

L'érosion du littoral : état des connaissances

A. Gardel, N. Gratiot

Les instabilités du trait de côte sont actuellement vécues comme des catastrophes naturelles, mais elles s'inscrivent cependant dans le fonctionnement hydro-sédimentaire normal de la bande côtière de la Guyane, qui à bien des égards peut être perçue comme une prolongation de la rive gauche de l'Amazonie. Certains secteurs du littoral subissent ainsi périodiquement des épisodes d'érosion de durée et d'intensité importantes, susceptibles d'engendrer dégâts et préjudices. C'est par exemple le cas périodiquement des plages de la presqu'île de Cayenne, où des habitations sont menacées, voire partiellement détruites. De même, dans l'Ouest guyanais, le polder de Mana a déjà perdu de grandes superficies d'exploitation rizicole.

Les grandes évolutions dynamiques de la côte guyanaise et de ses bancs de vase ne sont pas récentes et elles sont bien connues des habitants. Cependant, l'impact des modifications du climat sur la côte guyanaise rend ces phénomènes encore plus préoccupants actuellement. À l'échelle mondiale, l'élévation du niveau des océans, induite par le réchauffement climatique, constitue la cause première commune aux phénomènes d'érosion côtière. D'une part, les effets conjoints de la dilatation thermique de l'océan et de la fonte des glaces (pôles et glaciers de montagnes) se sont traduits par une augmentation du niveau moyen des mers de 4,6 cm depuis 1993 (soit en moyenne de 3,1 mm par an entre 1993 et 2008). Même si cette élévation peut sembler négligeable, elle s'avère en réalité deux fois plus importante que celle enregistrée sur l'ensemble du siècle précédent. D'autre part, le réchauffement de l'océan favorise l'augmentation de l'intensité des vents et plus particulièrement l'augmentation de la fréquence des tempêtes tropicales et des cyclones (moyenne annuelle de quinze cyclones nommés¹ pour la décennie 2000-2010 contre dix sur la période 1950-2000). Ces aléas climatiques ont des conséquences souvent dramatiques pour les sociétés

humaines et leurs activités en relation avec le littoral. Ils engendrent notamment d'importantes érosions côtières, liées aux vagues de tempête et des submersions marines dues à des phénomènes de surcôte, quelquefois de plusieurs mètres, occasionnés par un surplus d'eau amené à la côte par des vents forts. D'autres phénomènes naturels comme la tectonique des plaques (anciennement dénommée la dérive des continents) peuvent minimiser l'augmentation du niveau océanique en favorisant un soulèvement ponctuel du plancher océanique. Par ailleurs, les phénomènes régionaux de réajustement isostatique (champ de pesanteur) se ressentent différemment selon la latitude². Pour toutes ces raisons, il est difficile de prévoir quelles côtes seront les plus affectées par la montée des eaux due à la dilatation des eaux océaniques et à la fonte des glaciers continentaux. En revanche, nous savons d'ores et déjà que les littoraux tropicaux seront touchés beaucoup plus fréquemment par des tempêtes tropicales et cyclones qu'ils ne le sont actuellement.

Un phénomène mondial

Le long des côtes basses, une élévation de la mer se traduit généralement par une augmentation de l'érosion littorale. Cette

1. À partir de 1950, les météorologistes ont commencé à nommer les ouragans, dans le but de faciliter la communication entre eux et avec le public pour les prévisions, la surveillance et les avertissements. Un prénom masculin ou féminin est ainsi attribué à chaque ouragan à partir d'une liste préétablie et s'étendant sur une durée de six ans. Chaque année, et pour les diverses zones océaniques tropicales, ces listes sont établies sur la base d'un nom unique pour chacune des lettres de l'alphabet (en dehors des lettres Q, U, X, Y, Z, pour lesquelles il n'existe que très peu de noms possibles). Le premier ouragan de l'année commence ainsi par la lettre A, le second débute par la lettre B et ainsi de suite.



évolution est un processus déjà amorcé car 70 % des côtes sableuses du monde subissent un recul depuis plusieurs décennies. Les stocks sableux hérités de la dernière grande glaciation, remontés progressivement avec le niveau des mers (transgression post-glaciaire), sont aujourd'hui quasiment épuisés et ils ne peuvent plus fournir des quantités suffisantes de sédiments pour permettre le maintien des équilibres dynamiques préexistants. Par ailleurs, à l'échelle mondiale, l'aménagement intensif des grands fleuves et la construction des barrages hydroélectriques sont tenus comme responsables d'une réduction de 30 % du flux sédimentaire.

Encore largement préservés des aménagements humains, les littoraux influencés par l'Amazone, et en particulier le littoral guyanais, constituent un site d'étude exceptionnel pour appréhender l'adaptation naturelle d'un écosystème de mangrove côtière aux changements environnementaux en cours. Les travaux de recherche menés depuis quelques années sur le littoral guyanais ont permis de mieux comprendre les processus qui contrôlent le transport des sédiments et, en définitive, qui gouvernent

les évolutions morphologiques de cette côte. Maintenant, il convient de prévoir l'évolution de ce système côtier dans le futur et d'étudier si les solutions adoptées au plan local sont susceptibles d'être transposés à d'autres espaces littoraux.

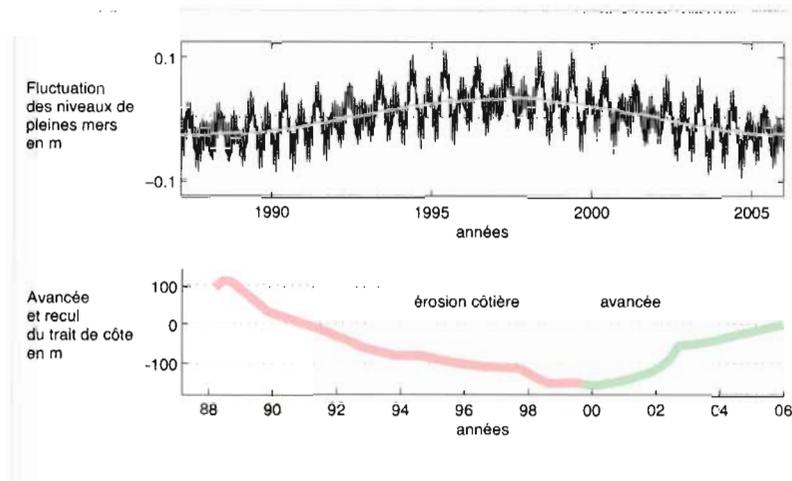
Cyclicité de la dynamique côtière

La marée est un métronome dont dépendent les formes du littoral, qui évoluent en permanence sous l'action de processus (appelés aussi forçages) marins, mais également terrestres, compte tenu de leur localisation à l'interface entre les océans et les continents. Ce va-et-vient de l'eau résulte principalement des attractions de la Lune et du Soleil, modulées par la rotation de la Terre. Il est caractérisé par des cycles que l'on peut prédire avec une très grande précision, tant dans le passé que dans le futur. En Guyane, l'écosystème de mangrove, c'est-à-dire les surfaces forestières littorales, semble marqué par ces cycles, notamment le cycle des mortes-eaux et vives-eaux, le cycle à 4-5 ans et celui à 18,6 ans (le "Saros"). Ils ont pour effet de jouer sur les durées d'exposition de la vase à l'air et ainsi sur son degré de dessiccation

▲ Vase consolidée présentant des fentes de dessiccation colonisées par de jeunes *Avicennia*.
© A. Gardel

2. Le globe terrestre n'est pas entièrement rigide, les couches de surface glissent et flottent sur des couches plus profondes qui demeurent visqueuses. Si une calotte glaciaire épaisse recouvre un continent, elle exerce un poids important sur l'écorce terrestre et l'enfonce partiellement. Quand la glace fond, il s'opère un relâchement de la pression exercée sur la croûte terrestre, qui tend alors à remonter. Ce phénomène est très lent et progressif. Pendant la dernière glaciation (le Würm), qui a débuté il y a 80.000 ans et s'est terminée il y a 10.000 ans, le Canada et la Scandinavie se sont enfoncés sous le poids de leur glace accumulée tandis que l'Europe occidentale et les USA se surélevaient. Puis, avec la période de réchauffement climatique qui a suivi, le phénomène s'est inversé. Ces rééquilibres, bien que très lents, peuvent néanmoins atteindre 1 cm par an. Bien sûr, ces mouvements des continents affectent la position et l'extension des zones littorales.

► Figure 1: Variations du nombre total de jours d'émersion par an pour cinq altitudes (de 2,45 à 2,85 m au-dessus du zéro hydrographique) des bancs de vase de 1950 à 2008. Les cycles de 18,6 ans et de 4-5 ans sont plus ou moins identifiables selon les altitudes.



▲ Figure 2: Avancées et reculs du trait de côte en fonction du cycle tidal à 18,6 ans.
© A. Gardel

(Fig. 1). Ils modifient donc la consolidation de la vase et, *in fine*, ils contrôlent les processus permettant leur colonisation par les arbres de la mangrove.

Les cycles des grandes marées de mortes-eaux (solstice) et des grandes marées de vives-eaux (équinoxe) se produisent deux fois par an. Ils affectent très fortement l'écosystème côtier sans impliquer de modifications à long terme. Le "Saros" est un cycle de marée de 18,6 ans qui modifie durablement le niveau des mers. Ce cycle à basse fréquence (comparé aux cycles tidaux semi-diurnes correspondant à deux pleines mer et deux basses mer par jour) fait osciller le niveau des mers de façon proportionnelle à l'amplitude de la marée. Sur le littoral vaseux de la Guyane, présentant un régime micro- à mésotidal (marnage moyen de 1,8 m), ces fluctuations expliquent 3 % des variations d'amplitude des marées, soit entre 5 et 6 cm. Comme l'écosystème de mangrove se développe sur des zones presque plates, ces fluctuations centimétriques du niveau de la mer recouvrent ou découvrent des hectares de littoral.

La comparaison de l'évolution de la position du trait de côte³ depuis 1986 avec les fluctuations du niveau de la mer atteste que les phases d'accrétion et d'érosion correspondent effectivement respectivement à des périodes de bas et de hauts niveaux marins. (Fig. 2).

Le cycle de marée à 4-5 ans semble lui aussi jouer un rôle important dans la variabilité de la dynamique morpho-sédimentaire et ainsi de l'écosystème de mangrove. Tout comme le

"Saros", ce cycle tidal détermine des durées d'immersion des vasières par la marée. Les séries d'images satellites révèlent également des pics de colonisation (en termes de surface de mangrove) lorsque le niveau de la mer est plus bas, c'est-à-dire lorsque les durées d'émersion sont les plus longues.

Enfin un autre cycle, à plus basse fréquence, devrait lui aussi contribuer à la dynamique de l'écosystème. Le cycle d'"Exeligmos" (trois fois le "Saros", soit 55,8 ans) pourrait expliquer des variations de la position du trait de côte et donc des surfaces de mangrove à des échelles temporelles plus longues. Toutefois, nous n'avons pas encore assez de recul avec les archives satellites pour appréhender un cycle complet. L'analyse de photographies aériennes anciennes, actuellement en cours, devrait apporter les confirmations attendues.

Répercussions morpho-dynamiques de l'augmentation des houles

Avec l'augmentation de la température de l'océan, les tempêtes se sont accrues et touchent avec plus de violence le littoral. Sur l'Atlantique tropical, cette intensification des vents et des houles est nette depuis les années 1990. On constate une augmentation de la hauteur significative des houles de l'ordre de 20 % par rapport à la période 1960-1990.

Ces houles, qui constituent l'un des principaux forçages de la dynamique morpho-sédimentaire de la côte, vont avoir comme premier effet de pousser à la côte les vases

³ Cette ligne a été déterminée comme étant le limite entre la mangrove et l'océan, elle a été déterminée grâce aux archives d'images satellites (SPOT, Landsat, ERS et ASAR).



fluides en transit le long du littoral. Ces dépôts se structureront ainsi en bancs de vase qui constitueront alors un substrat pour l'établissement de la mangrove. En outre, elles éroderont les secteurs dits "inter-bancs" séparant deux bancs de vase.

Il semblerait cependant qu'avec des conditions de houle plus fortes, le littoral guyanais soit soumis à des modifications morphologiques plus intenses. Les érosions en cours sur les plages de Rémire-Montjoly ainsi que sur d'autres secteurs du littoral guyanais, notamment les rizières de Mana ou de la région Karouabo/Malmanoury, où l'on a observé des reculs de mangrove atteignant 250 m par an, sont de durée et d'intensité inhabituelles. Elles induisent de nombreuses destructions de maisons ou d'aménagements agricoles.

La morphologie des bancs de vase, *stricto sensu*, pourrait aussi être affectée par ces modifications du régime des houles. Il a été montré que, lors de forts épisodes de houle, des quantités importantes de vase fluide pouvaient être apportées à la côte et déposées

sous la forme de vastes barres vaseuses. Leurs dépôts au niveau moyen des pleines mers des marées de mortes-eaux (soit pour une hauteur d'environ 2,30 m) auront une double incidence immédiate sur le développement des bancs et à terme, sur l'écosystème de mangrove. D'une part, ces formes topographiques vont protéger le reste du banc de vase des effets de la houle: les vasières internes (Fig. 3) ainsi stabilisées pourront devenir "matures", c'est-à-dire suffisamment consolidées pour être colonisées par la mangrove. D'autre part, les barres vaseuses les plus hautes, pouvant résulter de la coalescence de plusieurs barres plus modestes, seront elles-mêmes plus précocement colonisées par la mangrove. Ce mode de colonisation résulterait du rôle, semble-t-il prépondérant, des fentes de dessiccation, qui piègent les propagules des palétuviers apportées et déposées par les hautes mers des marées de vives-eaux.

L'analyse des séries d'images satellites disponibles depuis 1986 révèle des barres vaseuses plus nombreuses et surtout beaucoup plus

▲ En 2003, intense érosion de la bande côtière en limite du polder rizicole de Mana.
© A. Gardel

développées depuis le début des années 2000. Cette évolution est sans doute à relier à l'intensification des régimes de fortes houles. Les modifications morphodynamiques des bancs de vase pourraient ainsi contrôler la dynamique de la mangrove par adaptation de ses stratégies de colonisation.

Modification des crues du fleuve Amazone

Les apports sédimentaires de l'Amazone à l'océan sont gigantesques, de l'ordre de 3,3 millions de tonnes de sédiments par jour. On estime que 10 à 15 % de cet apport contribue à 97 % du budget sédimentaire des littoraux guyanais. Le suivi des masses de particules en suspension réalisé à la station d'Obidos au Brésil, sur le cours de l'Amazone (la station de suivi la plus en aval représentant un bassin versant de près de 80 % de l'ensemble du bassin amazonien, estimé à 7 000 000 km²), fait apparaître une augmentation des apports sédimentaires de l'ordre de 18 % entre les moyennes des quatre années 1996-2000 et 2000-2004 (soit respectivement de 2,06 à 2,44 millions de tonnes par jour). Si la dynamique sédimentaire s'adapte à ce changement, l'Amazone devrait amener de 15 à 20 millions de tonnes de sédiment en plus chaque année aux bancs de vase guyanais.

Si en 2009 les impacts de l'augmentation des tempêtes et de l'élévation du niveau de la mer le long des littoraux guyanais ont pu être estimés, il est en revanche trop tôt pour observer les répercussions de l'augmentation du flux sédimentaire amazonien. Sous la forme d'un panache turbide, une part des sédiments amazoniens (de l'ordre de 150 millions de tonnes par an) transite rapidement, en quelques semaines, le long du littoral de la Guyane. L'autre part (de l'ordre de 150 millions de tonnes par an) est stockée dans des bancs de vase déposés sur le fond, en limite interne du plateau continental et le long des côtes de l'Amapá. Le suivi du transit sédimentaire entre l'Amazone et la Guyane s'effectue à plusieurs échelles de temps (semaines, années, décennies). L'évaluation de son impact pour les côtes de la Guyane nécessite la mise en place d'un réseau de



suivi à long terme pour alimenter en données les recherches scientifiques sur ce littoral en mouvement.

Une telle organisation permettrait de comprendre comment un écosystème côtier, encore peu soumis aux pressions anthropiques, s'adaptera aux modifications environnementales du XXI^e siècle. Ce recueil régulier d'informations selon diverses échelles spatio-temporelles permettra ainsi de répondre à des questions essentielles pour l'avenir des zones littorales de la Guyane; les plus densément peuplées et qui concentrent l'essentiel des activités économiques. En particulier, l'accroissement des apports sédimentaires provenant de l'Amazone sera-t-il suffisant pour compenser l'élévation du niveau océanique moyen avec une stabilisation du trait de côte à son niveau actuel? Ou inversement, un recul du trait de côte - et à quelle distance des infrastructures actuelles? - sera-t-il inévitable en raison d'apports sédimentaires insuffisants pour faire face à l'élévation du niveau de la mer et à l'intensification du régime des houles? Au regard des récents épisodes d'érosion intense sur les plages de la presqu'île de Cayenne ou sur les rizières de Mana, cette dernière hypothèse semble, hélas, la plus probable. ●

▲ Figure 3: Extrait d'une image SPOT de 2006 entre Macouria et Kourou. Une barre vaseuse orientée sud-est-nord-ouest, accrochée à la côte au niveau de l'estuaire de la crique Macouria, protège la partie interne du banc de vase, où la mangrove commence à coloniser les secteurs les plus consolidés.

◀ En 2007, en aval de l'estuaire de la Malmanoury, à marée haute, amortissement des trains de houle par la présence d'un banc de vase en phase d'intense colonisation par la jeune mangrove.

Gardel A., Gratiot Nicolas.

L'érosion du littoral : état des connaissances.

In Guiral Daniel (ed.), Le Guen R. (ed.). Guyane océane.

Beaumont-de-Lomagne (FRA) : R. Le Guen ; Marseille (FRA) : IRD, 2012, p. 142-147. ISBN 978-2-7099-1722-3