



L'érosion du cordon littoral de la Roche percée (Bourail, Nouvelle Calédonie). Dynamique et commandes du processus érosif.

Allenbach M.

Maître de Conférences de Géologie, Université Française du Pacifique

RESUME : Haut-lieu touristique de la Nouvelle-Calédonie, le cordon littoral de la Roche percée a subi depuis 1990 une forte érosion. Urbanisé depuis le début des années 1970, le cordon a montré des traces de fragilisation importante lors du passage du cyclone Béli sur la zone, en mars 1996, avec des risques importants de coupure. L'étude pluridisciplinaire décidée par les collectivités locales a permis de dresser un bilan précis de la dynamique évolutive du site. Celle-ci est sous la double commande de facteurs naturels et anthropiques. Le constat établi a permis le lancement, en mai 1997, d'une étude de faisabilité d'un aménagement intégré de la zone, puis le démarrage d'une première phase de travaux en octobre 1997.

1. Le cadre géographique régional

Située au nord du Tropique du Capricorne, par 22 ° de latitude Sud, dans le Pacifique sud-ouest, la Nouvelle-Calédonie (figure 1) est un Territoire français d'outre-mer de 18 575 km² composé :

- d'une île principale, la « Grande Terre », entourée par un vaste lagon parsemé d'îlots coralliens, lui-même ceinturé par un récif-barrière de plus de 1000 km de longueur. Implantée sur une digitation de la ride de Norfolk, l'île principale se présente sous une forme allongée, structurée par la présence d'une ossature centrale montagneuse pratiquement continue : « la Chaîne » ;

- de l'Archipel des Loyautés, formé de l'alignement de plusieurs îles hautes carbonatées et récifs émergeant sur la ride des Loyautés. Les trois îles importantes de l'Archipel sont du Sud vers le Nord : Maré, Lifou et Ouvéa.

2. Erosion et problématique générale des aménagements littoraux en Nouvelle-Calédonie

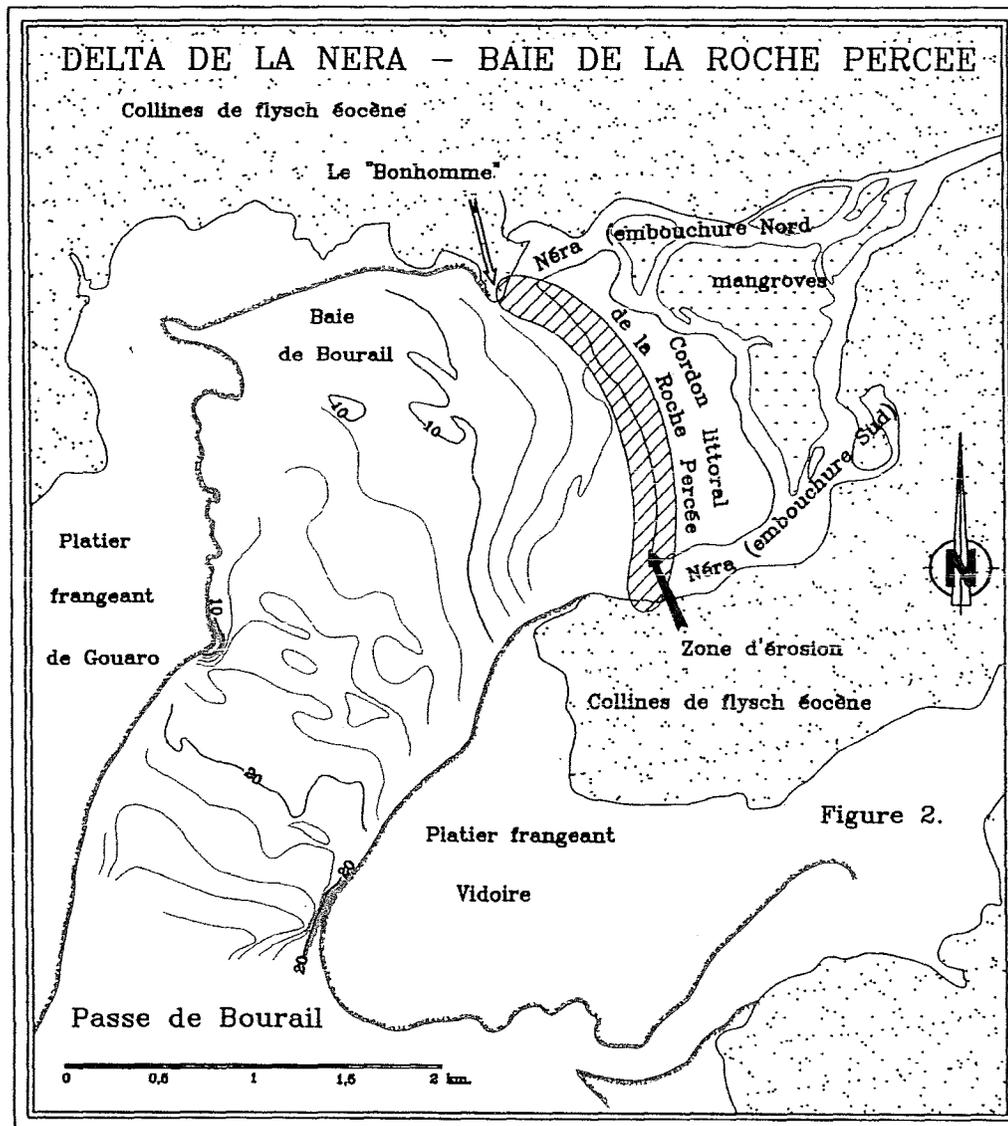
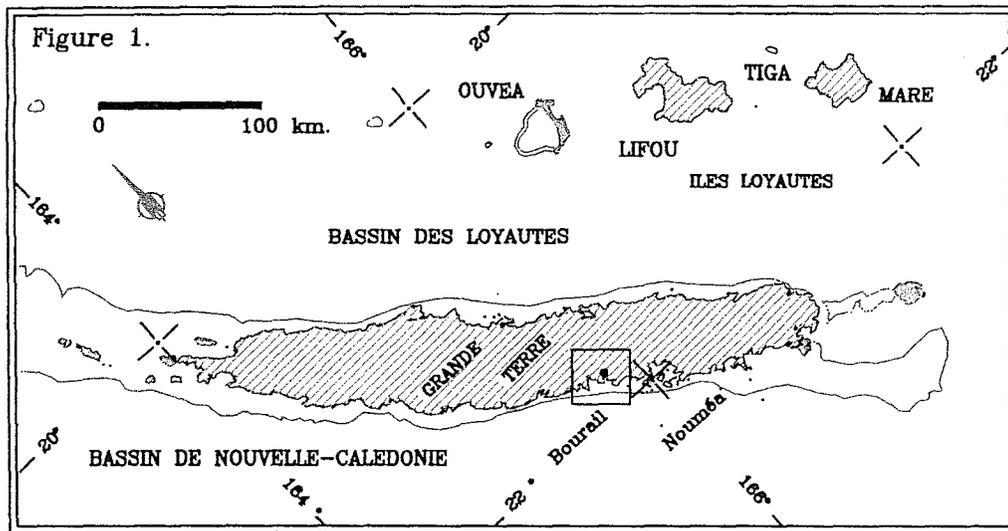
Le linéaire côtier néo-calédonien, dans son ensemble, montre des exemples nombreux et significatifs de reprise d'érosion. Plusieurs de ces sites font l'objet de mesures et études détaillées depuis plusieurs années. Ils correspondent pour la plupart à des hauts-lieux touristiques du Territoire. En effet, à côté de l'activité minière, plus que jamais importante, le tourisme est l'une des priorités reconnues comme axe de développement du Territoire. Le lagon et le domaine littoral constituent indéniablement un atout majeur, mais l'érosion qui s'attaque aux sites équipés ou en voie de l'être, déstabilise cette activité économique porteuse, en menaçant directement les infrastructures. Les collectivités territoriales sont confrontées au problème et de ce fait, la dynamique sédimentaire littorale et le

génie civil côtier sont aujourd'hui des préoccupations certaines aux yeux des décideurs économiques, techniques et politiques de Nouvelle-Calédonie.

3. Le cas du bas-delta de la Néra et du cordon littoral de la Roche percée. Problématique et contexte géomorphologique général

La présente communication a pour objet de présenter, d'une part, les grandes lignes d'une étude menée dans le contexte général défini au paragraphe précédent et d'autre part, de commenter l'enchaînement des actions anthropiques et naturelles ayant conduit les décideurs économiques et politiques du Territoire à financer sur plusieurs années un important programme d'aménagement de la zone. Le cordon littoral du delta de la Néra, (fig. 2) est situé sur la commune de Bourail, à 150 km au nord de Nouméa, sur la côte ouest de l'île. Ce cordon a fait l'objet d'une anthropisation progressive depuis les années 1970. La plage de la Roche percée est en effet considérée comme étant la plus belle de la côte Ouest. Plusieurs projets d'aménagement touristique sont programmés sur la zone qui compte déjà un hôtel, plusieurs lotissements privés et un centre nautique. Or, depuis plusieurs années, le site connaît une évolution géomorphologique inquiétante. Alertée par le recul de la plage, la municipalité de Bourail a demandé en avril 1994 au Laboratoire de Géosciences de l'Université Française du Pacifique à Nouméa, de mener une étude environnementale visant à définir, d'une part, les causes de l'érosion et les moyens éventuels d'y remédier, et d'autre part, visant à dresser le bilan bio-écologique du site. Les conclusions de cette phase initiale d'études menée durant deux années s'étant révélées alarmistes, la Province Sud de Nouvelle-Calédonie a souhaité, à la fin de l'année 1996, que soit réalisé un complément d'analyse débouchant sur une étude de faisabilité et sur le chiffrage du coût d'un aménagement intégré du delta.

Ensermée entre des collines de flysch datées de l'éocène, la Néra, issue de la confluence de 4 rivières draine un bassin de 540 km² situé pour l'essentiel sur le versant occidental de la chaîne centrale et compris entre les isohyètes 800 et 2000 mm/an. L'écoulement des eaux est permanent, mais irrégulier, avec des débits d'étiage faibles et des crues très violentes en période cyclonique (5000m³/s en 1990). Dans sa partie aval, le lit majeur de la rivière s'élargit et se divise en deux chenaux principaux dont les embouchures enserrant un cordon littoral sableux orienté nord-ouest - sud-est : le cordon littoral de la Roche percée. Long de 2 km environ, il mesure 800 m dans sa plus grande largeur, vers le sud pour se réduire à moins de 200 m à proximité de l'embouchure de rive droite. Son altitude moyenne avoisine la cote + 4 m NGNC. Sur sa façade maritime, le cordon constitue la plage de la Roche percée, haut-lieu touristique du Territoire, célèbre par la présence du « Bonhomme de Bourail » découpé par l'érosion au sein de la série flysch et formant un cap séparant la baie de la Roche percée au sens strict de son diverticule latéral : la baie des Tortues.



4. Les études menées sur la façade maritime du cordon littoral. Exposé rapide des résultats bruts.

Il a été réalisé, coté maritime, spécifiquement pour ce travail :

- un levé bathymétrique général de la baie, à l'échelle du 1/20000 et mené jusqu'à l'isobathe -25 m. Au delà de la zone d'avant-côte caractérisée par un système de dunes sous-marines très mobiles et détaillée par un levé au 1/2000, la morphologie des fonds apparaît très régularisée, dès que l'on s'éloigne des tombants sub-verticaux limitant les platiers frangeants situés de part et d'autre de l'axe de la baie. Il s'agit très schématiquement d'un plan faiblement incliné (gradient de pente moyen de l'ordre de 0,7 %) vers la passe. Il apparaît toutefois une dissymétrie des petits fonds littoraux liée à la présence d'une forte accumulation de sédiments au droit de l'embouchure majeure. Ces matériaux constituant le pro-delta de la rivière sont issus, d'une part, du transport solide de la rivière (faible en régime normal mais élevé lors des crues cycloniques, avec des teneurs mesurées de l'ordre de 5g/l dans la plume de surface en début de crue cyclonique) et d'autre part, des produits de l'érosion de la plage, translatés vers cette zone sous l'action de la dérive littorale.

- une cartographie du recouvrement sédimentaire superficiel de la plage et de la baie, également menée jusqu'à l'isobathe -25 m. 110 échantillons ont été traités, permettant le tracé de cartes sédimentologiques détaillées. La plage est formée d'un matériel très homogène au plan granulométrique. Il s'agit d'arénites. Au sein de ce type de matériel, la phase grossière, comprise entre 1 et 2 mm, est très minotaire. Elle est présente à proximité des deux embouchures. La fraction fine, formée de grains compris entre 500 et 63 µm est très largement majoritaire au sein du sédiment, avec des teneurs dépassant 75 % sur la plupart des échantillons. Le tri granulométrique est donc très affirmé sur la plage et conforme aux tendances hydrodynamiques du site. Les fonds de la baie sont caractérisés par une sédimentation à dominante sablo-vaseuse. Les matériaux fins, de la taille des lutites sont absents de la zone des petits fonds littoraux et l'on observe un gradient d'envasement positif vers le large (teneurs proches de 50 % en limite de la zone levée vers le large) qui s'accorde bien aux principes de la logique sédimentaire ;

- une campagne courantologique, menée par suivis de lâchés de flotteurs dérivants et pose d'un capteur courantologique autonome Mors MC3X0. Les courants de surface mesurés par la première méthode, sous des conditions de vents faibles (< à 10m/sec) ont délivré des célérités faibles dans la plage 5-10 cm/sec. Les directions portant vers le fond de la baie dominant pour l'échantillonnage réalisé, et les commandes marée et vents apparaissent nettement dans l'analyse de détail des mesures. Les courants de fond, mesurés pendant une séquence d'un mois, sur la zone du pro-delta et sur des fonds de 10 mètres environ, se sont révélés globalement assez faibles avec des célérités toujours inférieures à 20 cm/sec.

Au niveau de la plage aérienne et du cordon, il a été effectué une série de mesures permettant d'estimer, pratiquement en temps réel, la dynamique évolutive du site sur le court terme. Cette approche du mécanisme érosif a nécessité :

- une cartographie topographique détaillée à l'échelle du 1/2000, par photo-restitution d'un levé aérien spécifiquement réalisé pour l'étude, en décembre 1996, et destiné à réactualiser les levés topographiques antérieurs en partie périmés du fait des importantes modifications morphologiques du cordon. Les platiers frangeants ont également été photo-restitués à cette occasion en vue de compléter la cartographie bathymétrique de la baie dans ces zones de très petits fonds ;

- un suivi dans le temps de l'évolution géomorphologique de la plage, sur 16 radiales témoins, distantes de 100 m environ à la base. Neuf passages de nivellement ont ainsi été réalisés sur le site entre avril 1994 et mai 1997 depuis la haute plage stabilisée jusqu'à la zone marine d'avant-côte. Le traitement sur les logiciels de topographie informatisée puis de CAO-DAO a permis d'accéder à la connaissance quantitative précise des évolutions du profil de plage et des volumes de matériaux déplacés. Les tendances évolutives du site sur le moyen terme ont également été analysées à partir de l'imagerie satellitaire et aérienne disponible sur la zone. Cette imagerie couvre la période 1954-1996, avec 6 passages sur l'intervalle de temps considéré. Différentes figures géomorphologiques (flèches d'embouchure, méandres de la rivière, largeur de plage, etc.) et facteurs d'anthropisation (déforestation, bâti, ouvertures de pistes et de routes, digues et enrochements) ont été analysés afin de quantifier leur évolution dans le temps. Une synthèse très schématique de ces résultats permet de dire que le cordon est érodé depuis son anthropisation, il y a une vingtaine d'années. L'érosion s'est accélérée de façon significative depuis les années 1990. Le recul linéaire de la haute plage stabilisée est supérieur à 60 m en 4 ans sur la partie centrale de la baie sur un linéaire de l'ordre du kilomètre et il est du même ordre, sur une seule année dans la partie nord de la plage, proche du « Bonhomme », depuis mars 1996.

Coté intérieur, pour la facette hydro-sédimentologique de l'étude multidisciplinaire engagée, le delta et la rivière Néra ont fait l'objet d'un échantillonnage sédimentologique, d'une étude hydrologique et de la charge solide sur un cycle annuel. Naturellement, parallèlement aux études spécifiques citées plus avant, une recherche bibliographique générale a été réalisée, de même que des enquêtes et recherches auprès des habitants du secteur. Les caractéristiques de l'environnement météorologique (vents, pluies et données cycloniques) étaient disponibles auprès de Météo-France. Les données de vagues et de houles ont également été trouvées dans la bibliographie et complétées par des estimations réalisées lors du travail de terrain. Un résumé très restrictif pour cette communication sera le suivant : les alizés de secteur est à sud-est constituent le régime dominant, avec une fréquence annuelle de l'ordre de 70 %. Ils dépassent fréquemment 20 noeuds l'après-midi, avec des pointes fréquentes à plus de 30 noeuds. En saison fraîche, des coups de vent du secteur ouest peuvent dépasser les 40 noeuds durant quelques heures (fréquence annuelle de l'ordre de 10 %). La période estivale australe (décembre-mars) est caractérisée par le passage des dépressions cycloniques soufflant à plus de 60 noeuds et pouvant dépasser 100 noeuds. Le champ de vent local est susceptible de lever dans les parties dégagées du lagon une houle à crête déferlante de 1 à 2 m, de période comprise entre 3 et 6 secondes. Les houles océaniques sont nettement plus fortes. Par régime d'alizés

bien établis, l'amplitude est de 2 à 4 m, pour une période de 6 à 8 secondes. Les coups d'ouest sont susceptibles de lever des houles de 4 à 5 m d'amplitude pour des périodes de 12 à 16 secondes, sur environ 5% du temps annuel. De telles conditions d'agitation de la mer ont été observées dans la baie de Bourail, directement ouverte à l'influence océanique dans l'axe de sa passe.

5. Descriptif des interactions anthropiques et naturelles sur l'évolution récente du site.

La plage de la Roche Percée est le siège d'une intense dynamique sédimentaire littorale à proximité de la laisse des eaux. Cette dynamique qui s'exprime par des dérives sédimentaires importantes intéresse la plage aérienne dans la limite des laisses de hautes mers de tempête et l'avant-plage sous-marine proximale. Les commandes de cette évolution sont :

- l'hydrodynamisme potentiellement violent de la zone littorale ouverte à l'influence océanique directe du fait de la présence de la passe de Bourail. Le récif barrière qui protège si efficacement le lagon néo-calédonien en d'autres lieux est ici partiellement absent et l'énergie transmise par les vagues et houles du large peut atteindre la côte, canalisée qu'elle est entre les deux platiers frangeants qui encadrent la baie ;

- la granularité relativement fine du matériel sédimentaire meuble superficiel qui favorise la mobilisation des sédiments engendrée par l'hydrodynamisme précédemment décrit et les transferts littoraux.

Un équilibre, toujours instable sur ce type de littoral, prévalait sur la zone, avant que diverses actions anthropiques soient entreprises. Cet équilibre dépendait des seuls facteurs de l'environnement météo-océanogéologique du site et faisait alterner des cycles d'engraissement et d'érosion de la plage, rythmés par le jeu complexe des apports et de l'hydrodynamisme littoral. L'anthropisation du site a commencé, dans les années 1970, avec un début d'urbanisation de la zone et avec les premiers emprunts de sable effectués aux dépens de la plage. L'urbanisation croissante du site, l'ouverture de chemins et pistes, le défrichage de certaines parcelles du lido, les extractions de sables, la fréquentation de plus en plus importante de la zone ont petit à petit fragilisé la zone interne du lido, mais avec un impact relativement modéré tant que l'environnement général n'a pas été modifié par la variation nette de l'un des paramètres naturels du milieu. A ce moment-là, l'effet de sommation des actions anthropiques citées plus avant est venu indéniablement augmenter la crise "naturelle". Les mécanismes générateurs de modifications rapides de l'équilibre dynamique d'une zone littorale, à l'échelle locale, sont à rechercher préférentiellement tout d'abord au niveau des changements environnementaux ayant pu modifier la dynamique du site. Celle-ci est, comme sur tous les littoraux, dépendante du jeu complexe des apports sédimentaires à la zone littorale et de leur distribution dans cette même zone sous l'action des facteurs hydrodynamiques ambiants. Une de ces composantes a été modifiée: les apports sédimentaires à la zone littorale. En effet, la Nouvelle-Calédonie vient de connaître au cours des dernières années une période de

sécheresse importante (Effet El Nino). Les débits liquides (et avec eux les débits solides transportés) ont été réduits de façon significative. Il n'y a pas eu de crue significative de la rivière dans la période 1991-1995. Il s'en est suivi un déficit important d'apports sédimentaires à une zone littorale sensible dont l'équilibre dynamique est très étroitement dépendant des apports qui lui parviennent. L'un des paramètres déterminants de l'équilibre du trait de côte étant modifié, une évolution s'est enclenchée visant à l'établissement d'un nouvel état d'équilibre correspondant au nouvel environnement.

En 1991, afin de pérenniser l'accès au cordon pour les riverains, une digue « fusible » a été édifiée sur le bras de rive droite de la Néra. L'ouvrage a été calculé pour céder à une côte des eaux de la rivière de + 3m NGNC, évitant théoriquement les inondations en amont. Mis en place sans prendre réellement en compte le rôle et l'importance de la charge solide de la rivière, la digue fusible s'est comportée de fait comme un barrage efficace du fait de la sécheresse. Elle s'est opposée à tout apport sédimentaire à la zone littorale sur le segment nord de la plage, durant cinq années, jusqu'à son ouverture lors du passage de la dépression Béti en mars 1996. Dans le même temps, les transits sédimentaires qui prévalaient sur la zone sous l'action de l'hydrodynamisme marin ambiant se sont poursuivis, entraînant peu à peu la déflation du stock de sable de la plage. La faiblesse des apports sédimentaires engendrée par la sécheresse a privé la zone littorale des apports de sédiments nécessaires à l'équilibre dynamique du trait de côte, enclenchant ainsi une érosion modérée au départ (chiffrée à 5000 m³/an pour la haute plage du segment central de la plage, par exemple,) mais s'amplifiant au fil du temps. En avril 1995, le défrichage sauvage du haut de plage par une association locale, entraînait courant Juin 1995, suite à un "coup d'Ouest" la disparition d'une grande partie de la plage. L'épisode s'est traduit par une déflation de la haute plage aérienne dont l'ordre de grandeur a été grossièrement estimé cinq fois supérieur à celui mesuré sur la période annuelle précédente. La morphologie résultante, avec création d'une micro-falaise d'érosion verticale dans la dune stabilisée du lido, en haut de plage sur près d'un kilomètre de long et le profil transversal "aplatis" du bas de plage par déflation du sable pris en charge par les dérives littorales, ne permettaient plus alors d'envisager des mesures simples de sauvegarde du site. Le phénomène érosif avait changé d'échelle et avec elle, les moyens à mettre en oeuvre pour sauvegarder l'équilibre de la côte. En mars 1996, le passage de Béti sur la zone, entraînait d'importants dégâts sur le cordon. La digue « fusible » s'est ouverte non sans avoir entraîné une surcôte d'inondation sensible en amont, dans le village de Bourail, surcôte en partie liée à l'accumulation de vases en arrière immédiat de l'ouvrage, mais aussi à l'engravement général du lit de la rivière. Sous l'action des vagues, la haute plage a alors subi un nouveau recul sensible (supérieur à 20 m dans la partie centrale de la plage). Sur la façade interne du cordon, les berges ont également subi une érosion forte, de telle sorte que sur deux secteurs au moins, des traces d'écoulements se sont faits jour à travers le cordon démontrant de façon évidente un risque majeur d'ouverture à l'avenir. Une dernière action anthropique a fragilisé la partie nord du site en avril 1996. Pour permettre l'accès au cordon, suite au passage de Béti, une piste a été mise en place au travers de la rivière, à environ 200 mètres en arrière de la côte. Réalisée dans l'urgence et sans

consultation, la route a enclenché un processus de rectification du trait de côte spectaculaire. L'anse formée en arrière de l'ex digue « fusible » s'est progressivement comblée (volume estimé à $2 \cdot 10^5 \text{ m}^3$) à partir du matériel arraché à la haute plage voisine qui a reculé de près de 50 m.

6. Dynamique sédimentaire littorale et génie civil côtier du site de Bourail. Le constat et les perspectives d'aménagement.

Une conjonction malheureuse née d'une situation climatique défavorable (forte sécheresse liée à un épisode El Nino), d'erreurs anthropiques plus ou moins graves et vraisemblablement aussi de tendances plus globales (effet de serre, élévation des niveaux marins) signalées par les auteurs en de nombreux points de la planète, a conduit à une situation de crise sur le site à Bourail. Si l'importance des facteurs globaux est toujours difficile à quantifier à des échelles locales, l'étude menée sur le delta de la Néra démontre indéniablement, localement, l'importance des actions anthropiques. L'évolution géomorphologique du site ne serait toutefois susceptible que de servir de cas d'école en dynamique sédimentaire, si la plage de la Roche Percée n'était pas, d'une part, l'un des hauts-lieux touristiques de la Nouvelle-Calédonie et d'autre part, un secteur loti, sur lequel vivent de façon permanente ou épisodique un certain nombre de personnes directement menacées par le risque d'ouverture du cordon qui s'est fait jour à l'observation des événements liés au passage de Béti. Ce sont ces deux réalités qui ont retenu l'attention des décideurs du Territoire et qui les ont décidé à lancer l'étude de faisabilité d'un aménagement intégré de la zone du bas-delta de la Néra. Cette étude a pris la forme d'une expertise que j'ai co-signé avec le Professeur R. Bonnefille. Réalisée en mai 1997, elle a dégagé plusieurs variantes pour les ouvrages de génie civil côtier à édifier pour sauvegarder le site. Les spécifications techniques de ces ouvrages ne seront pas détaillées sous ce titre dont l'objet est différent, mais le coût de l'aménagement global recommandé peut-être cité pour information. Il est de 50 MF. Une première phase de travaux a été lancée sur la partie nord de la plage (rectification du trait de côte) et dans son segment central (mise en place d'un cordon d'enrochement de 400 m). Une meilleure gestion du linéaire côtier, dans le respect des règles fondamentales de la nature aurait certainement permis de minimiser l'impact de l'érosion du site. Une prise de conscience semble toutefois être née de cet exemple douloureux et un programme de recherches ambitieux à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie devrait démarrer prochainement sur la thématique de l'érosion du linéaire côtier et sur la zonation des risques en amont des aménagements à réaliser sur le domaine littoral.

BIBLIOGRAPHIE :

- M. ALLENBACH, Rapports de la Convention de recherche UFP/Mairie de Bourail : « Delta de la Néra - la Roche percée », 1994-1996
M. ALLENBACH, R. BONNEFILLE, Rapports de la Convention de recherche UFP/Province Sud « Expertise sur la faisabilité d'un aménagement intégré du delta de la Néra » 1997.