, quand un déséquilibre se produit, celui-ci peut être mieux appréhendé (AB'SABER, 2001). L'étude des événements géomorphologiques contemporains (avec un "maintenant" et un "à présent") répond parfaitement à la notion dialectique d'INDIVIDU (TRICART, 1965).
 2. D'autre part, l'approche globale s'impose à la première option à cause de l'intensification du réchauffement climatique actuel de la planète, qui menace son avenir à court et moyen terme. Il devient donc indispensable d'avoir une vision plus holistique pour mieux connaître l'histoire géomorphologique régionale face aux défis et pour cerner la capacité de survivance (résilience) d'un environnement. Dans d'autres mots, la vision amplifiée s'insère forcément dans une évolution générale d'ordre supérieur vu qu'un équilibre morphodynamique est acquis progressivement dans le temps et dans l'espace. Il ne s'agit jamais d'une situation fixe. Il en résulte une évolution qui peut être représentée par une courbe, dont les oscillations mineures ne viennent rien changer à la nature des choses (TRICART, 1965). C'est la notion géomorphologique de TYPE de milieu.
- 62 Si les conditions générales se modifient un déséquilibre se produit, à exemple de l'impact provoqué en Amazonie brésilienne par le déboisement accéléré de la forêt dense (AB'SABER, 2004). En corollaire, les effets du réchauffement climatique s'intensifient jusqu'à menacer l'avenir des hommes et transformer les écosystèmes. Dans le cas du Brésil, les recherches sur les mitigations se multiplient (NOBRE, 2002), mais les questions sont bien plus nombreuses que les réponses, compliquées parfois par le manque de réelle volonté politique de trouver des solutions et par les conflits de pouvoir.
- 63 Au total, l'évolution actuelle et passée des rivages amazoniens est "*un grand livre ouvert*" dont la lecture devient capitale pour mieux comprendre la diversité des paysages et la vulnérabilité des écosystèmes. L'ensemble de ces questions demeure un grand défi pour la communauté scientifique et pour les sociétés humaines de la région. "*Il s'agit bien de coopérer et d'imaginer ensemble, en conscience et dans le respect, le monde dans lequel nous voulons produire et nous accomplir*" (RABHI, 2016).

BIBLIOGRAFIA

AB'SABER A.N. 2000. Fundamentos da geomorfologia costeira do Brasil inter e subtropical. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 1(1):27-43.

- AB'SABER A.N. 2001.** Litoral do Brasil. São Paulo. Metalivros. 288 pp.
- AB'SABER A.N. 2003.** Os domínios de natureza no Brasil, potencialidades paisagísticas. *Atelier Editorial*. São Paulo. 159 pp.
- AB'SABER A.N. 2004.** Amazônia, do discurso à praxis (nouvelle édition). *Ed. originale 1996. EDUSP*. São Paulo. 319 pp.
- ALLISON M.A., NITTROUER C.A., FARIA L.E.C.Jr. 1995.** Rates and mechanisms of shoreface progradation and retreat downdrift of the Amazon river mouth. *Mar. Geol.* 125: 373-39. DOI: 10.1016/0025-3227(95)00020-Y.
- 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*, 163:241-256.
- ALLISON M.A., LEE M.T. 2004.** Sediment exchange between Amazon mudbanks and shore-fringing mangroves in French Guiana. *Mar Geol* 208: 169-190 DOI:10.1016/j.margeo.2004.04.026.
- ALLISON M.A., NITTROUER C.A., FARIA L.E.C Jr. 1995.** Rates and mechanisms of shore face progradation and retreat downdrift of the Amazon river mouth. *Mar Geol* 125:373-392. doi: 10.1016/0025-3227(95)00020-Y.
- AMARAL D.D., PROST M.T., BASTOS M.N.C., COSTA-NETO S.V., SANTOS J.U.M. 2008.** Restingas do litoral amazônico, estados do Pará e Amapá, Brasil. *Boletim MPEG, série Ciências Naturais* (3) : 35-67.
- ANDRIEUX P. 1992.** Influence de la variabilité spatiale des caractéristiques physiques des sols sur la dynamique hydrique d'une barre pré-littorale (plaine côtière ancienne de la Guyane française). In *Evolution des littoraux de la Guyane et de la Zone Caraïbe Méridionale pendant le Quaternaire*. PICG 274/ORSTOM. Coll. Colloques et Séminaires. IRD. Paris : 07-15.
- ANTHONY E.J., DOLIQUE F., GARDEL A., GRATIOT N., PROISY C., POLIDORI L. 2008.** Nearshore intertidal topography and topographic-forcing mechanisms of an Amazon-derived mudbank in French Guiana. *Cont. Shelf Research* 289 (6): 813-822.
- AUGUSTINUS P.G.E.F. 1978.** The changing shoreline of Suriname. *PhD Thesis. Univ. Utrecht, The Netherlands*.
- AUGUSTINUS P.G.E.F, 1989a.** The muddy, Amazon-dominated Amapá-Guianas coast, *South America: a three-point research agenda*. *Journal of South American Earth Sciences*, 44 :18-24. DOI: 10.1016/j.jsames.2012.06.005.
- AUGUSTINUS P.G.E.F., HAZELHOFF L., KROON A. 1989b.** The chenier coast of Suriname: modern geological development. In *Augustinus P.G.E.F. (Ed.) Chenier and Cheniers Plains*. *Marine Geology* (90) : 219-229.
- BASTOS M.N.C. 1996.** Caracterização das formações vegetais da restinga da Princesa, ilha de Algodão, Pará. *Tèse PhD em Biologia. Univ. Fed. Pará*.
- BEARDSLEY R.C., CANDELA I., LIMEBURNER R., GEYER W.R., LENTZ S.J., CASTRO B.M., CAOCCHIONE D., CARNEIRO N. 1995.** The M12 tide on the Amazon shelf. *Journal of Physical Research* 99 (C1) : 865-874.
- BEZERRA I.S., NOGUEIRA A.C.R., GUIMARÃES J.T.F., TRUCKENBRODT W. 2015.** Late Pleistocene sea-level changes recorded in tidal and fluvial deposits from Itaubal Formation, onshore portion of the Foz do Amazonas Basin, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, v. 45, p. 63.
- BOAVENTURA F.M.C., NARITA C. 1974.** Geomorfologia da Folha NA/NB-22-Macapá. In: Projeto RADAM - Levantamento de Recursos Naturais, 6, Rio de Janeiro, DNPM, p. 154-189.

- BOPP L., MAGNAM A., GATTUSO J.P. 2015.** Océans et climat : un duo inséparable. In *Climat, relever le défi du réchauffement*. Rev. « Dossiers pour la Science », 89 : 34-40. Paris.
- BOULET R., CHAUVEL A., HUMBEL F.X., LUCAS Y. 1982.** Analyse structurale et cartographie en pédologie (3 articles). *Cahiers ORSTOM, série Pédologie*, vol XIX (4) : 309-339.
- BRINKMANN R., PONS L.J. 1968.** A pedo-geomorphological classification and map of the Holocene sediments in the coast plain of the three Guianas. *Soil Survey Papers (4). The Netherlands Soil Survey Institute. Wageningen. The Netherlands. 40 pp.*
- BRUNIER G., FLEURY J., ANTHONY E.J., GARDEL A., DUSSOUILLEZ P. 2015.** Rapid shoreline erosion induced by human impacts in a tropical muddy coast context, an example from western French Guiana. *European Geosciences Union General Assembly 2015*.
- CARNEIRO FILHO A. 1992.** Roraima savannas : climax situation or botanic relic. In *Evolution des littoraux de Guyane et de la Zone Caraïbe Méridionale pendant le Quaternaire*. PICG 274/ORSTOM. Coll. *Colloques et Séminaires, IRD* : 31-48.
- CAUTRU J.P. 1992.** L'altération du socle ancien de la région de Cayenne (Guyane française) source d'approvisionnement de la sédimentation quaternaire. In *Evolution des littoraux de Guyane et de la Zone Caraïbe Méridionale*. PICG 274/ORSTOM. Coll. *Colloques et Séminaires. IRD. Paris* : 49-59.
- CAILLEUX A. 1957.** Etude sur l'érosion et la sédimentation en Guyane. *IV Conf. Géol. des Guyanes. Cayenne. Mémo. Carte Géolog. Guyane française. Paris 1959* : 49-73
- CAILLEUX A., TRICART J. 1957.** Zones phytogéographiques et morphoclimatiques du Quaternaire au Brésil. *C.R. Biogéogr. 7-13* :88-93. Paris.
- CHARRON C., LOINTIER M., PROST M.T.R.C., RUDANT J.P. 1992.** Etude multitemporelle du littoral et des estuaires guyanais utilisant l'imagerie SPOT et LANDSAT. In : **PROST M.T.R.C.** ; *Evolution des littoraux de la Guyane et de la Zone Caraïbe Méridionale pendant le Quaternaire*. Paris. ORSTOM. *Collection Colloques et Séminaires, 1992*, 133-149
- CHOUBERT B. 1961.** Carte géologique détaillée de la France. Département de la Guyane 1 :100.000. Feuille de Mana-Saint Laurent du Maroni et notice explicative. IFAT. Paris
- CHURCH J.A., WHITE N.J., COLEMAN R., LAMBECK K., MITROVICA J.X. 2004.** Estimates the regional distribution of sea-level over 1950-2000 period. *Journal of Climate*, 17 :2609-2625.
- COHEN M.C., LARA R.J., SZLAFSTEIN C., DITTMAR T. 2001.** Analysis of mangrove inundation par GIS techniques. In **BARROS H. (Ed.)** *Sustainability of estuaries and mangrove challenges and prospects*. Recife. Univ. Fed. pernambuco/ ISME :1 - 10
- COHEN M.C., LARA R.J., SMITH C.B., ANGELICA R.S., DIAS B.S., PEQUENO T. 2008.** Wetland dynamics of Marajo Island, northern Brazil, during the last 1 000 years. In *Catena*, Vol 76, Issue 1, pp. 70-77.
- COSTA NETO, S.V., SILVA, S.R.M. 2007.** Análise fitossociológica dos manguezais do Parque Nacional do Cabo Orange, Amapá, Brasil. In: *58^e Congresso Nacional de Botânica, 2007, São Paulo. 58^e Congresso Nacional de Botânica. São Paulo: SBB/IB, 2007. v. 1.*
- CORMIER SALEM M.C. 1994.** Dynamique et usages de la mangrove dans les pays des Rivières du Sud (du Sénégal à la Sierra Leone).Ed. ORSTOM, 353 pp. France.
- DISCROLL N.W., KARNER G.D. 1994.** Flexural deformation due to Amazon Fan loading: A feedback mechanism affecting sediment delivery to margins. *Geology*, 22(11): 1015-1018.

- DOLIQUE F., LEFEBVRE J.P., GRATIOT N. 2002.** Evolution morphodynamique de la flèche vaseuse estuarienne de Kaw, Guyane française. *Geomorphology : from expert opinion to modeling. Tribute to Professeur Flageollet, CERG, ed. 2002* :316-316
- DOLIQUE F. 2004.** Le risque littoral en Guyane. In *Espaces tropicaux et risques, du local au global*. G. David (organisateur). Coll. CEDETE. Presses Univ. Orléans /IRD. Orléans.
- DUPUY C., NGUYEN THANH, H., MIZRAHI D., JOURDE J., BRÉRET M., AGOGUÉ H., BEAUGEARD L., BOCHER P. 2015.** Structure and functional characteristics of the meiofauna community in highly unstable intertidal mudbanks in Suriname and French Guiana (North Atlantic coast of South America). *Continental Shelf Research* 110, 39-47.
- EISMA D., AUGUSTINUS P.G.E.F., ALEXANDER C. 1990.** Récent and subrecent changes in Amazon mud dispersion. In *Evolution des littoraux de la Guyane et de la zone Caraïbe Méridionale pendant le Quaternaire. Symp. PICG 274/ORSTOM. Anais* :57-58. Cayenne. Guyane
- ESKINAZI-LEÇA E., KOENING M.L., SILVA-CUNHA M.G.G. 2004.** Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica. :353-373. In: E. Eskinazi-Leça ; S. Newmann-Leitão & M.F. Costa (org.). *Oceanografia um cenário tropical. Recife, Edições Bagaço.*
- FIOT J. & GRATIOT N. 2006.** Structural effects of tidal exposure on mudflats along the French Guiana coast. *Marine Geology*, 228, 25–37.
- FLEURY J., BRUNIER G., MICHAUD E., ANTHONY E., MORVAN S., DUSSOUILLEZ P., GARDEL A. 2016.** High-resolution topography using SfM-photogrammetry from UAV for coastal mudflat geomorphic surveys. EGU General Assembly 2016, April 17-22, Vienna, Austria.
- FROMARD F., PUIG H., MOUGIN E., MARTY G., BETOULLE J.L., CADAMURO L. 1998.** Structure, above-ground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana. *Marine Geology* 84 : 19-30
- FROMARD F., VEGA C., PROISY C. 2004.** Half a century of dynamic coastal changing coastline in French Guiana. *Marine Geology*, 84 : 265-280
- FROIDEFOND J.M., PUJOS M., ANDRE X., 1988.** Migration of mudbanks and changing coastline in French Guiana. *Marine Geology (84)* :19-30
- FROIDEFOND J. M., LAHET F., HU, C., DOXARAN D., GUIRAL D., PROST M.T., TERNON J.F. 2004.** Mudflats and mud suspension observed from satellite data in French Guiana. *Marine Geology*, 208 :153-168. Elsevier Publ.
- FROUIN P. 1997.** *Revue des connaissances sur la zone côtière de Guyane française. Programme National d'Etudes Côtières. IFREMER, 87 pages.*
- GALLIER P. 2016.** Evolution des écosystèmes côtiers de l'ouest guyanais: description et compréhension de la dynamique des milieu naturels de la Savane Sarcelle. *Mémoire de stage de Master 2, SML. Expertise et gestion de l'Environnement Littoral. Université de Bretagne Occidentale. Année Universitaire 2015-2016.*
- 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*, 21, 720–728.
- GARDEL A. & GRATIOT N. 2006.** Monitoring of coastal dynamics in French Guiana from 16 years of SPOT images. *Journal of Coastal Research, Special Issue*, 39, 1502–1505.
- GARDEL A., GENSAC E., ANTHONY E.J., LESOURD S. & LOISEL H. 2011.** Wave-formed mud bars: their morphodynamics and role in opportunistic mangrove colonization. *Journal of Coastal Research, Special Issue*, 64, 384–387.

- GARDEL A., PROISY C., LESOURD S., PHILIPPE S., CAILLAUD J., GONTHARET S., ANTHONY E.J. & BRUTIER L. 2009.** A better understanding of mud cracking processes gained from in situ measurements on an intertidal mudflat in French Guiana. *Journal of Coastal Research, Special Issue*, 56, 424-428.
- GENSAC E., GARDEL A., LESOURD S., ANTHONY E.J., PROISY C. & LOISEL H. 2011.** Short-term prediction of the evolution of mangrove surface areas: The example of the mud banks of Kourou and Sinnamary, French Guiana. *Journal of Coastal Research, Special Issue*, 64, 388-392.
- GENSAC E., GARDEL A., LESOURD S., BRUTIER L., 2015.** Morphodynamic evolution of an intertidal mudflat under the influence of Amazon supply - Kourou mud bank, French Guiana, South America. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 158, 53-62.
- GENSAC, E., MARTINEZ J.M., VANTREPOTTE V., ANTHONY E.J., 2016.** Seasonal and inter-annual dynamics of suspended sediment at the mouth of the Amazon River: The role of continental and oceanic forcing, and implications for coastal geomorphology and mud bank formation. *Continental Shelf Research*, 118, 49-62.
- GRATIOT N., ANTHONY E.J., 2016.** The role of flocculation and settling processes in geological development of the mangrove-colonized, Amazon-influenced mud-bank coast of South America. *Marine Geology*, 373, 1-10.91.
- 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 . *Nature Geoscience* 1 : 169-172
- 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*, 236, 15-26.
- GRIMALDI M. & BOULET R. 1990.** Relation entre l'espace poral et le fonctionnement hydrodynamique d'une couverture pédologique sur socle en Guyane française. *Cah. ORSTOM sér. Pédol.* XXV(3): 263-275.
- GUIRAL D., LE GUEN R. 2012.** *Guyane Océane. Ed. Roger Le Guen ; IRD Ed. 472 pp.*
- HAMMEN Th. van der. 1961.** The Quaternary climatic changes of Northern South America. *Annals of the N-Y Academy of Sciences*, vol. 95, pp 676-683.
- JARDIM K. A. 2015.** Evolução holocênica do cinturão lacustre meridional, planície costeira do Amapá, costa amazônica, Brasil. Dissertação (Mestrado). ICHI, FURG, Rio Grande, 71 p.
- JARDIM K. A., SANTOS V. F., SILVEIRA O. F. M. 2015.** Uso de imagens SAR do sensor PALSAR/ALOS para mapeamento morfológico da região do Cabo Norte, Planície Costeira do Amapá - Brasil. *Contribuições à Geologia da Amazônia*. v. 9.
- JUNK W.J., PIEDADE M.T.F., LOURIVAL R., WITTMANN F., KANDUS P., LACERDA L.D., BOZELLI R.L., ESTEVES NUNES DA CUNHA C., MALTCHIK L., SCHÖGART J., SCHAEFFER-NOVELLI Y., AGOSTINHO A.A. 2013.** Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 24(1): 5-22.
- KROOK L. 1970.** Climate and sedimentation in the Guianas during the last glacial and the Holocene. *Proc. 8th Guiana Geol. Conference. Georgetown. Dep. of Geology and Mines. 15 pp. Rep. Guiana*
- LAFOND L.R. 1967.** Etudes littorales et estuariennes en zone intertropicale humide. *Thèse d'Etat. Univ. de Paris, Orsay*, 3 vol. 836 pp.

- LOINTIER M. 1986.** Hydrodynamique et morphologie de l'estuaire du fleuve Sinnamary (Guyane française). *Le littoral guyanais : fragilité de l'environnement. Nature Guyanaise ; SEPANRIT/SEPANGUY. Cayenne, Guyane. : 37-44*
- LOINTIER M., PROST M.T.R.C. 1988.** L'environnement côtier des Guyanes. *Convention Centre ORSTOM et Conseil Régional de la Guyane. 46 pp. Cayenne.*
- MARTINEZ J.M. et al. 2009.** Increase in suspended sediment discharge of the Amazon River assessed by monitoring network and satellite data. *CATENA, 79 (3) : 257-264.*
- MASSON-DELMOTTE V. 2015.** Notre avenir commun face au climat. In *Climat, relever le défi du réchauffement. 89, 6-9. Rev. pour la Science. Paris.*
- MENDES A.C. 1994.** Estudo sedimentológico e estratigráfico de sedimentos holocênicos da costa do Amapá, setor entre a Ilha de Maracá e o Cabo Orange. *Dissertação de Mestrado em Geologia, Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Belém. 247 p.*
- MOCHEL F. R. 2011.** Manguezais amazônicos: status para a conservação e a sustentabilidade na zona costeira maranhense. In: MarluCIA Bonifácio Martins; Tadeu Gomes de Oliveira. (Org.). *Amazônia Maranhense. Diversidade e Conservação. 1ed. Belém: Editora do Museu Paraense Emílio Goeldi, 2011, v. 1, p. 93-118.v*
- NEDECO. 1968.** Suriname transportation study. *Report on Hydraulic Investigation, 293 pp. La Haye. The Netherlands.*
- NICHOLLS R., CAZENAVE A. 2010.** Sea-Level Rise and its Impact on Coastal Zones. In *ScienceMag.org, vol. 328, pp. 1517-1520.*
- NICOLODI J.L., PETERMANN R.M. 2010.** Mudanças climáticas e a vulnerabilidade da zona costeira do Brasil: aspectos ambientais, sociais e tecnológicos. *Revista da Gestão Costeira Integrada 10(2):151-171*
- NITTROUER C.A., KUEHL S.A., FIGUEIREDO A.G., ALLISON M.A., SOMMERFIELD C.K., RINE J.M., FARIA L.E.C., SILVEIRA O.M. 1991.** The geological record preserved by Amazon shelf sedimentation. *Continental Shelf Research, 16(5/6), 817-841.*
- NITTROUER C.A., DeMASTER D.J. 1996.** The Amazon shelf setting: tropical, energetic, and influenced by a large river. *Continental Shelf Research. 16 (5/6): 553-573,*
- NOBRE C. 2002.** Amazônia e o Carbono Atmosférico. *Scientific American Brasil. São Paulo, (1) n°6 : 36-39*
- ORSEAU S., LESOURD S., HUYBRECHTS N. AND GARDEL A. 2017.** Hydro-sedimentary processes of a shallow tropical estuary under Amazon influence. The Mahury Estuary, French Guiana. *Estuarine Coastal and Shelf Science, 189, 252-266.*
- PERON C., CHATELET A., GENSAC E., GARDEL, A. 2013.** Mudbank migration from remote sensing and bathymetric data: The example of the Kourou River Estuary, French Guiana (South America). *Journal of Coastal Research, SI 65, 558-563.*
- PIATAM (Projeto). 2005.** Anais do primeiro Congresso Internacional: Ambiente, Homem, Gás e Petróleo. *Manaus ; Amazonas, FINEP/PETROBRAS. 325 pp.*
- POLIDORI L. 2012.** L'apport des satellites pour le suivi de la dynamique des espaces littoraux. In *Guyane Océane. pp 138-141. Guiral et Le Guen (org). Ed. Roger Le Guen/IRD*
- PROISY C., GRATIOT N., ANTHONY E.J., GARDEL A., FROMARD F., HEURET P. 2009.** Mudbank colonization by opportunistic mangrove: a case study from French Guiana using LIDAR data. *Continental Shelf Research, 29 (3) : 632-641.*

PROISY C., GRATIOT N., ANTHONY E.J., GARDEL A., FROMARD F., HEURET P. 2009. Mudbank colonization by opportunistic mangrove: a case study from french guiana using lidar data. *continental shelf research*, 29 (3) : 632-641.

PROISY C., DEGENNE P., ANTHONY E.J., BERGER U., BLANCHARD E., FROMARD F., GARDEL A., OLAGOKE A., SANTOS V.F., WALCKER R., & LO SEEN D. 2016. A multiscale simulation approach for linking mangrove dynamics to coastal processes using remote sensing observations. *Journal of Coastal Research, Special Issue, No. 75*, pp. 810-814.

PROST M.T.R.C. 1988a. Shoreline changes in French Guiana. *Selected papers of the international symposium on sea-level changes and Quaternary shorelines, São Paulo, Brazil . Quaternary of South America and Antartic Peninsula (4): 191-218.* J. Rabassa Ed. AA BAKKEMA Publ. Rotterdam. The Netherlands.

PROST M.T.R.C. 1988b. Beaches and cheniers in French Guiana. *Selected papers of the final meeting of the International Geological Correlation Program (IGCP), Project 201: Quaternary of South America. Ushuaia, 2-6 Décembre 1987.*In *Quaternary of South America and Antartic Peninsula (6): 189-220.* J. Rabassa Ed. AA BAKKEMA Publ. Rotterdam. The Netherlands.

PROST M.T.R.C., LOINTIER M., PANNETIER G. 1989. L'envasement des côtes des Guyanes. In *Nature Guyanaise (1) :23-32.* SEPANGUY Ed. Cayenne.

PROST M.T.R.C. 1990. Les côtes des Guyanes. *Rapport interne IRD Cayenne. Environnement Côtier: Géomorphologie/Sédimentologie :1-213.*

PROST M.T.R.C., RABELO B. 1996. Variabilidade fito-espacial de manguezais litorâneos e dinâmica costeira: exemplos da Guiana francesa, Amapá e Pará. *Bul. MPEG. Ciências da Terra :101-121*

PROST M.T.R.C., MENDES A.C. 2001. Manguezais e estuários da costa paraense: exemplo de estudo multidisciplinar integrado (Marapanim e São Caetano de Odivelas). In: *PROST M.T. et MENDES A.C.(Eds.): Ecossistemas costeiros: Impactos e gestão ambiental. Museu Paraense Emilio Goeldi. 2001 : 71-87*

PUJOS M., ODIN G.S. 1986a. La sédimentation au Quaternaire Terminal sur la plateforme continentale de la Guyane française. *Oceanologica Acta, (9), 4, :363-382*

PUJOS M., ODIN G.S. 1986b. Similitudes et différences morpho-sédimentaires sur les plateaux continentaux et insulaires en milieu tropical (Guyane française, Colombie, Martinique). *Le littoral guyanais, fragilité de l'environnement. Nature Guyanaise, SEPANRIT/SEPANGUY. Cayenne. Guyane: 7-18.*

PUJOS M., BOUYASSE Ph, PONS J.C. 1988. Heavy minerals and Late Quaternary paleoenvironments of the French Guiana continental shelf. *Abstracts of the Chapman conference on the fate of particulates and dissolved components within the Amazon Dispersal System: River and Ocean.* AGU. Charleston. Wild Dunes USA.

RABHI P. 2016. La convergence des consciences. *Ed. Le Passeur. Paris.232 pp.*

REINECK H.E., SINGH J.B. 1980. Depositional Sedimentary Environments. *Spring-Verlag. 552 pp.* New York

RINE J.M., GINSBURG R.N. 1985. Depositional facies of a mud shoreface in Suriname, South America: a mud analogue to sandy shallow marine deposits. *Journal of Sedimentary Petrology, 55, 5: 633-652*

ROMARIZ D. A. 1996. Aspectos da vegetação do Brasil. São Paulo, 2nda Edição, Edição dda Autora, 60p.

- ROSSETTI D.F. 2008.** Ambientes costeiros. In Florenzano T.G., 2008 *Geomorfologia conceitos e tecnologias atuais. Oficina de Textos: 247-283. São Paulo. Brasil.*
- ROSSETTI D. F., VALERIANO M. M. 2007.** Evolution of the lowest Amazon basin modeled from the integration of geological and SRTM topographic data. *Catena*, 70: 253-265.
- RUELLAN A. et DOSSO M. 1993.** Regards sur le sol. *Collection « Universités francophones », Éditions Foucher-AUPELF, Paris, 192 p.*
- SANTANA L. O. 2011.** Uso de Sensoriamento Remoto para Identificação e Mapeamento do Paleodelta do Macarry, Amapá. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 95p.
- SANTOS V.F. 2006.** Ambientes costeiros amazônicos : avaliação de modificações por sensoriamento remoto. *Tese de doutorado, Universidade Federal Fluminense, Niteroi, Rio de Janeiro, 306p.*
- SANTOS V.F., SHORT A.D., MENDES A.C. 2016a.** Beaches of the Amazon Coast: Amapá and West Pará. In: Short A., Klein A. (eds) *Brazilian Beach Systems. Coastal Research Library, vol 17. Springer, Cham*
- SANTOS V.F., MENDES A.C., SILVEIRA O.F.M., PROST C., JIMENEZ E.A., TAKIYAMA L.R., FIGUEIRA Z. R. (orgs). 2016b.** Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia da Foz do Amazonas. IEPA/MMA. Macapá. 104p.
- SANTOS V. F et al. 2016c.** The Araguari amazonian macrotidal estuary is closing: processes and consequences. In: Vila-Concejo, A.; Bruce, E.; Kennedy, D.M., and McCarroll, R.J. (eds.), *Proceedings, 14th International Coastal Symposium. Journal of Coastal Research, Special Issue No. 75, pp. 482-483.*
- SANTOS V.F., COSTA-NETO S.V., TAKIYANA L. R., FACUNDES F., SANTANA L. O. 2015.** Influence og geomorphology pattern on mangrove establishment. A case study from the North Cape at the Amazon river mouth, Amapá, Brazil. *Book of Abstracts Workshop LIGA 2015. November, 24.28. Cayenne. French Guiana. 54-55p.*
- SANTOS V.F. 1996.** Estratigrafia holocênica morfodinâmica atual da Planície Costeira da Ilha de Algodal e Marudá. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 139p.
- SEPANGUY (Association). 1993.** Nature Guyanaise : Congrès Régional de l'Environnement, Cayenne 1993 (GUF).
- SILVA C.A. 2009.** Morfologia e análise da sucessão deposicional do vale inciso Quaternário de Marapanim, Norte do Brasil. Tese (Doutorado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará 157 pp.
- SILVEIRA O.F.M. 1998.** A Planície Costeira do Amapá: dinâmica de ambiente Influenciado por grandes fontes fluvais quaternárias. *Tese Doutorado Ph., Universidade Federal do Pará/Centro de Geociências, Belém. 215p.*
- SOUZA E.J. 2010.** Geologia da região costeira do Amapá com ênfase na estratigrafia, morfotectônica e geomorfologia. Belém, (*Monografia de Conclusão de Curso*) – Universidade Federal do Pará, 119 p.
- SOUZA-FILHO P.W.M., PARADELLA W.R. 2003.** Use of synthetic aperture radar for recognition of coastal geomorphological features, land-use assessment and shoreline changes in Bragança coast, Pará, Northern Brazil. *An Acad Bras Ciênc 75(3): 341-356 . DOI: 10.1590/S0001-37652003000300007.*

SOUZA-FILHO P.W.M., PARADELLA W.R. 2005. Use of Radarsat -1Fine and Landsat-5 TM selective principal component analysis for geomorphological mapping in a macrotidal mangrove coast, Amazon region. *Canadian Journal of Remote Sensing* 31 :214-224

SOUZA FILHO P.W.M., PROST M.T.R.C., MIRANDA F.P.M., SALES M.E.C., BORGES H.V., COSTA F.R., da,ALMEIDA E.F., NASCIMENTO Jr. 2009. Using environmental Index (ESI) for mapping oil spill in the Amazon Coastal Zone. *Rev. Bras. Geofísica. Suppl 1* : 7-22

TISSOT C., DJUWANSHA M.R., MARIUS C. 1987. *Evolution de la mangrove en Guyane au cours de l'Holocène - étude palynologique. Actes Xème Symposium APLF, Bordeaux, 28 sept. - 02 octobre 1987.*

TRICART J., 1965. *Précis et Méthodes de Géomorphologie. Masson et Cie. Ed., 496 pp. Paris.*

TURENNE J.F. 1977. Modes d'humidification et différenciation podzolique dans deux toposéquences guyanaïses. *Mémoires ORSTOM 84. Ed. ORSTOM, Paris. 167 pp.*

TURENNE J.F. 1978. Sédimentologie des plaines côtières: Guyane française. *Atlas de la Guyane, pl. 6. CNRS/ORSTOM. Paris.*

VANUCCI M. 2002. Os manguezais e nos – uma síntese de percepções. *2a. ed ; Ed.USP, São Paulo.*

VANTREPOTTE V., GENSAC E., LOISEL H., GARDEL A., DESSAILLY D. AND MÉRIAUX X. 2013. Satellite assessment of the coupling between in water suspended particulate matter and mud banks dynamics over the French Guiana coastal domain. *Journal of South American Earth Sciences, 44, 25-34.*

VEILLON L. 1990. Sols ferrallitiques et podzols en Guyane septentrionale. Relations entre systèmes de transformations pédologiques et évolution historique d'un milieu tropical humide et forestier. Thèse, Univ Paris VI, 194 pp.

WALCKER R., ANTHONY E.J., CASSOU C., ALLER R.C., GARDEL A., PROISY C., MARTINEZ J.M. & FROMARD F. 2015. Fluctuations in the extent of mangroves driven by multi-decadal changes in north atlantic waves. *Journal of Biogeography, 42, 2209-2219.*

WONG T. 1986. Outline of the stratigraphy and the geological history of the Suriname coastal plain. *Geol. en Mij. (65) :221-241. Martinus Nij. Publ. Dordrecht. The Netherlands.*

WONG T. 1992. Quaternary stratigraphy of Suriname. In : *Evolution des littoraux de la Guyane et de la zone Caraïbe Méridionale pendant le Quaternaire.Coll. Colloques et Séminaires. Ed. ORSTOM : 559-578. Paris.*

ANEXOS

SIGLES

Brésil

ANA – Agencia Nacional das Águas

AM – Estado do Amazonas

AMASSEDS – Amazon Shelf Sedimentary Studies (projeto de cooperação Brasil/USA na margem equatorial amazônica).

AP – Estado do Amapá

CNPq – Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento

CARTAS SAO - Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo

CENPES - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Americo Miguez de Melo

CENSIPAM - Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia

CIRM- Comissão Interministerial de Recursos do Mar

COPPE - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia

COPPETEC - Fundação de Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos

CRV - Centro Regional de Vigilância de Belém

CT-PETRO - Fundo Setorial de Petróleo e Gás Natural

ECOLAB - Rede para o Estudo dos Litorais Amazônicos

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FADESP - Fundação de Amparo ao Desenvolvimento da Pesquisa

FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos

FUCAPI - Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica

GERCO - Programa de Gerenciamento Costeiro

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente

IEC- Instituto Evandro Chagas

IEPA - Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá

IMAZON - Institut de l'Homme et de l'Environnement Amazonien (ONG)

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e de Reforma Agrária

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MMA - Ministério do Meio Ambiente

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

NAEA - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos

OSE GUYAMAPA - Observação por satélite do Meio Ambiente Natural Guiana/Amapá
(Projeto)

PA - Estado do Pará

PAINELMAR - Painel Brasileiro para o Futuro do Oceano

PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S.A.

PIATAM - Potenciais Impactos Ambientais do Transporte de Petróleo e Derivados

PIATAM Mar - Projeto da "Gestão da Costa Amazonica" financiado pela Petrobras

PROAMB - Programa Tecnológico do Meio Ambiente da Petrobras

PPG7 - Programa Piloto para a conservação das florestas tropicais no Brasil

PRODES - Programa de Monitoramento da Amazônia

RADAM - Operação Radar aerotransportado para a Amazônia

REMAC-CENPES – projeto Petrobras (Rio de Janeiro, 1977)
REVIZEE - Programa de Avaliação do Potencial Sustentavel de Recursos Vivos
SECTAM - Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Pará
UEMA - Universidade Estadual do Maranhão
UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia
UFBA – Universidade Federal da Bahia
UFB - Universidade Federal de Brasília
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFPA - Universidade Federal do Pará
UFF -Universidade Federal Fluminense
UFAM - Universidade Federal da Amazônia
UICN – União Internacional para a Conservação da Natureza
UNIR – Universidade Federal de Rondonia
USP – Universidade de São Paulo
ZEE - Zona Econômica Exclusiva

Guyanes

AMAP - Unité Mixte de Recherche (UMR) Botanique et Bioformatique de l'Architecture des Plantes.
APG - Parc Amazonien de la Guyane
BIODAM - Biodiversité et Gestion Durable des Ressources Naturelles en Amazonie (*Projet*)
BRGM - Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CEMAGREF - Centre Nat. de Machinisme Agricole du Génie Rural, des Eaux et des Forêts
CCIG - Chambre de Commerce et d'Industrie de la Guyane
CEDETE - Centre d'Etude sur le Développement des Territoires et l'Environnement
CLS - Collecte Localisation Satellite
CNFG – Comité National Français de Géographie
CNES/CSG - Centre National d'Etudes Spatiales/Centre Spatial Guyanais
CNRS - Centre National de Recherche Scientifique
CRESTIG - Réseau Guyanais de Culture Scientifique, Technique et Industrielle
CTG – Collectivité Territoriale de la Guyane (*ex Conseil Régional et Conseil Général de la Guyane*)
DAF - Direction de l'Agriculture et de la Forêt
DEAL - Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DDE- Direction Départementale de l'Equipement
DRAC- Direction Régionale des Affaires Culturelles

DIC – Délégation à l'Information et à la communication.

DIREN – Direction Régionale de l'Environnement

DRRT- Délégation Régionale à la Recherche et à la Technologie

DRRT- Délégation Régionale à la Recherche et à la Technologie

ECOFOG/UMR – Unité Mixte de Recherche Ecologie des Forêts de Guyane.

ECOLAB - Réseau Scientifique pour l'Etude du Littoral Amazonien

ENGREF – Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts

GEPOG - Groupe d'Etude et de Protection des Oiseaux de Guyane

GIS- Groupement d'Intérêt Scientifique

GRAINE Guyane - Association pour l'éducation à l'environnement et le développement durable

HYDRECO - Laboratoire Environnement Aménagement de Petit Saut ; Hydrologie-Ecologie

IFREMER - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

INSEE - Institut National de Statistiques et d'Etudes Economiques

IRD - Institut de Recherche pour le Développement. Centre IRD Guyane.

INRA - Institut National de la Recherche Agronomique

INRAP - Institut National de Recherches Archéologiques Préventives.

INSTITUT PASTEUR de la Guyane

IRISTA/GIS – Groupement d'Intérêt Scientifique de la Guyane, pour la Recherche Interdisciplinaire sur les systèmes et territoires (IRD, BRGM, IFREMER, CNRS, INRA, Inst. Pasteur, CIRAD, ONF, UG...)

IRSTEA – Inst. Nat. en Science et Technologie pour l'Environnement et l'Agriculture

IUFM - Institut de Formation des Maîtres

MARLITROP - Programme “Marais Littoraux Tropicaux” (dirigé par D. Guiral, 2001)

MNHN - Muséum National d'Histoire Naturelle

NASA – Agence Spatiale Americaine

OEG - Office de l'Eau en Guyane

ONF - Office National des Forêts

OYANA – Programme OYAPOK- Nature

PAG – Parc Amazonien de la Guyane (établissement public). Sud de la Guyane. 3,4 millions d'hectares.

PAO – Programme Opérationnel Amazonie.

PNEC – Programme National “Environnement Côtier” (du PNOC)

PNOC - Programme National d'Océanographie Côtière

PNRG - Parc Naturel Régional de la Guyane (syndicat mixte)

PNZH – Programme National de Recherche sur les Zones Humides

PROCLAM - Programme de Cartographie du Littoral Amazonien (*Projet*)

SEAS - Dispositif de Surveillance de l'Environnement Amazonien assistée par Satellites (réception satellitaire directe)

SILVOLAB - Groupement d'intérêt Scientifique pour la Recherche Forestière en Guyane

UA - Université des Antilles

UAG – Ex Université des Antilles et de la Guyane

UG – Université de la Guyane

KWATA- Association pour la conservation de la faune et ses habitats. Guyane

WWF – Fonds mondiaux pour la Nature

RESUMOS

A desembocadura do rio Amazonas, considerado como um dos maiores rios do mundo em extensão e em volume de água, é uma macro-fronteira geomorfológica singular separando dois grandes e significativos compartimentos costeiros : o das Guianas (entre o Amapá e a Venezuela) e o norte do Brasil (Pará/Maranhão). O estuário do grande rio é também um importante domínio geológico entre a plataforma do Amapá, a bacia de Marajó e a plataforma Pará/Maranhão. A síntese aqui apresentada refere-se a numerosos trabalhos multidisciplinares passados e atuais, assim como aos avanços das ferramentas satelitais de monitoramento ambiental. O objetivo principal é analisar o papel da desembocadura como limiar de passagem e de encontro aos níveis regionais e locais. A abordagem metodológica e geomorfológica é fundada sobre a taxonomia dos fatos e sobre a noção dialéctica entre tipo e indivíduos. As considerações finais passam em revista alguns indicadores ambientais em conjunção com tendências evolutivas do litoral amazônico.

L'embouchure du fleuve Amazone, considéré comme le plus grand fleuve au monde en étendue et en volume d'eau, est une macro frontière géomorphologique entre deux grands ensembles côtiers amazoniens, celui des Guyanes (entre l'Amapá et le Venezuela) et celui du nord du Brésil (Pará/Maranhão). L'embouchure du grand fleuve est aussi un domaine géologique remarquable entre la plateforme de l'Amapá, le bassin de Marajó et la plateforme Pará-Maranhão. L'essai ici présenté fait référence à de très nombreux travaux multidisciplinares passés et actuels et aux avancées des outils satellitaires de suivi environnemental. Son objectif principal est d'analyser le rôle de l'embouchure en tant que seuil de passage et de rencontre aux niveaux régional et local. L'approche méthodologique et géomorphologique est fondée sur la taxonomie des faits et sur la notion dialectique de type et d'individu. Les considérations finales traitent des indicateurs environnementaux et examinent quelques tendances évolutives du littoral amazonien.

The Mouth of the Amazon River, considered to be the largest river on Earth, is a geomorphological macro-frontier between two coastal blocks : the Guiana Shield coastal plain (from Amapa to Venezuela) and the North Brazil block (Pará/Maranhão). It also constitutes a vast geological domain that links the Amapa Platform, the Marajo Basin and the Pará/Maranhão Platform. This Paper brings a synthetic view on this coastal compartment. It refers to a large number of multidisciplinary scientific results, and to remote sensing breakthroughs in environmental monitoring. The main purpose of the Paper is to enlight the role of the Mouth as a threshold in regional and local dynamics and processes. The geomorphological analysis relies on

a taxonomy of facts and on dialectics between types and individuals. Final considerations are focused on environmental indicators and on current trends in coastal evolution in the Amazon.

ÍNDICE

Mots-clés: géomorphologie, littoral amazonien, quaternaire, tendances, télédétection

Palavras-chave: geomorfologia, litoral amazônico, Quaternário, tendências, sensoriamento remoto.

Keywords: geomorphology, amazonian coastal fringe, quaternary trends, remote sensing

Índice geográfico: Amazônia

AUTORES

M. T. R. C. PROST

Directrice de recherche émérite, retraitée du Musée Paraense Emílio Goeldi,
prost.maria@orange.fr

J-F. FAURE

IRD, UMR Espace-DEV, jean-francois.faure@ird.fr

C. CHARRON

Musée Paraense Emílio Goeldi, Christophe.Charron@ird.fr

H.V. BORGES

Musée Paraense Emílio Goeldi, vargas.heloisa@gmail.com>

V. F. SANTOS

Institut de Recherche Scientifiques et Technologiques de l'État de l'Amapá (IEPA,
valdeniraferreira@gmail.com

A.C. MENDES

Musée Paraense Emílio Goeldi, amendes@museu-goeldi.br

A. GARDEL

Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), UMSR LEEISA, antoine.gardel@cnrs.fr