

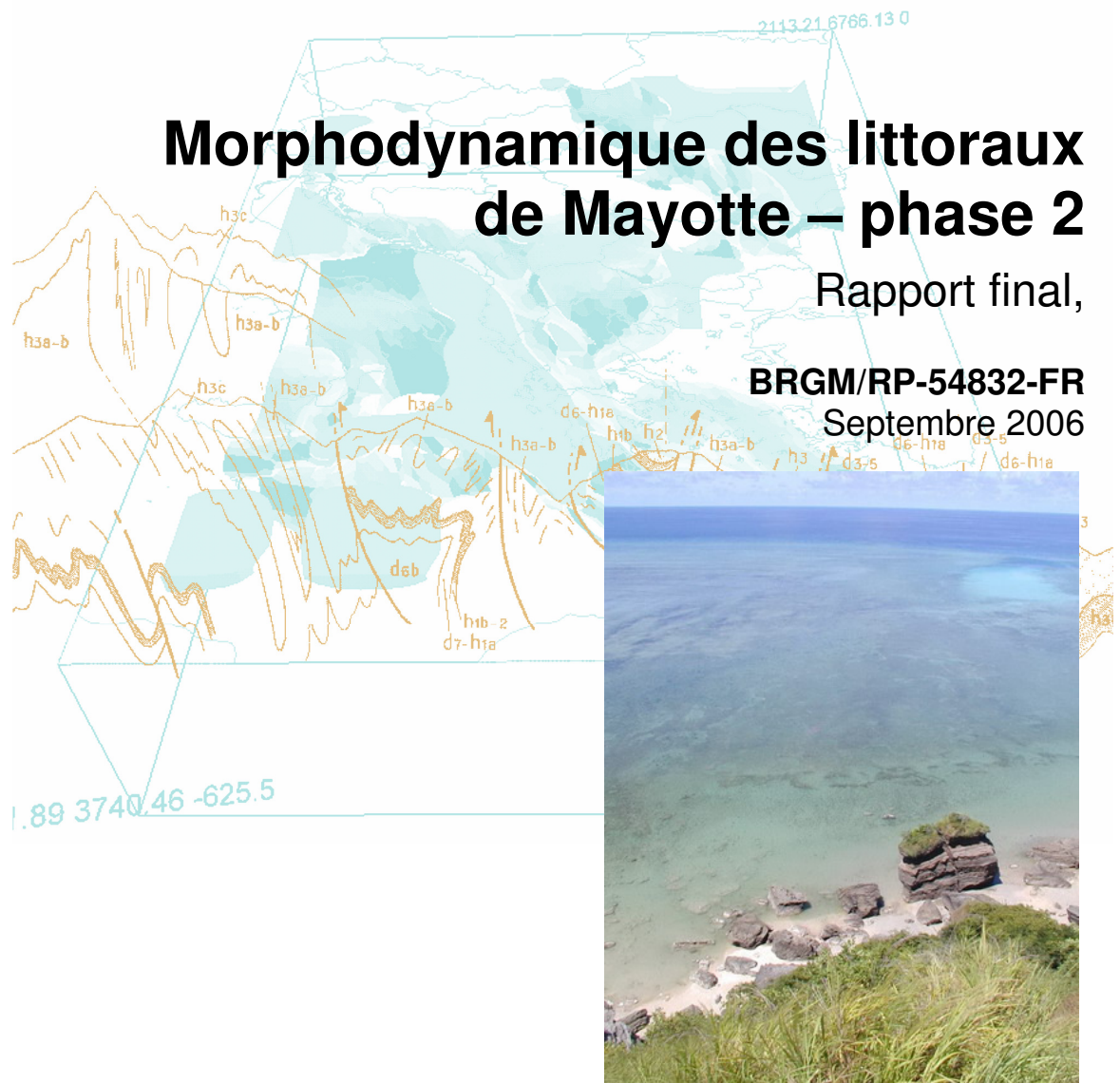


Morphodynamique des littoraux de Mayotte – phase 2

Rapport final,

BRGM/RP-54832-FR

Septembre 2006



Collectivité Territoriale de Mayotte



Morphodynamique des littoraux de Mayotte – phase 2

Mise en place d'un réseau de
quantification de l'érosion côtière

Rapport final

BRGM/RP-54832-FR

Septembre 2006

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2006 05LITA15

DE LA TORRE Y. ; DOLIQUE F. (IRD, Géodal) et JEANSON M. (Géodal)



Vérificateur :

Original signé par
Carlos OLIVEROS

Approbateur :

Original signé par
Philippe ROUBICHOU

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Mots clés : Erosion, Falaise, Littoral, Mangrove, Mayotte, Morphodynamique, Orthophotographie, Plage, Topographie, Trait de côte.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

DE LA TORRE Y. ; DOLIQUE F. et JEANSON M. (2006) – Morphodynamique des littoraux de Mayotte. Phase 2 : mise en place d'un réseau de quantification de l'érosion côtière. BRGM/RP-54832-FR, 71 p.

Synthèse

Cette étude, cofinancée par la Collectivité Départementale de Mayotte et la dotation de Service public du BRGM (convention en date du 13 juillet 2005), fait suite et complète l'étude de phase 1 réalisée en 2003. Le BRGM s'est associé à cette occasion au laboratoire GEODAL¹ de l'Université du Littoral-Côte d'Opale (convention ULCO-BRGM 952 / R 223 du 07/09/05).

La phase 2 qui constitue ce rapport s'attache à réaliser une estimation quantitative de la morphodynamique du littoral mahorais à travers la mise en place d'un réseau de suivi de « sites-ateliers » basé sur les sites sensibles observés en phase 1.

L'étude de ces dix sites met en exergue la variété des dynamiques en action sur les littoraux de Mayotte, les vitesses et les volumes concernés dépendant en majeure partie de l'entité morphologique en question. En effet, les falaises et les mangroves évoluent davantage sur le long terme, à l'échelle pluri-décennale, tandis que les plages sont davantage affectées par une variabilité saisonnière.

L'analyse historique, basée sur le calcul de la variation du trait de côte entre 1969 et 2003 extrait de photographies aériennes, fait apparaître des évolutions à long terme disparates : les mangroves et les falaises présentent des situations de recul généralisées (jusqu'à -130 m pour les micro-falaises « tendres » de Soulou et -172 m pour la mangrove de Dapani) alors que les plages s'avèrent plus stables voire en accrétion (+15 m à Acoua).

L'analyse des caractéristiques topo-bathymétriques permet en outre de dégager une typologie de la dynamique des sites liée à leur variabilité saisonnière, avec : des variations longitudinales ou transversales, voire mixtes, du stock sableux des plages ; des dynamiques de barres pré-littorales sur les estrans vaseux et des sites stables sur le plan sédimentaire par effet de protection.

A partir de ces résultats, des recommandations ont pu être formulées en vue d'une gestion des sites en situation d'érosion. L'utilisation de méthodes douces (revégétalisation) respectant les équilibres naturels a été préférée au recours systématique aux ouvrages de protection qui, en plus d'un coût important, induisent des effets indésirables et dénaturent le littoral.

¹ GEODAL : GEOMorphologie Dynamique et Aménagement des Littoraux – EA 3599

Sommaire

1. Introduction	9
2. Le réseau d'observation	11
3. Méthodologie mise en œuvre	13
3.1. L'ANALYSE DES PHOTOGRAPHIES AERIENNES.....	13
3.1.1. Procédé.....	13
3.1.2. Limites de la méthode	14
3.2. LES MESURES DE TERRAIN	15
4. Evolution morphodynamique des sites.....	17
4.1. SITE DE PAMANDZI	17
4.2. SITE DE SOULOU	24
4.3. SITE DE MTSAPERRE.....	29
4.4. SITE DE PASSAMAINTI	32
4.5. SITE DE SADA.....	37
4.6. SITE DE NGOUJA	41
4.7. SITE D'ACOUA	46
4.8. SITE DE DAPANI	51
4.9. SITE DE KAWENI	55
4.10. SITE DE TREVANI.....	58
5. Recommandations pour la gestion des sites en érosion.....	63
5.1. GERER LE REcul DES FALAISES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
5.2. GERER LE REcul DES MANGROVES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
5.3. GERER LE REcul DES PLAGES.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
6. Conclusions	69

Liste des illustrations

Illustration 1 - Localisation des sites constituant le réseau de suivi du littoral mahorais	12
Illustration 2 - Campagnes photographiques utilisées.....	13
Illustration 3 – Tachéomètre laser Leica TC 407et sa mire (septembre 2005 – mission BRGM/GEODAL).....	16
Illustration 4 - Falaises de Pamandzi : partie Nord (A) et (Sud) (septembre 2005 - mission BRGM/GEODAL).....	17
Illustration 5 – Variations du trait de côte des falaises de Pamandzi (Orthophotographie IGN – 2003)	18
Illustration 6 – Evolution du recul des falaises par années	19
Illustration 7 – Profils topographiques du site de Pamandzi (source GEODAL)	21
Illustration 8 – Suivi du pied de falaise Nord (source GEODAL)	22
Illustration 9 – Suivi du pied de falaise Sud (source GEODAL)	23
Illustration 10 – Micro-falaises de Soulou à l'Ouest (A) et à l'Est (B) de la baie (février 2006 – mission BRGM/GEODAL)	24
Illustration 11 – Variations du trait de côte des micro-falaises de Soulou (Orthophotographie IGN – 2003).....	25
Illustration 12 – Evolution du recul des micro-falaises par années	27
Illustration 13 – Profils topographiques de la baie de Soulou (source GEODAL)	28
Illustration 14 – Encoche d'érosion régressive liée à la présence d'un cours d'eau (février 2006 – mission BRGM/GEODAL)	29
Illustration 15 – Variations du trait de côte de Mtsapéré (Orthophotographie IGN – 2003).....	30
Illustration 16 – Profil topographique du port de Mtsapéré (source GEODAL)	31
Illustration 17 – Pousses de palétuviers Rhizophora dans le port (février 2006 – mission BRGM/GEODAL).....	32
Illustration 18 – Variations du trait de côte de Passamainti (Orthophotographie IGN – 2003).....	33
Illustration 19 – Evolution par années de la mangrove de Passamainti.....	34
Illustration 20 - Mangrove au niveau du profil 200 – Nord (septembre 2005 – mission BRGM/GEODAL).....	35
Illustration 21 – Profils topographiques du site de Passamainti (source GEODAL).....	36
Illustration 22 - Enrochement au Sud de la plage (février 2006 – mission BRGM/GEODAL).....	37
Illustration 23 – Variations du trait de côte du site de Sada (Orthophotographie IGN – 2003) et localisation des profils topographiques	38
Illustration 24 – Recul du trait de côte par rapport à 1949 (en m)	39

Illustration 25 – Profils topographiques de Sada (source GEODAL)	40
Illustration 26 – Talus d'érosion en haut de plage lié au débouché d'un cours d'eau (février 2006 – mission BRGM/GEODAL).....	41
Illustration 27 – Plage de Ngouja (septembre 2005 – mission BRGM/GEODAL)	42
Illustration 28 – Variations du trait de côte de Ngouja (Orthophotographie de l'IGN – 2003) et localisation des profils topographiques.....	43
Illustration 29 – Alternance du transport sédimentaire le long de la plage de Ngouja (Source GEODAL)	44
Illustration 30 – Profils topographiques du site de Ngouja (Source GEODAL).....	45
Illustration 31 – Ravinement de haut de plage lié au ruissellement (février 2006 – mission BRGM/GEODAL)	46
Illustration 32 – Plage d'Acoua (septembre 2005 – mission BRGM/GEODAL)	47
Illustration 33 – Variations du trait de côte d'Acoua (Orthophotographie IGN – 2003).....	48
Illustration 34 – Avancée du trait de côte d'Acoua de 1969 à 2003 (en m)	49
Illustration 35 – Profils topographiques de la plage d'Acoua (source GEODAL).....	50
Illustration 36 – Recul de la mangrove de Dapani par années	51
Illustration 37 – Variations du trait de côte de Dapani (Orthophotographie IGN – 2003)	52
Illustration 38 – Profils topographiques du site de Dapani (source GEODAL)	54
Illustration 39 – Front d'érosion dans la mangrove de Dapani au niveau du profil 200 (février 2006 – mission BRGM/GEODAL).....	55
Illustration 40 – Evolution de la surface boisée de la mangrove de Kawéni (Orthophotographie IGN – 2003)	56
Illustration 41 – Surface boisée de la mangrove de Kawéni par années.....	57
Illustration 42 – Plage de Trévani depuis l'estran (février 2006 – mission BRGM/GEODAL)	58
Illustration 43 – Variations du trait de côte du site de Trévani (Orthophotographie IGN – 2003)	59
Illustration 44 – Profils topographiques du site de Trévani	61
Illustration 45 – Végétation rampante d'Ipomea en haut de plage (Source BRGM, 2003)	66

1. Introduction

Le domaine littoral, zone de transition entre terre et mer, est un milieu fragile et très sollicité. Compte tenu du développement accéléré de l'île et de l'augmentation de sa population, ainsi que des évolutions récentes observées (recul ou envasement de certaines baies) qui ont des conséquences inquiétantes sur le milieu naturel terrestre ou lagunaire, un besoin réel existe en matière de gestion et de suivi du littoral de Mayotte.

Cette étude, cofinancée par la Collectivité Départementale de Mayotte et la dotation de Service public du BRGM (convention en date du 13 juillet 2005), fait suite et complète l'étude de phase 1 réalisée en 2003. Le BRGM s'est associé à cette occasion au laboratoire GEODAL² de l'Université du Littoral-Côte d'Opale (convention ULCO-BRGM 952 / R 223 du 07/09/05).

La première phase avait pour but de faire la synthèse des types de côtes de Mayotte et de leurs tendances d'évolution. Elle a permis notamment de définir un certain nombre de sites sensibles en termes de dynamique côtière.

La phase 2 qui aboutit à ce rapport s'attache à réaliser une estimation quantitative de la morphodynamique du littoral mahorais à travers la mise en place d'un réseau de suivi de « sites-ateliers » identifiés comme sites sensibles lors de la phase 1.

L'étude quantitative des évolutions morphodynamiques côtières se décline en deux échelles de temps permettant de faire apparaître d'une part l'évolution « historique » et d'autre part l'évolution actuelle.

Les résultats obtenus permettent de proposer des recommandations de gestion en fonction des situations érosives rencontrées.

Le rapport présente donc, en premier lieu, le réseau de sites étudiés, puis la méthodologie mise en œuvre, les résultats en terme d'évolution et enfin les recommandations pour la gestion des sites en érosion.

² GEODAL : GEOMorphologie Dynamique et Aménagement des Littoraux – EA 3599

2. Le réseau d'observation

Le réseau d'observation et de suivi du littoral mahorais est basé sur dix sites sensibles prédéfinis entre les différents services de la Collectivité et de l'Etat (réunion du 20/10/04) et répartis sur Petite-Terre et Grande-Terre (Illustration 1).

La sélection est basée sur leur représentativité d'un type morphologique mahorais (plage, mangrove, falaise, côte artificielle), de leur dynamique côtière (érosion, envasement) et des enjeux qui s'y rattachent en termes d'aménagements, de patrimoine naturel et de développement économique et touristique.

Ce réseau comprend les sites de :

- Pamandzi (falaise de ponces en recul) ;
- Soulou (micro-falaise latéritique en recul) ;
- Mtsapéré (côte artificielle - petit port envasé) ;
- Passamainti (côte artificielle - impact de la déviation sur la mangrove) ;
- Sada (plage en zone urbaine) ;
- Ngouja (plage « naturelle » de sable biodétritique du Sud de l'île) ;
- Acoua (plage vaseuse de fond de baie) ;
- Dapani (mangrove sénescence) ;
- Kawéni (mangrove en zone urbaine) ;
- Trévani (plage aménagée de sable basaltique du Nord de l'île).

Le site de Ngouja remplace celui de Bambo Ouest, initialement prévu, à la demande de la Collectivité qui possède déjà des informations acquises par le GIS LAGMAY sur ce site.

La plage de Trévani sur la commune de Koungou a été choisie en accord avec la Collectivité, la problématique de la mangrove de cette zone présentant finalement moins d'intérêt.

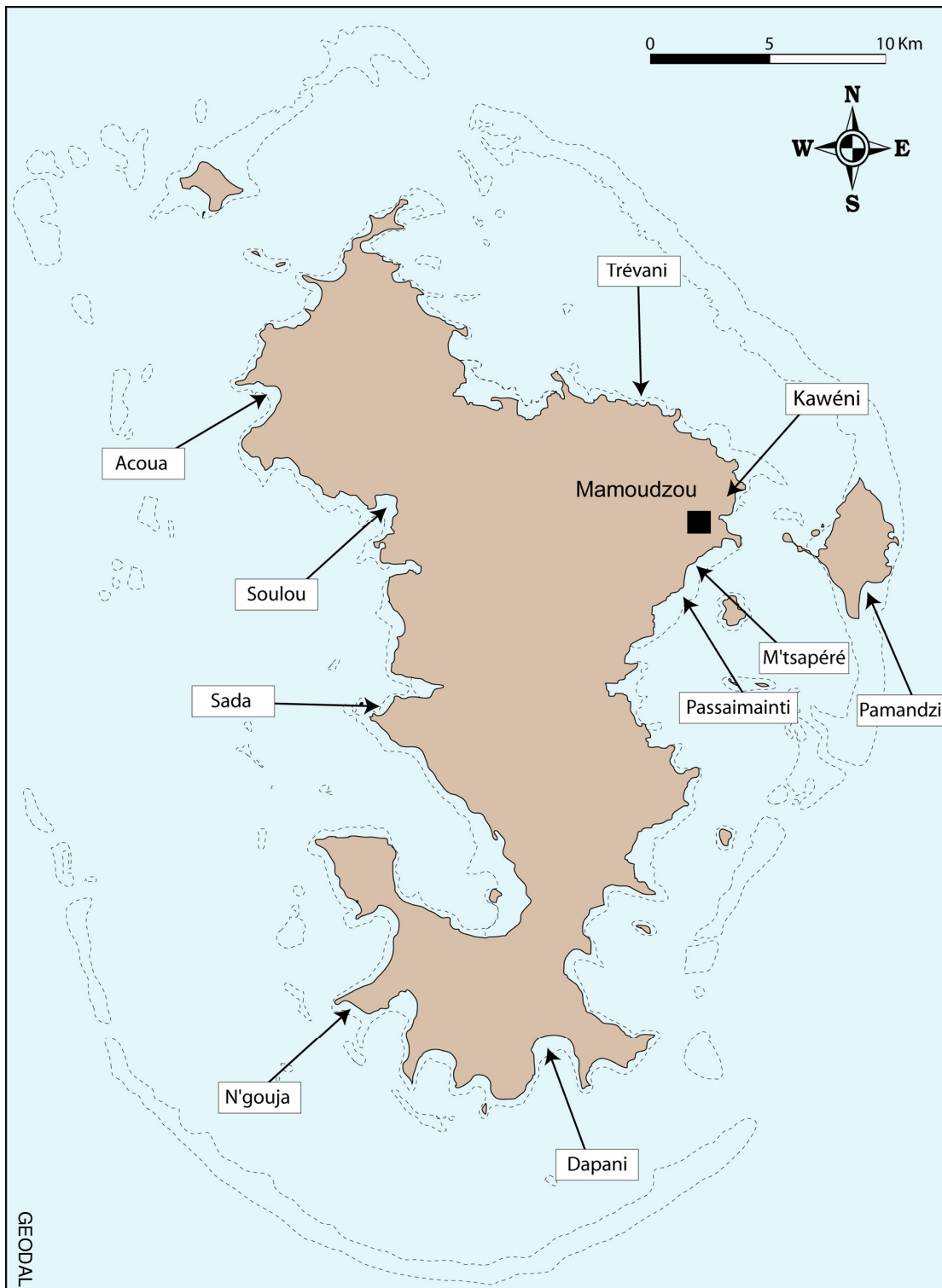


Illustration 1 - Localisation des sites constituant le réseau de suivi du littoral mahorais

3. Méthodologie mise en œuvre

3.1. L'ANALYSE DES PHOTOGRAPHIES AERIENNES

Le traitement de photographies aériennes permet de quantifier l'évolution « historique » récente des sites en se basant sur la variation du trait de côte.

3.1.1. Procédé

Le principe général consiste à numériser les positions anciennes du trait de côte des sites à partir des clichés de l'IGN et de mesurer les variations constatées.

Les campagnes anciennes de l'IGN dont nous disposons sur Mayotte sont : 1949 ; 1969 ; 1989 ; 1997 et 2003, ce qui nous permet d'appréhender des évolutions à l'échelle pluri-décennale sur les 50 dernières années.

Années	Nature	Echelle de prise de vue	Résolution image numérique
1949	N&B	1 : 40 000	1 pixel = 2 m
1969	N&B	1 : 20 000	1 pixel = 0.5 m
1989	N&B	1 : 20 000	1 pixel = 0.5 m
1997	N&B	1 : 25 000	1 pixel = 0.5 m
2003	Couleur	1 : 25 000	1 pixel = 0.5 m

Illustration 2 - Campagnes photographiques utilisées

- **La « correction » des clichés**

Afin de pouvoir mesurer une évolution, il faut que les images soient corrigées ou « redressées » géométriquement. En effet, les photographies aériennes contiennent des déformations géométriques dues à la prise de vue (déformation de l'optique de l'appareil photo) et au relief.

Deux méthodes principales de corrections sont utilisées :

- la moins contraignante, que l'on peut appeler « géocorrection » revient à résoudre les problèmes de distorsions de l'image dues à l'objectif au moyen de points de calage pris sur un document de référence ;
- la plus élaborée est « l'orthorectification » effectuée par l'IGN pour obtenir ses orthophotographies qui, en outre, prend en compte les phénomènes de parallaxes (déformations dues au relief).

Les photos de 1949 ; 1969 et 1989 qui nous ont été fournies par la DAF (Service Environnement) sont issues d'une géocorrection. Celles de 1997 et 2003 sont des orthophotographies réalisées par de l'IGN (BD ORTHO).

- **La numérisation et détermination du trait de côte**

Les traits de côtes des différents sites ont été digitalisés pour chacune des dates avec le logiciel MapInfo. La résolution des images variant selon les campagnes, la digitalisation a été faite à l'échelle du 1:4000 pour 1949 et du 1:2000 de 1969 à 2003.

La numérisation du trait de côte nécessite au préalable le choix d'une définition adaptée du trait de côte. Cette définition varie selon les usages. Par exemple, le trait de côte de l'IGN porté sur les cartes (« laisses de pleine mer ») ne correspond pas à celui du SHOM (limite supérieure atteinte par la mer aux plus fortes marées ou limite d'accès – cas de la mangrove). Dans la pratique, la définition du trait de côte dépend de l'application que l'on veut en faire.

Compte-tenu de la diversité des littoraux de Mayotte, il n'a pas été possible de retenir une définition unique du trait de côte pour tous nos sites. Celui-ci a donc été défini sur chaque site en fonction de ce que l'on cherche à observer (recul d'une falaise, migration d'une mangrove, érosion d'une plage, évolution des aménagements) et de la « lisibilité » des photographies. L'important en termes de comparaison étant de conserver la même définition sur un site pour toutes des dates. Ainsi, les limites « trait de côte » utilisées ont été :

- le sommet de la falaise,
- le haut de plage (limite de la végétation),
- le front de la mangrove
- ou la limite des aménagements.

La définition du trait de côte utilisé est spécifiée dans le chapitre 4 pour chaque site.

3.1.2. Limites de la méthode

Bien que cette méthode soit largement répandue et utilisée, elle comporte un certain nombre de limites liées à la qualité des images (photo d'origine et géocorrection) et de la numérisation.

En effet, comme il a été signalé précédemment, la qualité des images est variable selon les campagnes et les méthodes de « correction ». Si les orthophotos de l'IGN sont bien géoréférencées, les images géocorrigées de la DAF présentent des décalages dans l'espace. Ainsi, les coordonnées géographiques d'un objet peuvent varier de plusieurs mètres d'une date à l'autre alors qu'il n'a pas bougé dans la réalité.

En outre, la reconnaissance du trait de côte est entachée d'une certaine incertitude car elle est basée sur le jugement de la personne qui en est chargée et qui doit interpréter les zones « bouchées » par les ombres portées et/ou déformées par la parallaxe.

En raison de ces contraintes, les erreurs de positionnement du trait de côte ont été estimées entre **5 et 10 m**, au-delà l'image a été exclue. L'ordre de grandeur de l'erreur est spécifié dans le chapitre 4 pour chaque site.

3.2. LES MESURES DE TERRAIN

L'observation de la dynamique sédimentaire actuelle a pu être réalisée à partir de mesures *in situ* basées sur l'implantation d'un réseau de profils topo-bathymétriques (partie aérienne et sous-marine), à raison de 1 à 3 profils par sites en fonction de leurs caractéristiques morphologiques et dynamiques.

Ces mesures ont fait l'objet d'une collaboration avec le laboratoire GEODAL qui a fourni le matériel et le personnel nécessaire. Ces levés ont donc été réalisés de concert avec le BRGM à deux reprises, en septembre 2005 et février 2006, afin de pouvoir caractériser la variabilité saisonnière (saison sèche/saison humide).

Le choix de l'instrumentation a été principalement dicté par les spécificités du terrain :

- A Mayotte, compte-tenu de la présence quasi-systématique d'un récif frangeant sur le littoral, la profondeur à atteindre lors des levés correspond au front récifal (cf. étude de phase 1³). Grâce au fort marnage (> 4m), le front récifal peut être atteint par voie terrestre aux périodes de vives eaux, ce qui nous a libérés de l'utilisation d'une embarcation.

- En outre, du fait de la présence de falaises hautes ou d'un couvert végétal important notamment dans les zones de mangroves, les liaisons radios nécessaires à l'utilisation d'un GPS différentiel sont difficiles voire impossibles.

Il a donc été choisi d'utiliser un **tachéomètre laser** (TC 407 Leica - Illustration 3), propriété du laboratoire GEODAL, qui a permis de réaliser des levés avec une précision sub-centimétrique.

Les têtes de station ont été matérialisées sur le terrain à partir d'un repère fixe, existant ou implanté, suffisamment stable pour pouvoir le retrouver lors des levés ultérieurs. En

³ Rapport BRGM/RP-52320-FR

cas de recul important du trait de côte, un second repère a été implanté par sécurité, en arrière du premier. L'axe du profil a ensuite été défini en prenant un azimuth dans le sens de la pente. Un simple GPS a été utilisé pour localiser grossièrement les stations et permettre de retrouver les repères sur place.

Les données brutes ont été corrigées et extraites à l'aide du logiciel *Excel (macro Profiler 1.2)*. Les altitudes des points de référence ont été établies par rapport au zéro du Nivellement Général de Mayotte (NGM). Chaque profil transversal donne la forme en coupe du littoral aux basses mers, et restitue la topographie détaillée de la plage. Le suivi régulier de chaque station permet de mesurer avec précision l'évolution de l'estran, et d'estimer une éventuelle érosion ou accumulation.



*Illustration 3 – Tachéomètre laser Leica TC 407 et sa mire
(septembre 2005 – mission BRGM/GEODAL)*

4. Evolution morphodynamique des sites

Ce chapitre présente chaque site ainsi que les résultats de l'analyse morphodynamique à long terme (évolution historique) et à court terme (évolution actuelle).

4.1. SITE DE PAMANDZI

Le site de Pamandzi se situe sur la façade est de l'île de Petite-Terre.

Contexte

Cette partie de littoral est constituée de falaises de matériaux pyroclastiques ponceux. Au pied de ces falaises se trouvent une plage de sables mixtes (mélange de sables volcaniques et coralliens), ainsi que des dépôts de blocs provenant du démantèlement des falaises. La plage recouvre l'importante plateforme d'abrasion de la falaise qui n'apparaît qu'à marée basse. De petites mangroves sont également présentes sur l'estran, dans les parties les plus calmes.



*Illustration 4 - Falaises de Pamandzi : partie Nord (A) et (Sud)
(septembre 2005 - mission BRGM/GEODAL)*

Les falaises bien que de même composition lithologique présentent une configuration structurale différente au Nord et au Sud (Illustration 4). Dans la partie Nord (A) où elles avoisinent les 30 m de hauteur, elles constituent la face Sud de l'édifice volcanique de « La Vigie-Moya ». Au Sud, où elles n'atteignent que 10 m de hauteur, elles résultent plus probablement d'un simple empilement de retombées trachytiques.

L'évolution des falaises de Pamandzi est liée à la double action des agents marins (c'est le seul site exposé au large) qui assurent le sapement



*Illustration 5 – Variations du trait de côte des falaises de Pamandzi
(Orthophotographie IGN – 2003)*

en pied (nombreux sous-cavages) et les agents sub-aériens qui, par le biais des infiltrations d'eau, participent à la solifluxion des matériaux poreux.

Le site est peu aménagé dans sa partie basse (quelques canalisations et buses d'écoulement d'eau liées à l'usine de dessalement en amont et quelques restes de petits enrochements) hormis l'extrémité Sud qui a été complètement modifiée avec le rallongement de la piste d'atterrissage de l'aéroport à même le récif barrière. Dans la partie haute, les falaises s'urbanisent peu à peu, un projet de lotissement (Chanfi) étant à ce jour en projet.

Evolution historique

L'évolution à long terme est basée ici sur le recul du sommet de la falaise (ligne de « trait de côte » utilisée). La marge d'erreur calculée pour ce site avoisine les 5 m. La variation du trait de côte a été mesurée sur deux profils caractéristiques, l'un au Nord au niveau de l'usine de dessalement et l'autre au Sud, à proximité de l'aéroport (Illustration 5).

L'analyse fait apparaître un recul de l'ordre de 15 m dans la partie Nord et de 19,5 m dans la partie Sud de 1949 à 2003 soit une vitesse moyenne d'érosion d'environ 30 à 40 cm par an.

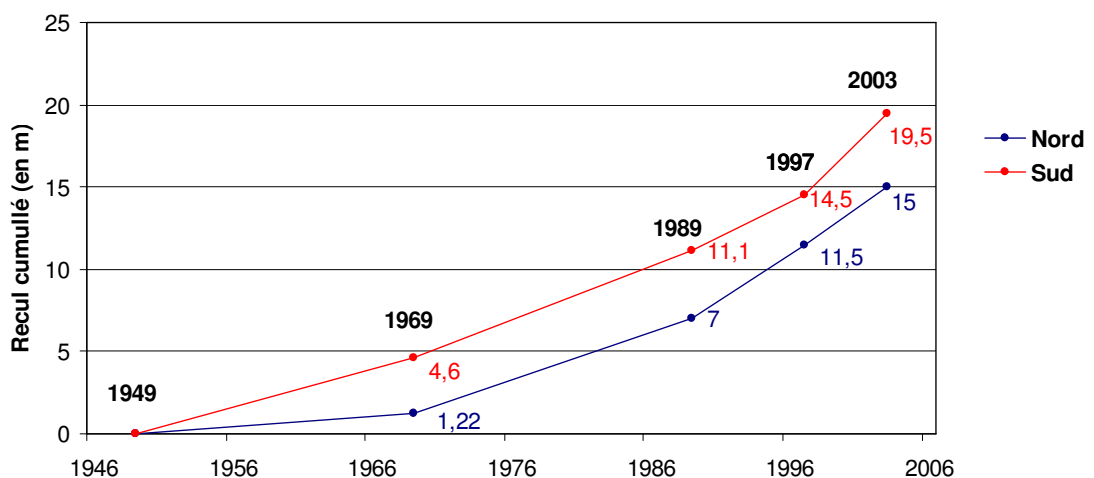


Illustration 6 – Evolution du recul des falaises par années

On note une accélération du recul de la falaise au cours des 50 dernières années (Illustration 6) : le recul a en effet été plus important pendant les 6 dernières années (1997 - 2003) que pendant les 20 premières (1949 - 1969). La tendance paraît relativement linéaire de 1989 à 2003 pour la partie Sud, tandis qu'au Nord elle ne s'accélère fortement qu'à partir de 1997.

Les causes de cette accélération sont à rechercher dans un changement du contexte morphogénique : soit une accentuation de la fréquence des tempêtes (rôle de la houle et des précipitations), soit l'impact des aménagements construits pendant cette période.

Les épisodes climatiques les plus marquants correspondent au cyclone « Kamisy » (record de vent) en 1984 et à la tempête tropicale « Feliksa » (record de précipitation) en 1985. Même en admettant un décalage dans le temps avec le recul de la falaise, ces événements extrêmes sont difficilement corrélables avec l'accélération de l'érosion après 1989.

En revanche, la construction de la nouvelle piste d'atterrissage correspond à la période 1989-1997. Il est possible que cet aménagement qui se prolonge loin en mer (environ sur 600 m) ait modifié les processus hydrodynamiques et les échanges sédimentaires au pied de la falaise, ce qui peut avoir comme conséquence l'érosion de la plage qui constitue une protection naturelle de la falaise. La partie Sud qui est directement en contact avec la piste est en effet plus érodée que la partie Nord plus abritée (protection de la mangrove). Cette hypothèse nécessite toutefois d'être mise en évidence par une analyse de l'hydrodynamique locale (pas de mesures prévues dans cette étude).

Evolution actuelle

Pour les mesures topo-bathymétriques, deux types de levés ont été effectués sur les parties Nord et Sud du site : deux profils transversaux (du pied de la falaise vers l'estran) combinés à deux suivis du pied de falaise (Illustration 7 ; Illustration 8 ; Illustration 9).

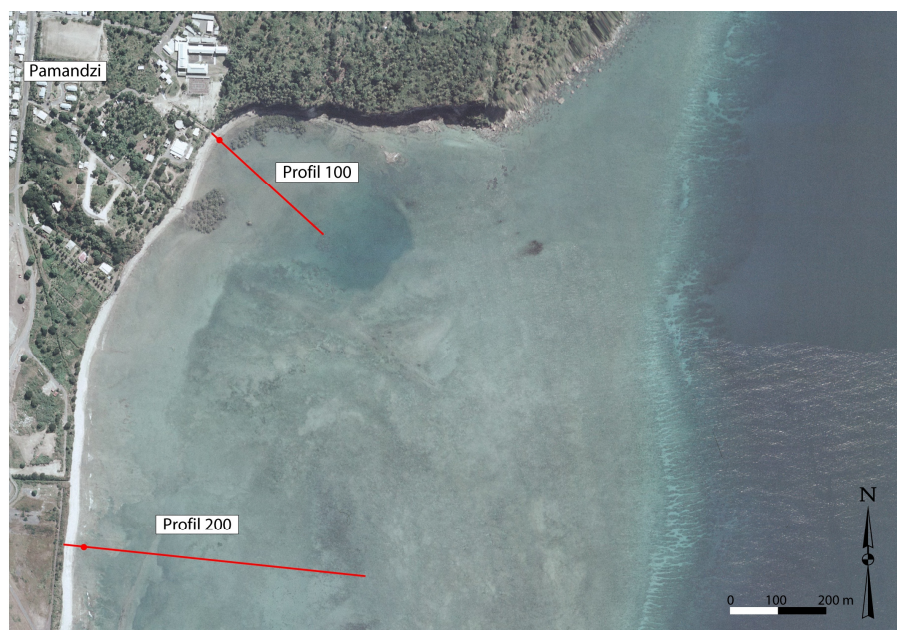
- Partie Nord du site (profil topographique 100 et pied de falaise) :

La plage, présente en septembre 2005 au pied de la falaise, a totalement disparu en février 2006, laissant la place à la plate-forme d'abrasion nue avec des blocs volcaniques de tailles décimétriques. Un autre changement visible, entre les deux campagnes, est un ajustement morphologique de l'estran, avec un « lissage » de la topographie entre les deux saisons (Illustration 7).

Le pied de falaise n'a pas évolué, les différences visibles entre les suivis topographiques (Illustration 8) sont dues à la disparition du sable au contact falaise/plage : comme le niveau de sable a baissé, la distance a varié par rapport au repère topographique.

- Partie Sud du site (profil topographique 200 et pied de falaise) :

Ce secteur a très peu évolué (Illustration 7). Un « relèvement » de l'extrême sommet du profil (au contact avec la falaise) est toutefois observé. De nombreux trous de pontes de tortues ont été observés en haut de plage.



fond photographique : IGN, 2003

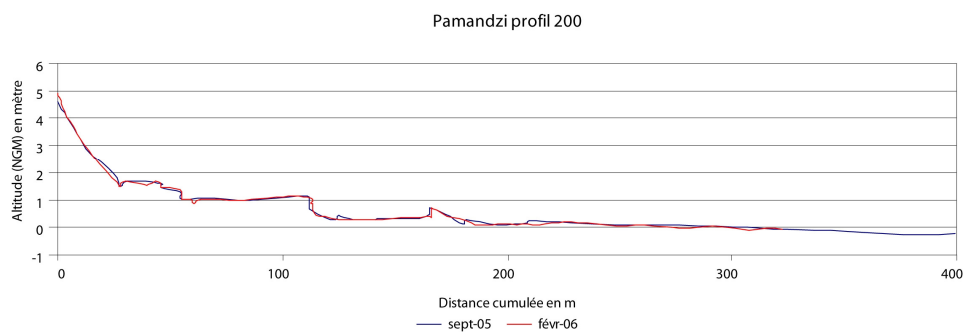
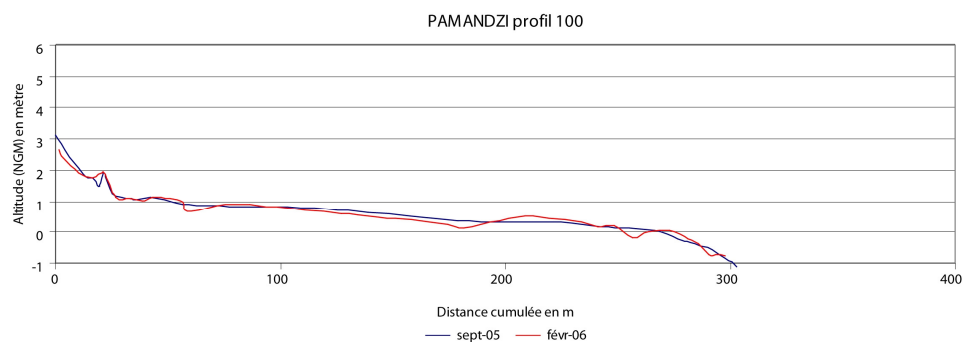


Illustration 7 – Profils topographiques du site de Pamandzi (source GEODAL)

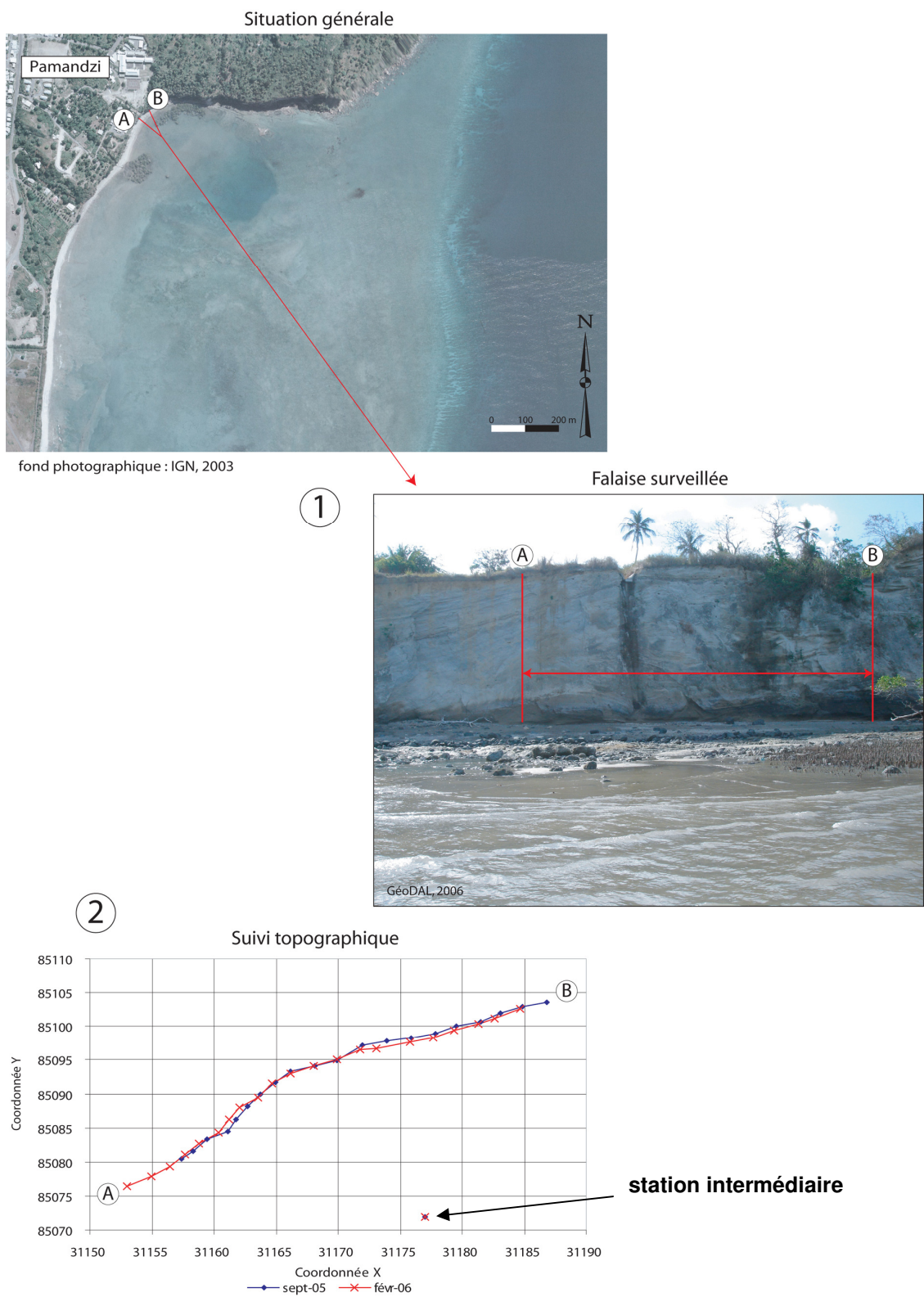


Illustration 8 – Suivi du pied de falaise Nord (source GEODAL)

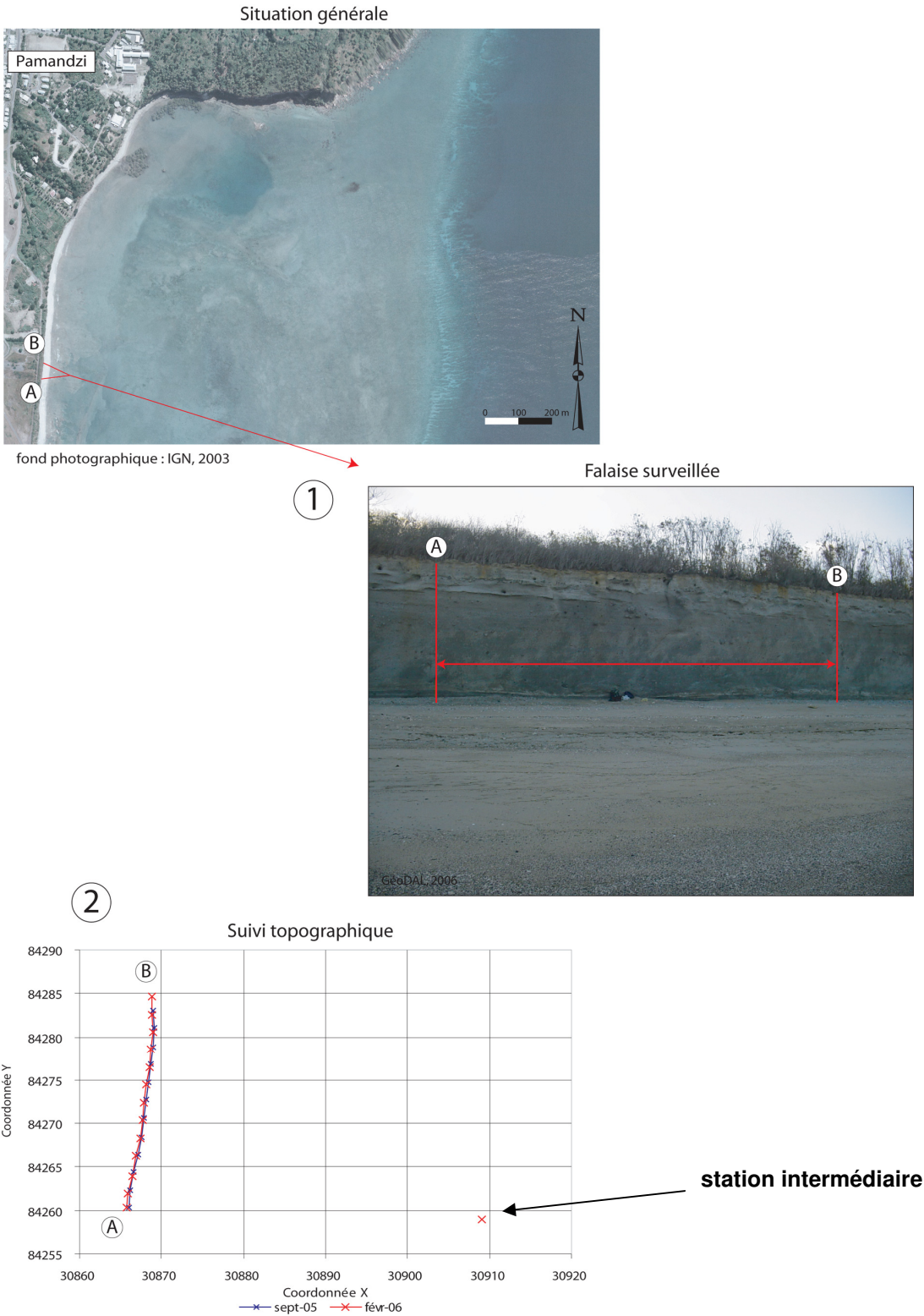


Illustration 9 – Suivi du pied de falaise Sud (source GEODAL)

La position du pied de falaise ne montre, quant à elle, aucune variation significative.

Cette variation du plancher sableux semble montrer un effet de dérive littorale du nord vers le sud avec un transfert du stock de sable de l'estran nord, en érosion, vers l'estran sud, en accrétion au pied de falaise.

Ce transfert est lié à un effet de saisonnalité du régime général de houle dans ce secteur exposé directement à l'influence hydrodynamique du large.

En situation d'été austral, les houles en provenance du nord sont statistiquement et énergétiquement plus importantes. C'est l'inverse en hiver austral. Un renversement de situation au cours des prochains mois est donc à attendre.

4.2. SITE DE SOULOU

Le site de Soulou se situe sur la façade ouest de Grande-Terre, au fond de la baie du même nom.

Contexte

Ce site est caractérisé par des micro-falaises d'environ 2 m de hauteur et composées de matériaux latéritiques (faciès d'altération). Végétalisées sur leur partie supérieure (bois et cocoteraie), elles présentent un abrupt sub-vertical et des encoches d'érosion marquées par la chute des arbres en contrebas (Illustration 10). Dans la partie est de la baie, les micro-falaises se font de plus en plus petites et rejoignent l'estran au niveau de la rivière « Mroni Batirini » (Illustration 10).

Submergée à marée haute, la baie est constituée d'un large estran vaseux fermé, à l'Est et à l'Ouest, par la mangrove.



*Illustration 10 – Micro-falaises de Soulou à l'Ouest (A) et à l'Est (B) de la baie
(février 2006 – mission BRGM/GEODAL)*

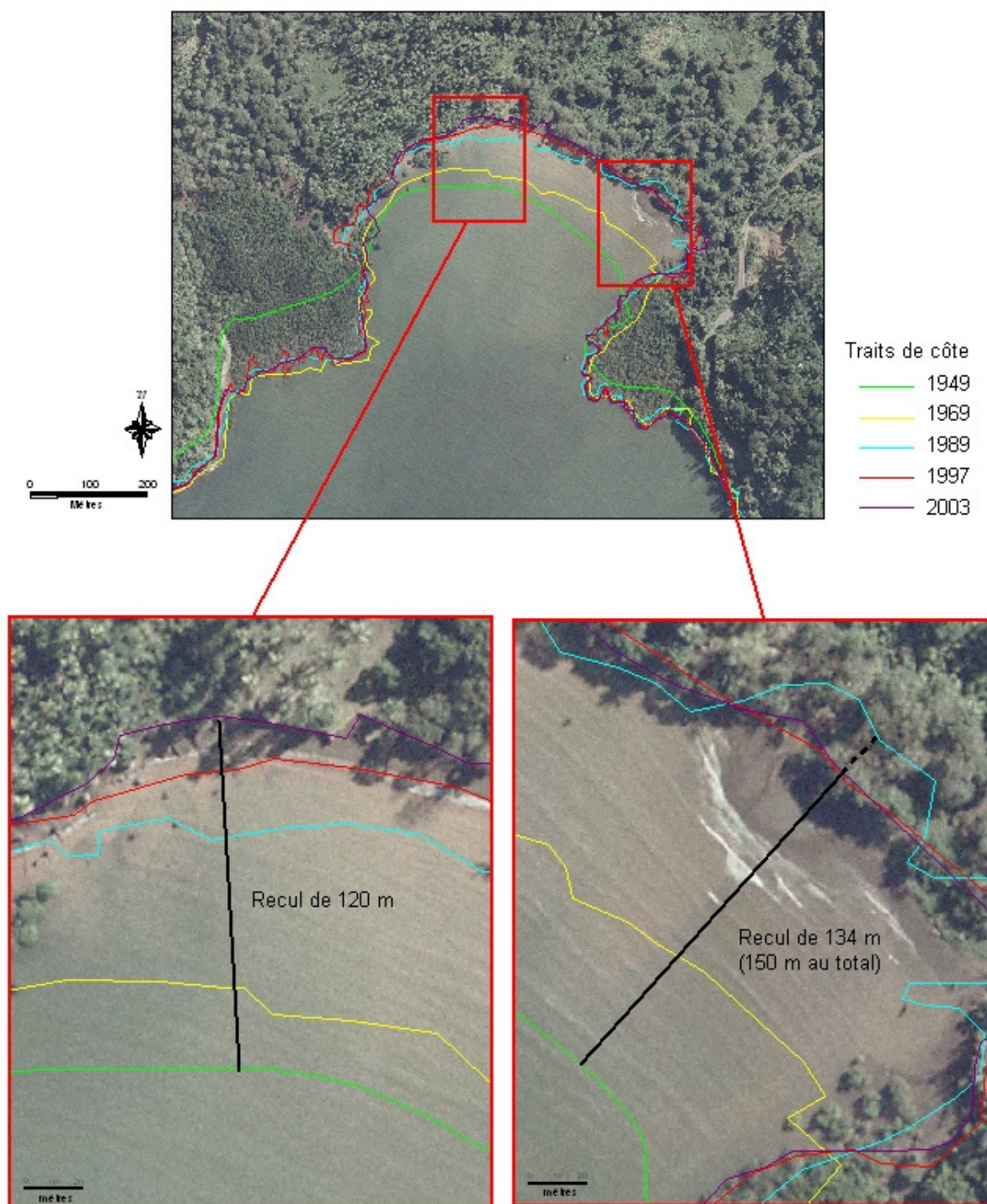


Illustration 11 – Variations du trait de côte des micro-falaises de Soulou
(Orthophotographie IGN – 2003)

Sur le plan morphogénique, la baie, très profonde, est très abritée et le rôle de la marée semble ici prépondérant. Les écoulements de surface concentrés dans quelques cours d'eau participent également au recul en creusant des encoches d'érosion.

Peu anthropisé, le site se caractérise aujourd'hui surtout par les activités agricoles liées à la cocoteraie située dans la partie Nord-Ouest. Il semble, en outre, que la baie ait accueilli par le passé une ancienne activité sucrière (à proximité se trouvent les ruines d'une usine) qui serait responsable du défrichement de la mangrove pour ses besoins industriels (bois et construction d'un débarcadère).

Evolution historique

L'évolution à l'échelle pluri-décennale est basée sur la partie haute de l'abrupt de la micro-falaise. Sur l'image (Illustration 11), ce trait de côte est représenté par la limite des arbres en haut d'estran. Le front de la mangrove a été choisi lorsque le trait de côte est en contact avec ces formations arbustives. La marge d'erreur a été calculée à partir de la route à l'Est du site. Elle est évaluée à environ 8 m.

L'évolution du trait de côte a été mesurée le long de deux profils, l'un à l'Ouest à proximité de la cocoteraie et l'autre à l'Est au niveau de l'exutoire de la rivière « Mroni Batirini ».

L'analyse (Illustration 11) fait apparaître un recul très important de 1949 à 2003 de l'ordre de 120 m à l'Ouest et 134 m à l'Est soit une très forte vitesse moyenne d'érosion annuelle, d'environ 2,5m/an sur la période.

Dans le secteur ouest, où les micro-falaises sont le plus hautes, le recul est continu avec une accélération dans les années 70 ou 80 (on passe de 1,50m de recul annuel à 3,00m/an - Illustration 12). Depuis la fin des années 80, le recul s'effectue à vitesse constante de l'ordre de 3m/an.

Le secteur est, plus bas, connaît une érosion record avec une vitesse de recul de 5m/an entre 1969 et 1989. En revanche, la tendance érosive s'inverse entre 1989 et 1997 (progradation de l'ordre de 20 m) puis se stabilise. Cette avancée du trait de côte s'explique par la présence de la rivière qui, pendant la période 1989-1997, a apporté une grosse quantité de sédiments suite à des épisodes pluvieux importants.

Le recul considérable de cette côte révèle l'important déséquilibre du milieu avec les agents de forçage actuels. La théorie d'un défrichement ancien de la mangrove en fond de baie reste la meilleure explication mais aucun élément n'apparaît en ce sens à l'échelle des 50 dernières années. Au contraire, les images montrent un net développement de la mangrove (surtout à l'ouest) entre 1949 et 1969 (Illustration 11). Des restes de souches de *Ceriops tagal* et *Sonneratia alba* (HOLLEY, 2003) présentes en fond de baie semblent néanmoins confirmer cette théorie.

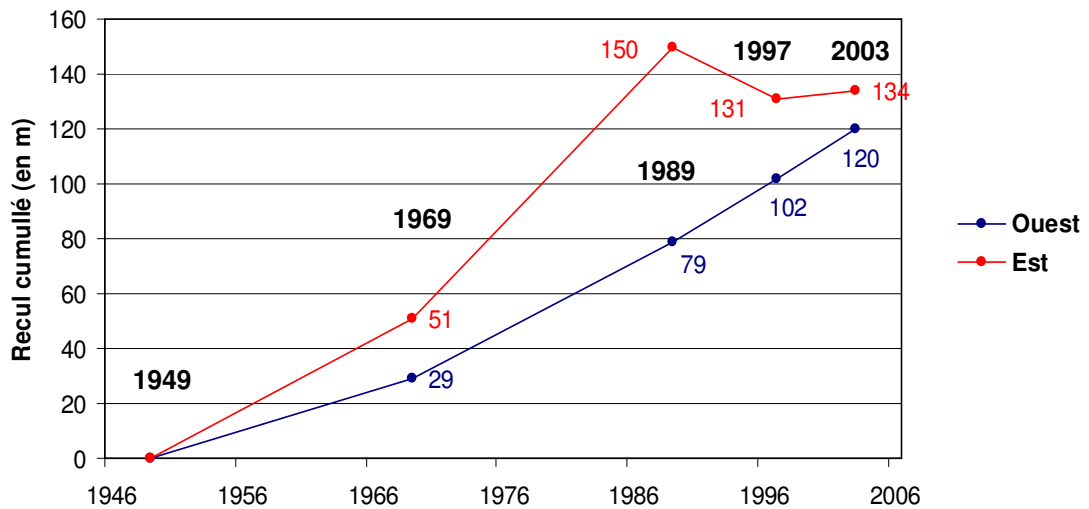


Illustration 12 – Evolution du recul des micro-falaises par années

Evolution actuelle

Les mesures topo-bathymétriques ont été réalisées sur deux profils, à l'Est et à l'Ouest dans les mêmes zones que pour l'analyse des photographies aériennes (Illustration 13).

- Partie Est (Profil100) :

Avec les fortes pluies de la saison humide, la rivière a totalement remanié son embouchure. Cela s'est traduit par un changement du profil général de cette partie de la baie, avec une érosion en haut d'estran et une dispersion des sédiments vers le bas du profil sous l'action des eaux de la rivière.

- Partie Ouest (Profil 200) :

Le suivi de la micro-falaise, dans l'axe du profil P200, ne montre aucun changement. En revanche, la micro-falaise située entre les deux profils semble avoir subi un recul important.

L'érosion du haut de l'estran a lieu à marée haute, lorsque le clapot grignote la micro-falaise et l'attaquent progressivement à chaque cycle de marée. Le substrat (large horizon de sol latéritique) est d'autant plus facilement déblayé par la mer qu'il est flué par les eaux d'infiltration (Illustration 14).

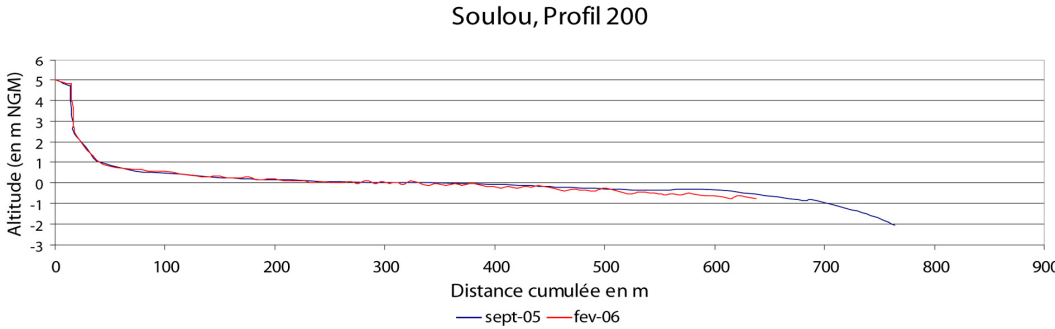
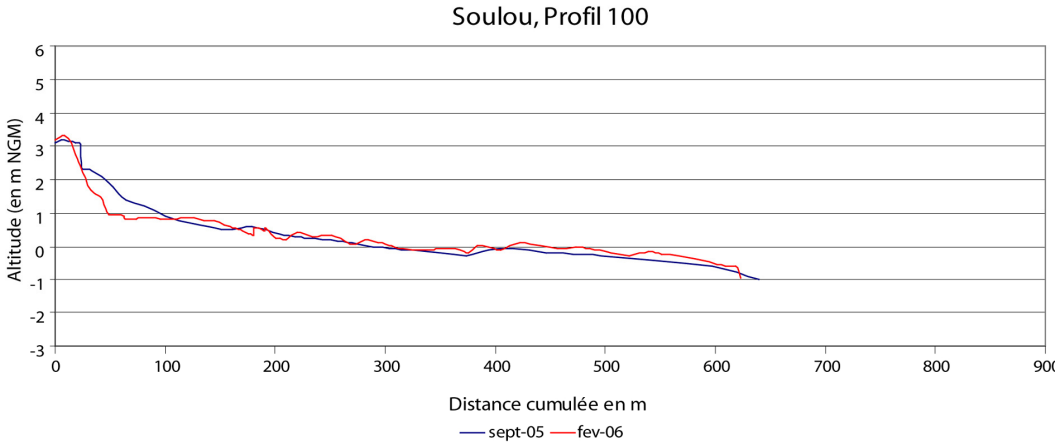
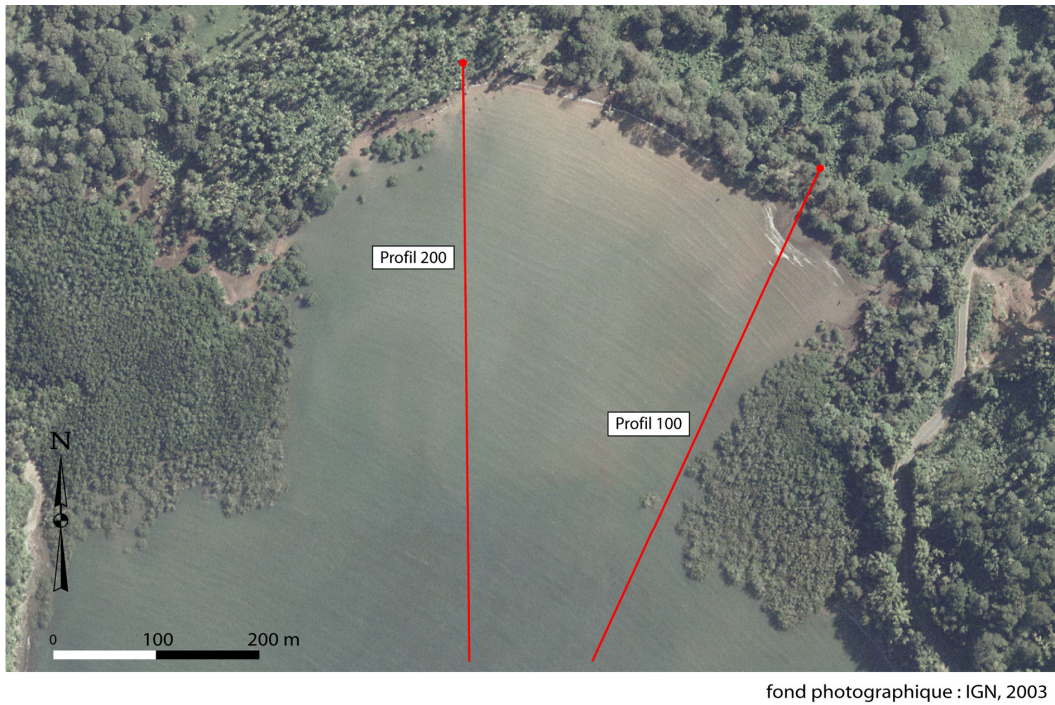


Illustration 13 – Profils topographiques de la baie de Soulou (source GEODAL)



*Illustration 14 – Encoche d'érosion régressive liée à la présence d'un cours d'eau
(février 2006 – mission BRGM/GEODAL)*

Ce phénomène érosif combiné se manifeste donc par le creusement de petites encoches qui évoluent de façon latérale et régressive. C'est une évolution toujours très active aujourd'hui, comme le suggère la présence de nombreux arbres encore vivants sur l'estran (Illustration 10).

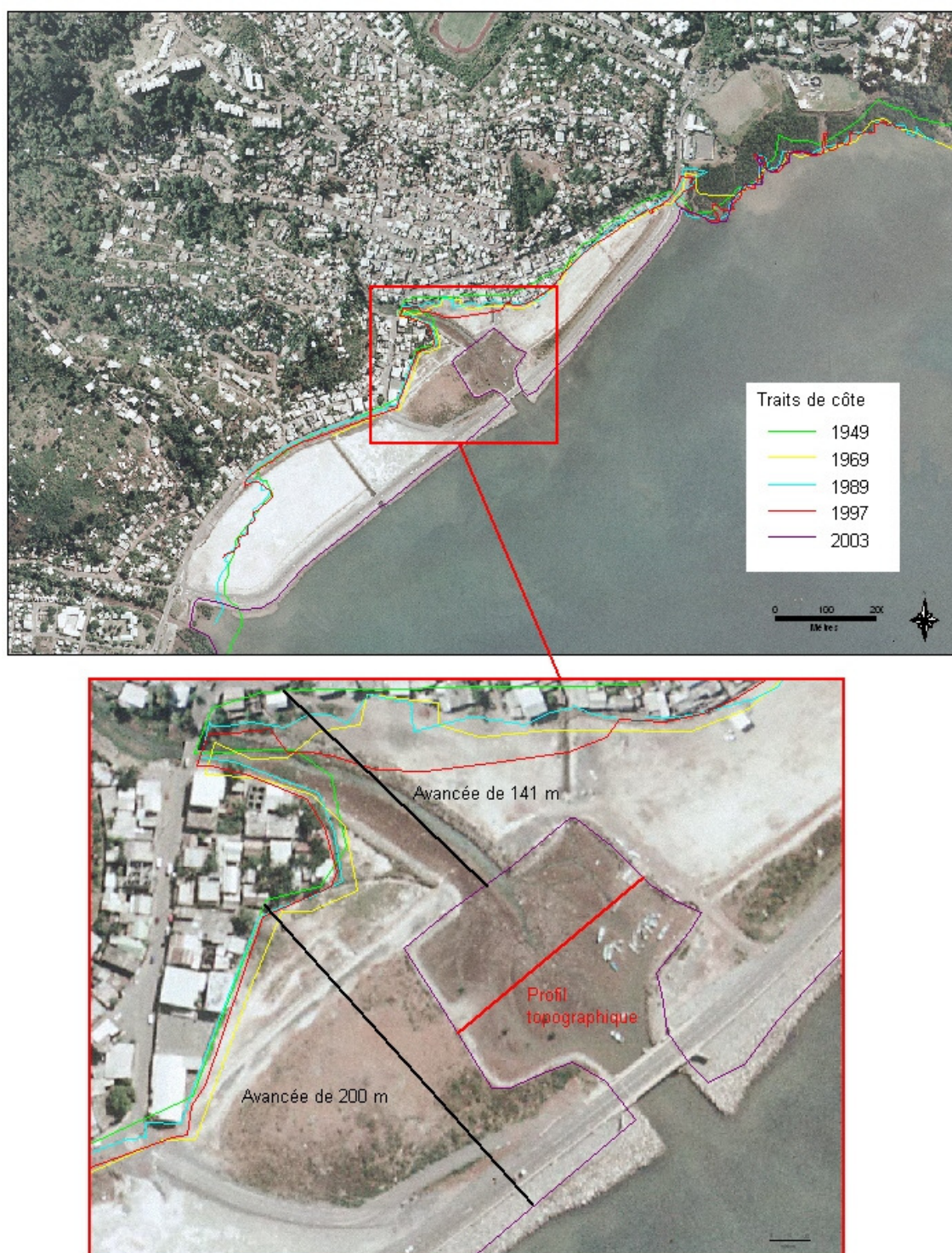
4.3. SITE DE MTSAPERÉ

Le site de Mtsapéré se situe au Sud de Mamoudzou sur la façade Est de Grande Terre.

Contexte

L'aménagement de la déviation de la RN2 au niveau de l'embouchure de la rivière Majimbini à M'Mtsapéré (commune de Mamoudzou) est caractérisé par la présence d'un petit port, équipé d'une rampe pour la mise à l'eau des bateaux de pêche.

La sortie de ce port vers le large est confrontée à un problème d'envasement consécutif aux apports de la rivière et de son confinement.



*Illustration 15 – Variations du trait de côte de Mtsapéré
(Orthophotographie IGN – 2003)*

Evolution historique

Etant donné que le port de pêche de Mtsapéré est totalement artificiel et que sa construction n'apparaît que sur la dernière campagne de 2003, l'intérêt de l'analyse des photographies aériennes est fortement réduit sur ce site.

Elle est basée sur un trait de côte correspondant à la partie haute de l'estran qui se caractérise le plus souvent par la limite de l'urbanisation. La marge d'erreur calculée à partir de la position du pont de l'ancienne nationale est de 6 m. L'analyse permet simplement de relever la modification du trait de côte liée au remblai de la déviation (Illustration 15). Le trait de côte résultant est totalement artificiel. La mangrove de part et d'autre du débouché de la rivière a été complètement remblayée.

Evolution actuelle

Le suivi topographique effectué en septembre 2005 et février 2006 dans le port de pêche (Illustration 15 ; Illustration 16), montre que les seuls changements à signaler concernent les chenaux d'écoulements de la rivière qui se sont légèrement déplacés, notamment avec le débit supérieur de la rivière en saison humide. Le niveau de base n'a pas varié, et aucune érosion ou accrétion ne sont constatées.

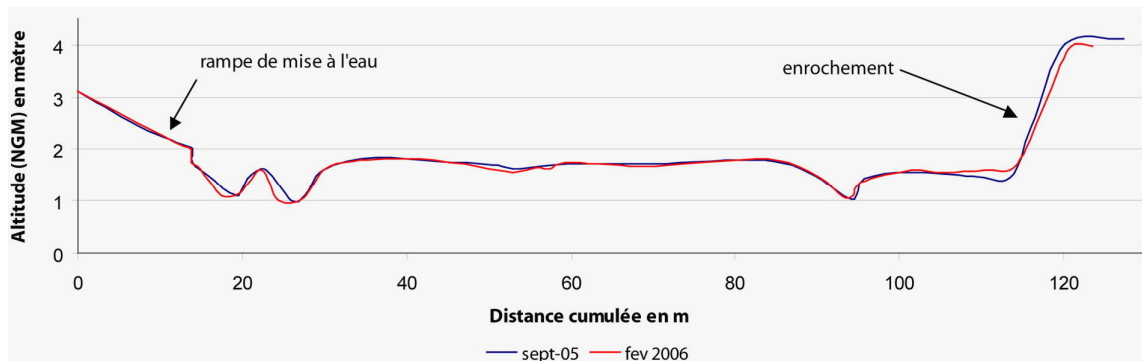


Illustration 16 – Profil topographique du port de Mtsapéré (source GEODAL)

En revanche, un développement de nombreux palétuviers est observé dans diverses parties du port (Illustration 17), qui pourrait à moyen terme entraîner des problèmes supplémentaires pour l'écoulement des eaux.



*Illustration 17 – Pousses de palétuviers Rhizophora dans le port
(février 2006 – mission BRGM/GEODAL)*

4.4. SITE DE PASSAMAINTI

Le site de Passamainti se situe juste au Sud de Mtsapéré, sur la façade Est de Grande-Terre.

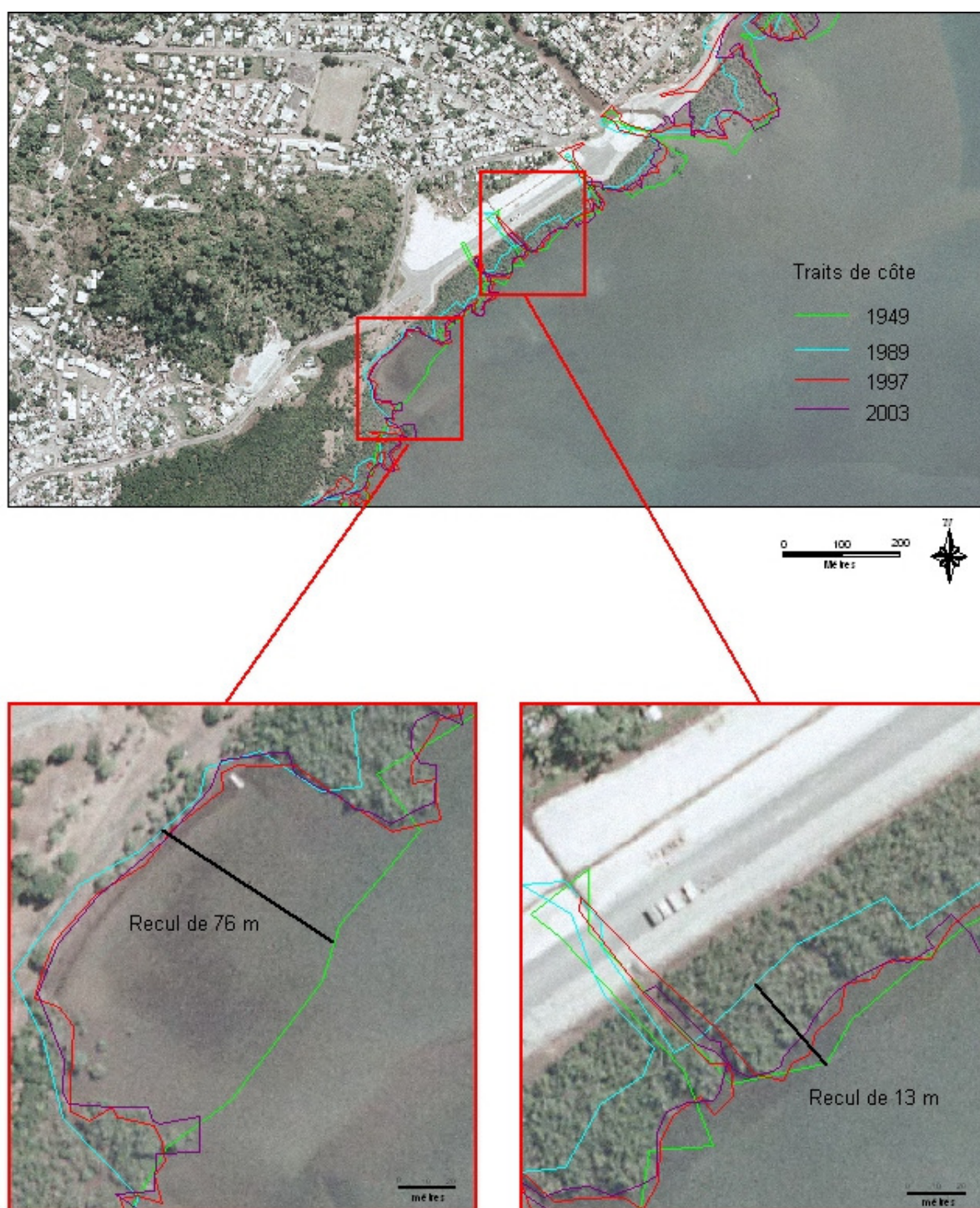
Contexte

Ce site est localisé le long de la déviation de la RN2. Il s'agit d'une zone fortement modifiée par des aménagements lourds (remblais, modification du trait de côte). C'est ce constat qui a motivé la surveillance de ce site dans l'optique d'observer l'impact des aménagements sur la mangrove.

L'hydrodynamisme de cette partie du littoral est faible. En effet, les houles sont réfractées à plusieurs kilomètres du rivage par la barrière récifale et la présence d'îles (Petite-Terre, îlot Bouzi) offre une protection supplémentaire. Cette faible agitation explique le développement ancien de la mangrove sur cette portion du littoral.

Evolution historique

Le trait de côte correspond au front de mangrove (Illustration 18) et la marge d'erreur a été calculée à environ 6 m à partir de l'intersection de deux routes. L'analyse pour ce site ne comprend pas d'image de 1969, l'image de cette zone étant manquante dans la campagne.



*Illustration 18 – Variations du trait de côte de Passamainti
(Orthophotographie IGN – 2003)*

Deux profils ont été réalisés sur la zone, l'un au sud au niveau de la plage « ouverte » dans la mangrove et l'autre plus au Nord, en avant de la déviation de la RN2.

L'analyse fait donc apparaître, entre 1949 et 2003, un recul du front de mangrove de l'ordre de 76 m au Sud et 13 m au Nord.

En 1949 la mangrove qui longeait le rivage était continue. Elle a donc été profondément réduite au niveau du secteur Sud. L'importance et la localisation de la surface déboisée (78 m de recul entre 1949 et 1989 - Illustration 19) excluent une évolution naturelle, la mangrove ayant dû être défrichée entre ces deux dates. La courbe montre une légère reprise du développement de la mangrove « Sud » entre 1989 et 1997 avant un nouveau léger recul dans les 6 dernières années.

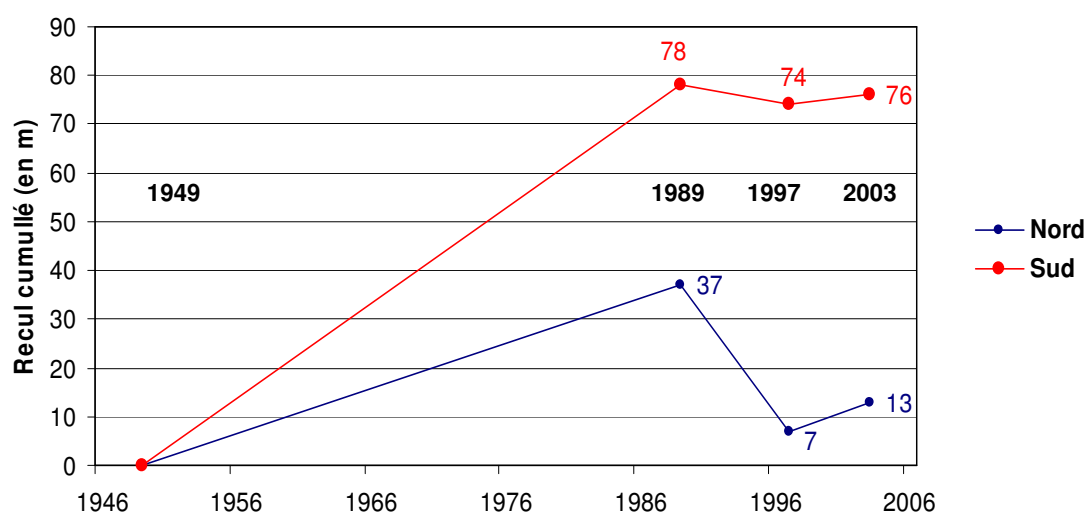


Illustration 19 – Evolution par années de la mangrove de Passamainti

Dans la partie Nord, bien que l'arrière-mangrove ait été largement remblayée lors de la construction de la route, le front de mangrove semble avoir subi un impact moins important. La tendance globale reste la même qu'au Sud avec un recul important jusqu'en 1989, une phase de progradation jusqu'en 1997 puis une légère reprise du recul jusqu'en 2003.

Il semble donc que la mangrove de Passamainti connaisse une période de « répit » depuis 1989.

Evolution actuelle

Le suivi topographique a également été réalisé sur deux profils, au Nord et au Sud, dans les mêmes zones que celles étudiées par photographie aérienne (Illustration 21). Pour des raisons techniques (visibilité du prisme du tachéomètre), le profil Nord (Profil 200) passe dans une « allée » ouverte dans la mangrove.

Le suivi confirme le faible hydrodynamisme de la zone. Peu de modifications sont notables au Sud (profil 100) ; seules de faibles variations au niveau des cordons sableux sont observées, en relation notamment avec les conditions marégraphiques lors des différents levés topographiques (bermes de marées).

Cette stabilité des formes littorales est encore plus flagrante pour le profil 200, où aucun changement topographique n'a été observé, la partie amont de ce profil se trouvant au sein de la mangrove. Cette dernière, malgré la présence des remblais en arrière, semble être en bonne santé (Illustration 20).

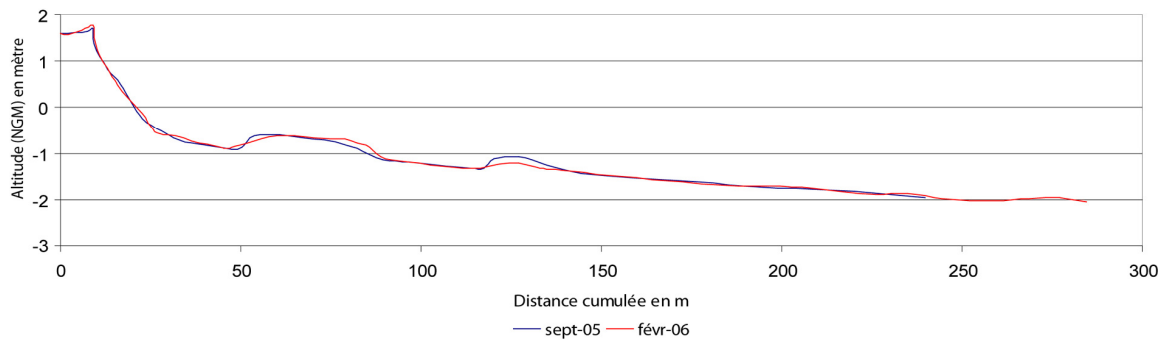


*Illustration 20 - Mangrove au niveau du profil 200 – Nord
(septembre 2005 – mission BRGM/GEODAL)*



fond photographique : IGN, 2003

Passamainti Profil 100



Passamainti Profil 200

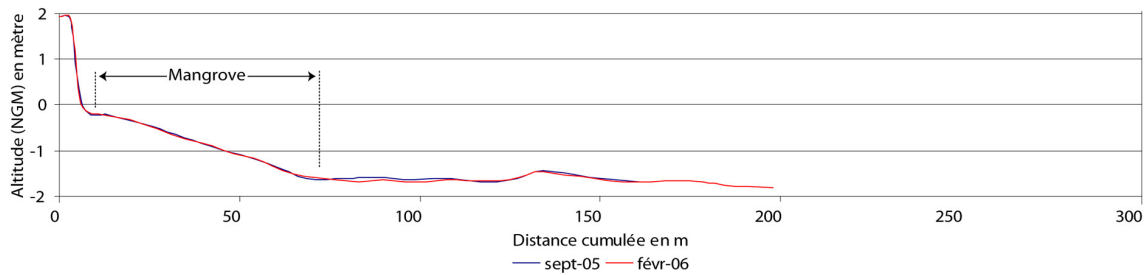


Illustration 21 – Profils topographiques du site de Passamainti (source GEODAL)

4.5. SITE DE SADA

Le site de Sada se trouve sur la façade Ouest de Grande-Terre.

Contexte

Ce site constitue un exemple de plage en zone urbaine, Sada étant la ville la plus importante de Grande-Terre après Mamoudzou. Toute la longueur de l'arrière-plage est en effet aménagée. La partie Sud, particulièrement artificialisée, est caractérisée par un important aménagement de front de mer et protégée par un enrochement (Illustration 22). Le reste Nord de la plage est jalonné d'habitations et d'équipements urbains.



*Illustration 22 - Enrochement au Sud de la plage
(février 2006 – mission BRGM/GEODAL)*

Evolution historique

L'analyse de l'évolution du trait de côte du site de Sada a rencontré un certain nombre de problèmes techniques. Tout d'abord, compte-tenu des variations importantes du niveau de la marée sur les clichés, il n'a pas été possible de prendre le contact terre-mer comme trait de côte de référence. C'est donc le haut de plage en contact avec la végétation qui a été pris en compte.

En outre, l'analyse ne repose ici que sur 3 campagnes, les clichés de 1961 présentant un trop gros décalage de géoréférencement (supérieur à 15 m) tandis que le cliché de 1997 est trop surexposé pour que le haut de plage soit identifiable.

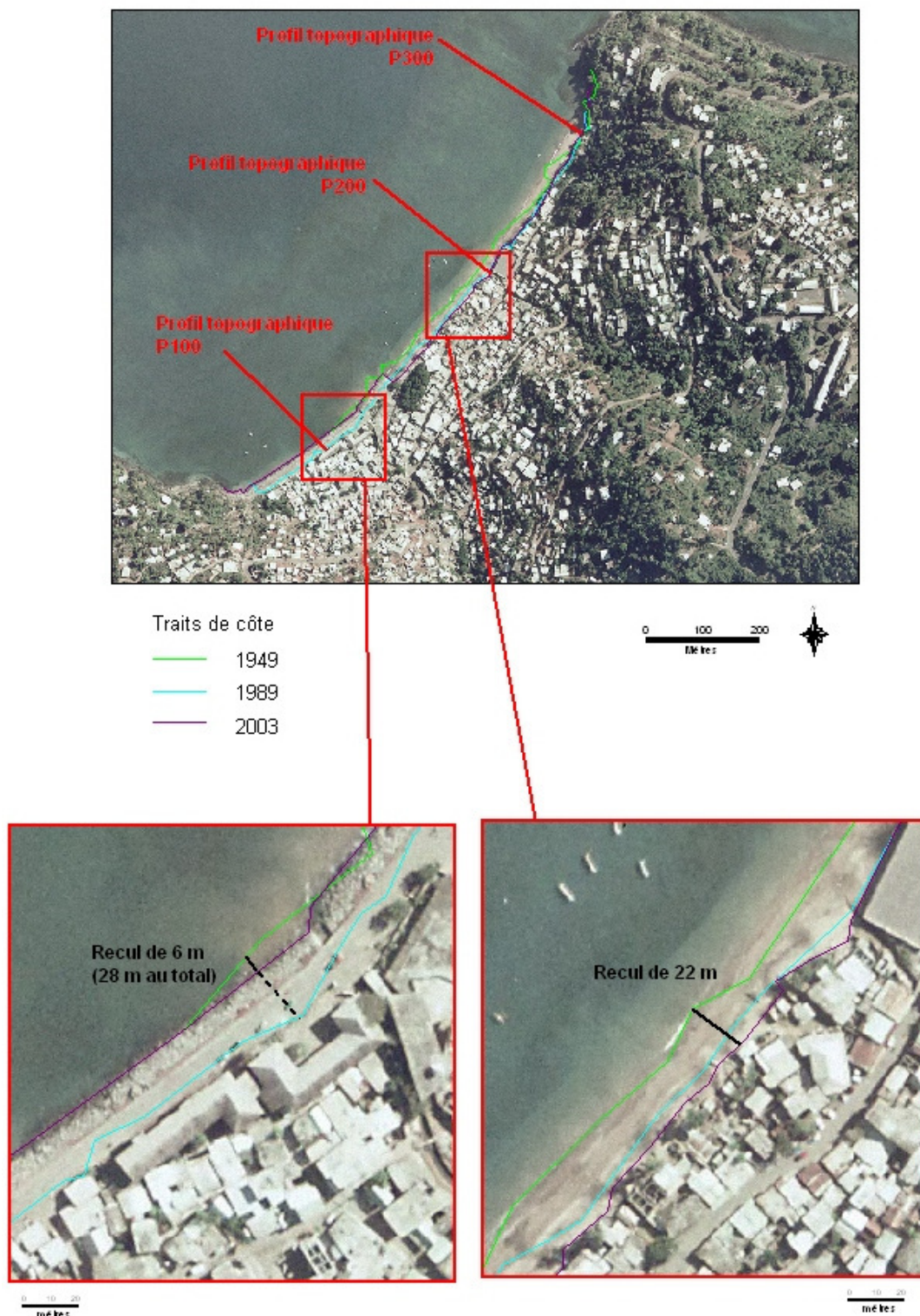


Illustration 23 – Variations du trait de côte du site de Sada (Orthophotographie IGN – 2003) et localisation des profils topographiques

La campagne de 1949 a pu être conservée mais la seule image exploitable ne couvre pas la totalité de la plage (partie Sud tronquée). La marge d'erreur sur les images retenues est de l'ordre de 5 m.

L'analyse montre un recul marqué entre 1949 et 2003 (Illustration 23). Deux profils ont été mesurés, l'un au Sud au niveau de l'enrochement et l'autre au Nord au devant des habitations.

De 1949 à 1989, l'analyse fait apparaître le rôle du déboisement sur la position de la plage. En effet, en 1949 la ville de Sada n'existe pas et le littoral est largement boisé alors qu'en 1989, les habitations situées en front de mer ont conduit au défrichage des arbres et par la même à la disparition de la berme de haut de plage sur laquelle ils avaient poussé. Le trait de côte recule donc de manière significative d'environ 16 m au Nord et de 28 m au Sud soit une vitesse d'érosion avoisinant 1m/an en moyenne (Illustration 24).

	1989	2003
Nord	16	22
Sud	28	6

Illustration 24 – Recul du trait de côte par rapport à 1949 (en m)

Entre 1989 et 1997, la densité d'habitations est stable mais la végétation rampante se raréfie, sans doute du fait du piétinement, ce qui conduit à reculer encore la position du trait de côte d'environ 6 m sur la partie Nord de la plage.

Au Sud, la construction du front de mer se fait directement sur la plage, déjà très érodée. Le trait de côte artificialisé avance donc jusqu'à retrouver quasiment sa position de 1949 (-6 m en 2003) mais la plage, remblayée, a totalement disparue.

Evolution actuelle

Le suivi topo-bathymétrique a été réalisé le long de trois profils, au Sud (P100), au centre (P200) et au Nord (P300) de la plage (Illustration 23).

Ces mesures de terrain permettent de confirmer la disparition totale de la plage au niveau du profil 100, le remblai se poursuivant directement sur l'avant-plage par un estran vaseux. Le sable est quasi inexistant en septembre 2005, et seul un léger plaquage sableux, large de quelques mètres, est présent en février 2006 (Illustration 25).

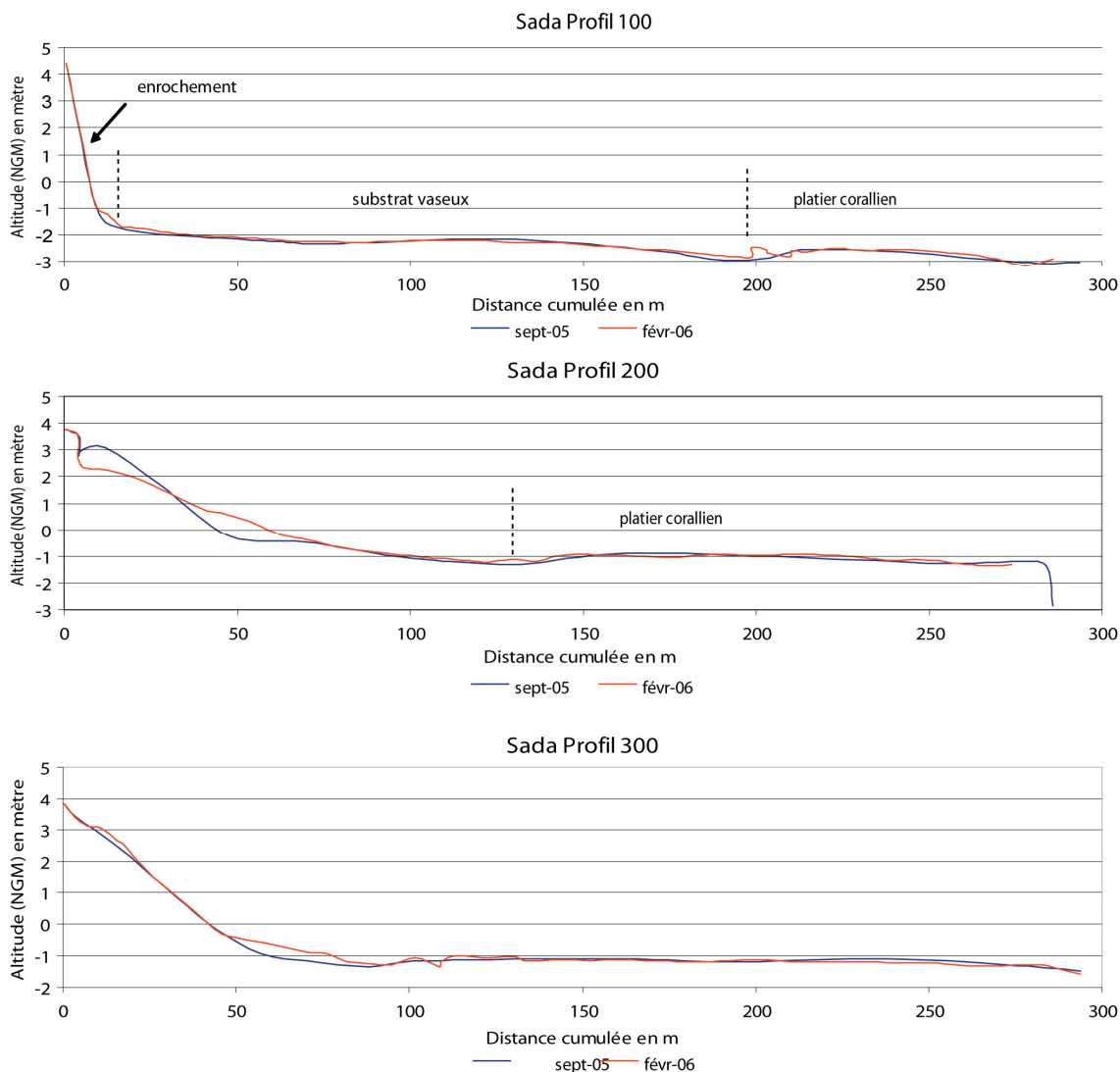


Illustration 25 – Profils topographiques de Sada (source GEODAL)

Pour le profil 200, le principal changement morphologique est dû à l'interaction avec le débouché canalisé d'un cours d'eau qui, avec la saison humide et l'augmentation de son débit, disperse les sédiments de haut de plage vers le bas de plage.

Cela a pour conséquence :

- l'apparition d'un petit talus d'érosion en haut de plage, de part et d'autre de la rivière ;
- l'apparition d'un cône deltaïque, bien visible sur le terrain et sur le profil topographique de février 2006.

Cette forme disparaîtra avec la fin de la saison des pluies, où seules les houles interviendront dans la dynamique littorale.



*Illustration 26 – Talus d'érosion en haut de plage lié au débouché d'un cours d'eau
(février 2006 – mission BRGM/GEODAL)*

Pour le profil 300, à l'extrémité Nord de la plage, un gain de sable, notamment en bas de plage, a pu être mesuré. L'origine de cette accrétion semble provenir, comme pour le profil 200 de la proximité d'une rivière et de la dispersion d'une partie des sédiments de son embouchure vers le bas de plage adjacent. (Illustration 26).

Ce site semble donc affecté par des transferts sédimentaires transversaux (du haut vers le bas de la plage) qui s'alternent à l'échelle saisonnière.

4.6. SITE DE NGOUJA

La plage de Ngouja se situe au sud-ouest de Mayotte, entre la baie de Mzouazia et celle de Kani, à l'extrémité de la pointe séparant ces deux baies.

Contexte

Le site de Ngouja (Illustration 27) est caractérisé par une plage relativement longue pour Mayotte (environ 650 m). D'une soixantaine de mètres de largeur à marée basse, elle est quasiment submergée à marée haute. Elle est constituée de sables mixtes d'origines terrigène (limons, sables basaltiques) et biodétritique (débris coquillers et coralliens).

Sur le plan hydrodynamique, la plage est protégée par trois formations récifales car une seconde barrière récifale interne est présente dans cette partie du lagon (cf. rapport de phase 1). Elle est exposée aux houles provenant du secteur Sud-ouest.



*Illustration 27 – Plage de Ngouja
(septembre 2005 – mission BRGM/GEODAL)*

Cette plage est, en outre, très fréquentée par les tortues marines qui jouent un rôle non négligeable dans le remaniement de la berme de haut de plage, en creusant leur nids de ponte.

Un hôtel est implanté sur l'arrière-plage. On note une fréquentation touristique relativement importante pour Mayotte qui influe sur l'état de la végétation de la plage et le piétinement du haut de plage.

Evolution historique

Tout comme pour Sada, le niveau de la marée variant considérablement suivant les campagnes, c'est la partie haute de la plage qui a servi pour l'identification du trait de côte (limite de la végétation).

Toutes les campagnes ont cependant pu être conservées pour ce site mais avec une marge d'erreur tout de même importante (environ 10 m) et des problèmes d'interprétation de la position du trait de côte à cause d'une surexposition du cliché (1997) et d'ombres portées.

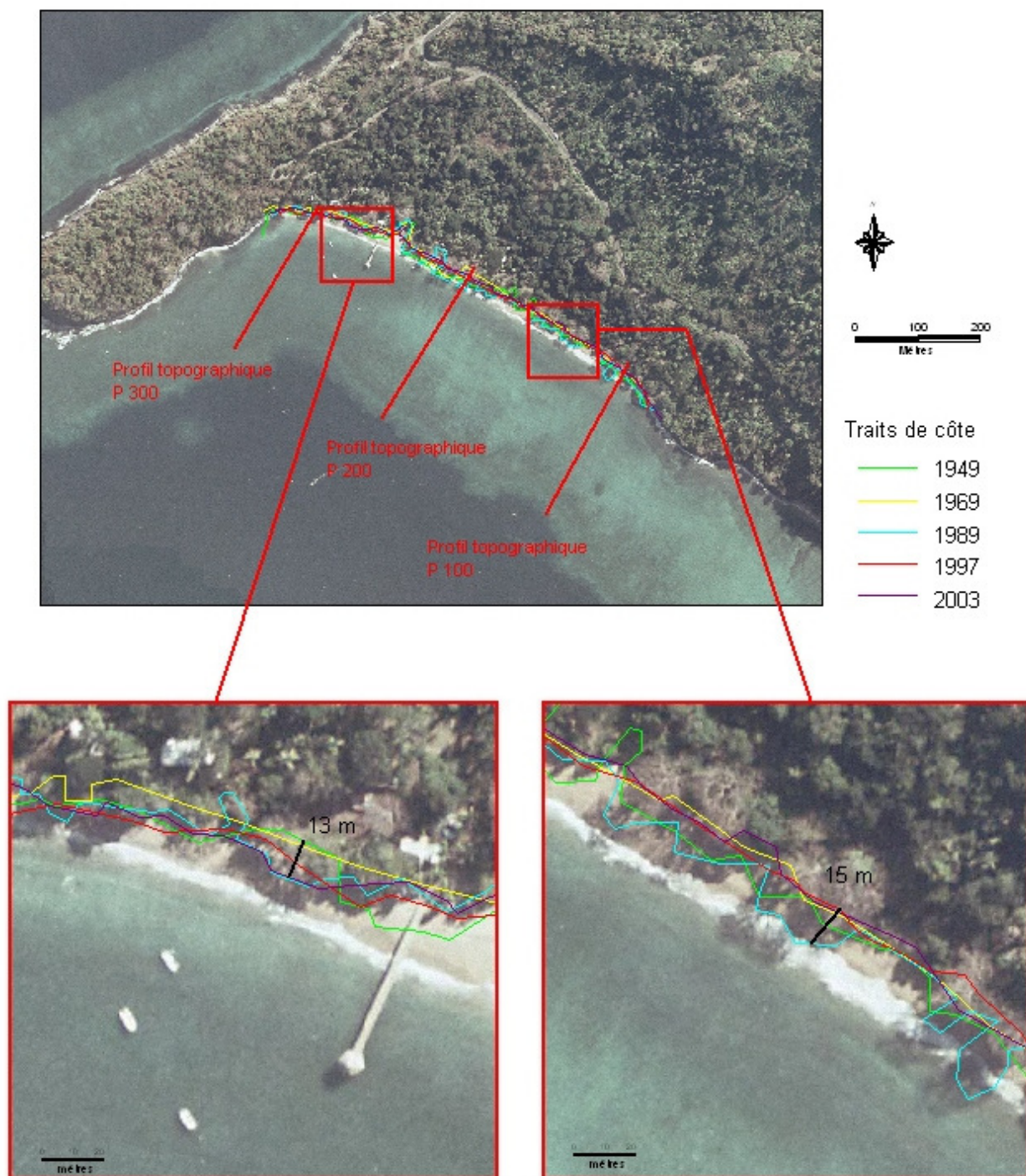


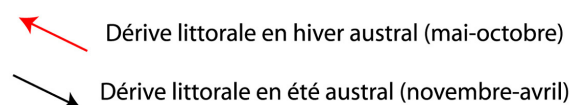
Illustration 28 – Variations du trait de côte de Ngouja (Orthophotographie de l'IGN – 2003) et localisation des profils topographiques

L'analyse (Illustration 28) fait surtout apparaître la stabilité du trait de côte (limite de végétation de la plage) à l'échelle pluri-décennale. En effet, compte-tenu de la marge d'erreur, les variations constatées (entre 13 et 15 m) ne sont pas significatives. En outre, l'entrelacement des traits de côtes (pas de tendance cohérente de manière générale) traduit davantage les incertitudes de géoréférencement que de réelles variations.

Le trait de côte de 1989 présente des « pics » de progradation liés à des avancées locales du couvert végétal au devant de la position générale des arbres (voir profil Est). Ces avancées peuvent traduire une chute importante des arbres du haut de l'estran suite aux événements cycloniques de 1984-85 (de gros baobabs sont aujourd'hui toujours couchés en haut de plage).

Evolution actuelle

Le suivi topo-bathymétrique du site a été réalisé sur 3 profils (Illustration 28). Ces profils permettent de mettre en évidence un transfert sédimentaire Est-Ouest le long de la plage (Illustration 30). En effet, le profil 100 indique une érosion tandis que le profil 300 présente une accumulation, le profil 200 restant à l'équilibre. Ces variations traduisent donc clairement un déplacement du sable du profil 100 vers le profil 300.



*Illustration 29 – Alternance du transport sédimentaire le long de la plage de Ngouja
(Source GEODAL)*

Ce phénomène est lié à la dérive littorale impulsée par l'obliquité des déferlements sur la plage. En fonction de l'orientation de la houle, les transports de sédiments changent

de direction. Lors des périodes de houles de nord-ouest (observées pendant l'été austral) la dérive littorale est de direction ouest-est, alors que pendant les périodes de houles de sud-est (dominantes pendant l'hiver austral) la dérive s'écoule dans le sens inverse de l'est vers l'ouest. Il y a donc une alternance saisonnière des transits longitudinaux. La vitesse de la dérive littorale dépend de la hauteur, de la période et de l'obliquité des vagues (Illustration 29).

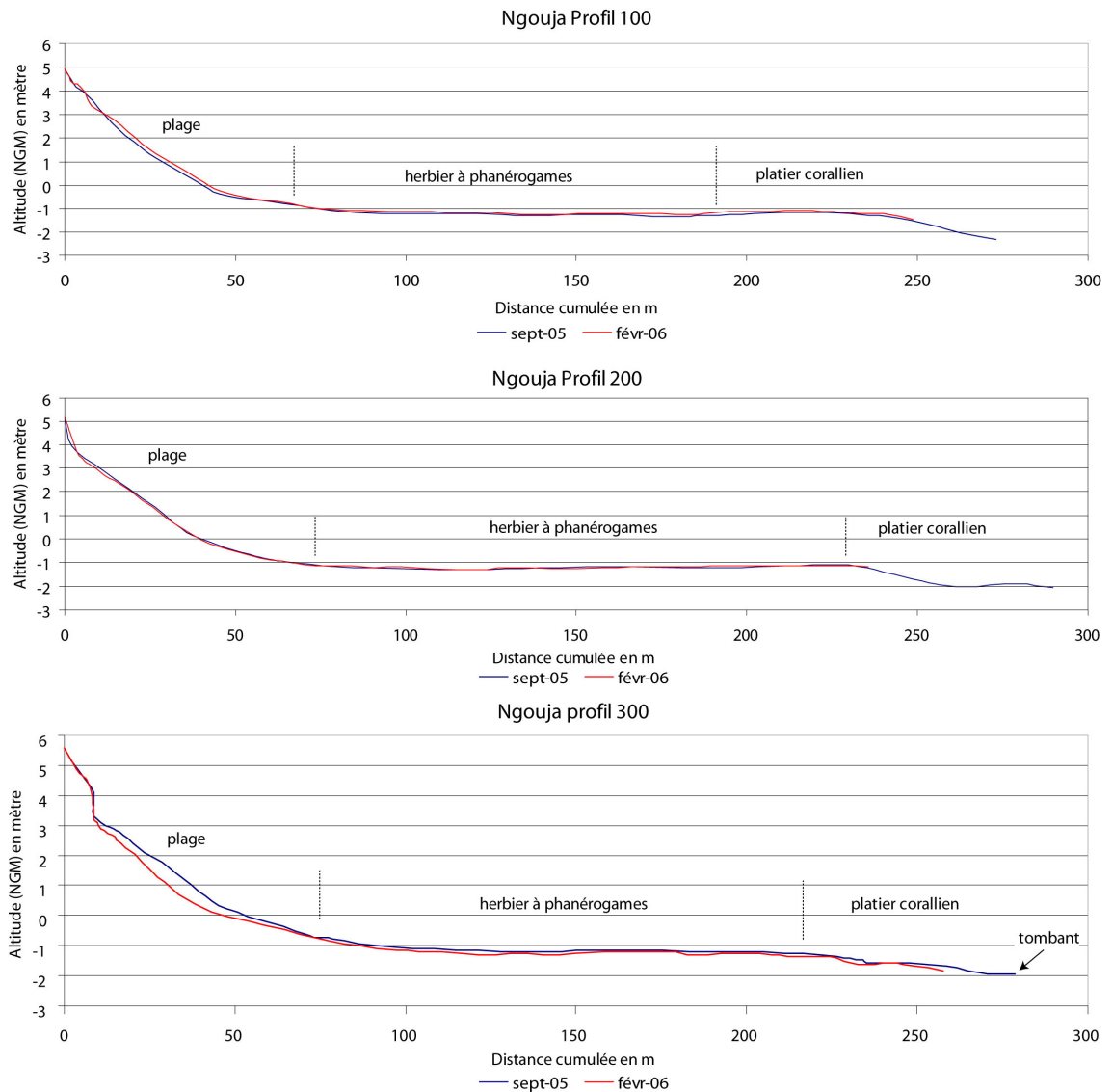


Illustration 30 – Profils topographiques du site de Ngouja (Source GEODAL)

En février 2006, de nombreux ravinements ont pu être observés (Illustration 31). Plus ou moins marqués sur l'ensemble du haut de plage, ils sont liés au ruissellement et à l'écoulement de l'eau provenant de l'arrière-plage. Si la majorité est due à l'écoulement naturel des eaux de pluie du versant vers la plage, une partie non-négligeable de ces formes d'érosion provient de l'écoulement induit par des surfaces imperméabilisées

(parking, route d'accès, toitures de la structure hôtelière, pelouses...). Ces ravinements ont pour conséquence une dispersion d'une partie des sédiments du haut de plage vers le bas de plage. Ceux-ci seront par la suite repris par les processus de transport liés aux vagues. Ce phénomène d'érosion du haut de plage disparaît normalement à la saison sèche, lorsque les houles constructives rétablissent le profil d'origine. Mais, si l'impact des surfaces aménagées devient trop important et provoque une érosion plus intense en haut de plage, un déséquilibre sédimentaire peut intervenir à moyen et long terme, et provoquer un amaigrissement de la plage.



*Illustration 31 – Ravinement de haut de plage lié au ruissellement
(février 2006 – mission BRGM/GEODAL)*

4.7. SITE D'ACOUA

Le site d'Acoua se situe au Nord-ouest de Grande-Terre, au fond de la baie du même nom.

Contexte

La plage d'Acoua est une plage de fond de baie (Illustration 32). Longue d'environ 600 m, elle est relativement large pour Mayotte (jusqu'à une centaine de mètres) avec une berme de haut de plage bien formée et localement végétalisée. Elle est constituée de

sédiments terrigènes sablo-vaseux apportés par la rivière « Mroni Kavani » dont le débouché, aujourd’hui canalisé, coupe la plage en son milieu.

L’arrière-plage est occupée par les infrastructures du village (muret, habitations et stade de football).

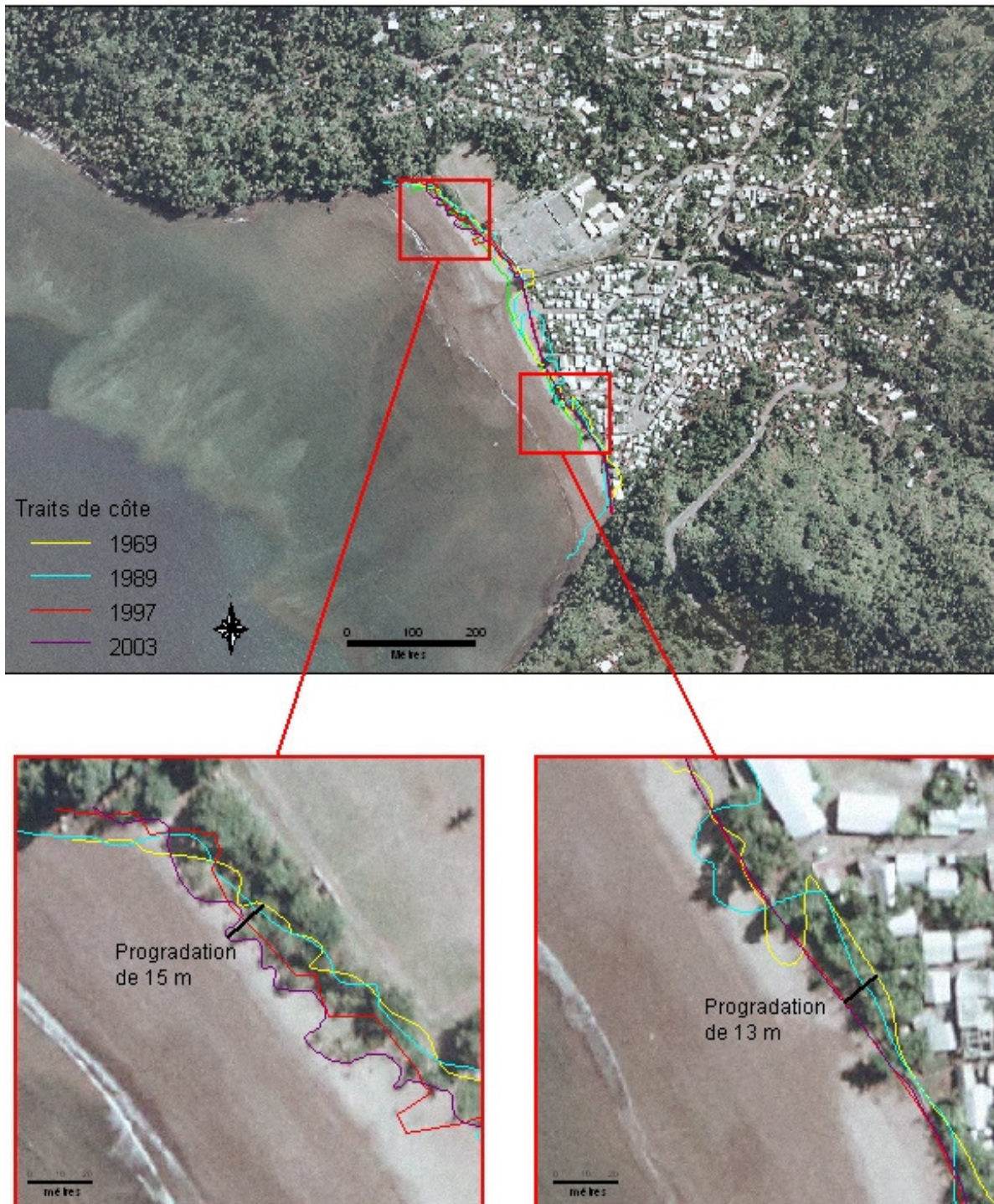


*Illustration 32 – Plage d’Acoua
(septembre 2005 – mission BRGM/GEAODAL)*

Evolution historique

L’analyse des photographies aériennes (Illustration 33) est basée sur un trait de côte défini comme la limite de végétation ou des aménagements en haut de plage. La marge d’erreur mesurée est satisfaisante et avoisine les 5 m.

En revanche, la campagne de 1949 a été exclue du fait de l’impossibilité d’évaluer la marge d’erreur (pas de repères fixes) et du résultat peu fiable de la digitalisation par rapport aux autres dates (décalages).



*Illustration 33 – Variations du trait de côte d'Acoua
(Orthophotographie IGN – 2003)*

L'analyse met donc en évidence une progradation du trait de côte de 13 à 15 m entre 1969 et 2003 soit +0,4m/an. Ces chiffres traduisent la tendance à l'accumulation sédimentaire de la plage en relation avec les apports terrigènes. Les sédiments apportés par la rivière sont redistribués sur l'estran pendant la marée montante et stockés en haut de plage. La végétation peut alors se développer sur le haut de plage : croissance des espèces rampantes de type *Ipoméa* et plantation récente d'arbres.

	Nord	Sud
1969	0	0
1989	2,2	5,2
1997	7,4	13,2
2003	15,2	13,2

Illustration 34 – Avancée du trait de côte d'Acoua de 1969 à 2003 (en m)

En revanche, dans la partie sud, si les habitations n'ont pas gagné sur la plage, le trait de côte a été « gelé » avec la construction d'un muret, ce qui explique qu'il n'y ait aucune variation notable entre 1997 et 2003 (Illustration 34).

Evolution actuelle

Le suivi topographique montre, de manière générale, que les différents profils de la plage sont plus marqués (augmentation de la pente de l'ordre de 1 à 1,5°) en février 2006 qu'en septembre 2005 (Illustration 35). Ce phénomène est à mettre en relation avec l'orientation de la baie qui permet aux houles de mousson d'être plus énergétiques que les houles d'alizés (avec l'orientation à l'ouest). Par conséquent, un redressement de l'ensemble des profils de plage est observé.

La plage, au niveau du profil 100, est influencée par la présence d'un écoulement, qui en saison humide, provoque l'apparition d'un chenal dans la berme de haut de plage.

Sur ce site, la dynamique de transport sédimentaire dominante semble donc être plus transversale que longitudinale.

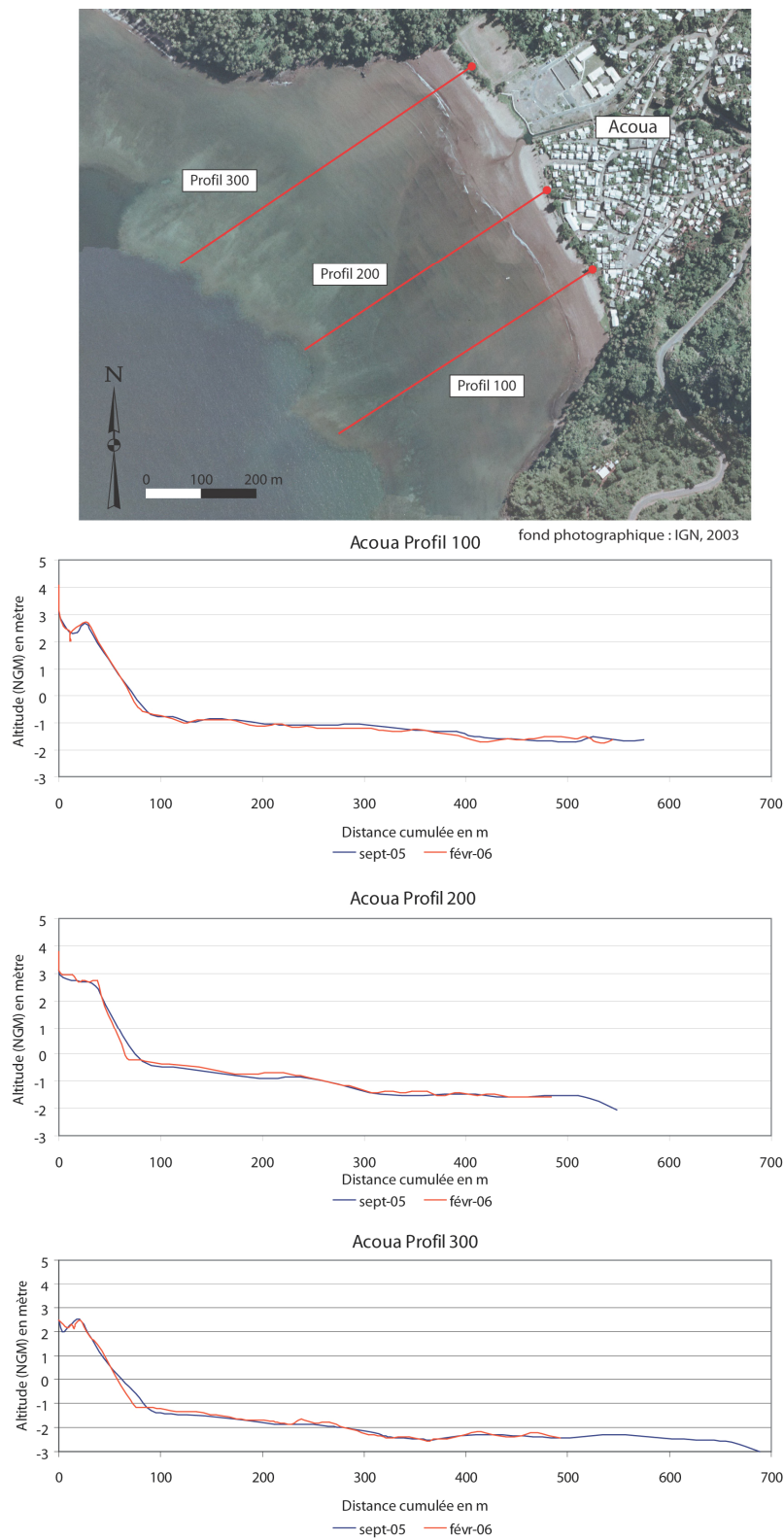


Illustration 35 – Profils topographiques de la plage d'Acoua (source GEODAL)

4.8. SITE DE DAPANI

Le site de Dapani se situe au Sud de Grande-Terre.

Contexte

Ce site est caractérisé par une mangrove qui colonise le fond de baie. Une plage s'étend sur la partie Est et une rivière (*Mroni Bé*) qui coupe la mangrove en deux s'écoule au centre de la baie.

Le site est peu aménagé : un kiosque sur la plage et les restes d'un parcours pédagogique en caillebotis dans la mangrove.

Evolution historique

Cette mangrove, connue pour sa régression record, a déjà fait l'objet de plusieurs études (Robbé, 2000 ; Holley, 2003 et Jeanson, 2005). D'après ces études la mangrove serait passée d'une superficie de 20,4 ha en 1949 à 8,5 ha en 2003.

L'évolution du trait de côte basée sur la position du front de mangrove confirme cette tendance (Illustration 37). La marge d'erreur calculée est de 3,5 m. L'image de 1949 n'a pas été conservée car sa qualité ne permettait pas de déterminer avec suffisamment de précision la position du trait de côte.

L'analyse montre une variation du trait de côte très différente à l'Est ou à l'Ouest de la rivière (Illustration 36). L'Est connaît la plus forte régression avec 160 m de recul entre 1969 et 2003 soit une vitesse moyenne d'érosion de 4,7m/an. La tendance montre, en outre, un ralentissement du recul à partir de 1989 même si celui reste important (-1,8 m/an à partir de 1989 au lieu de -6,7m/an avant 1989).

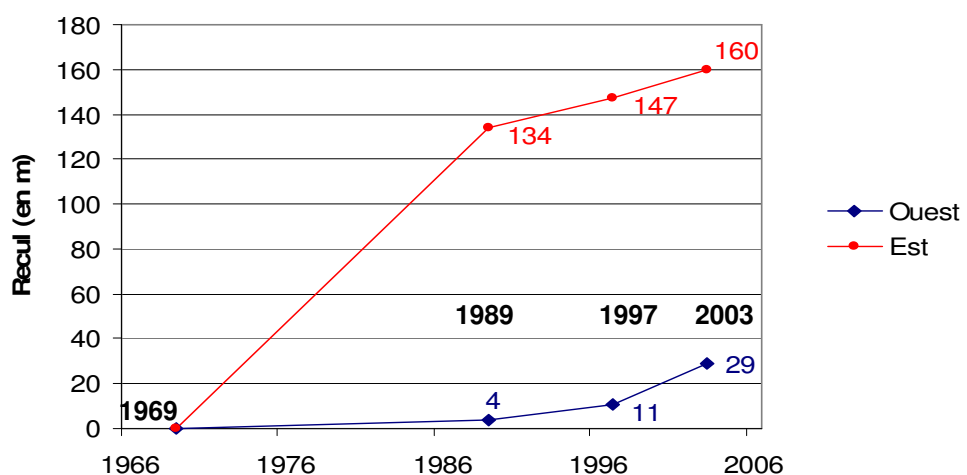
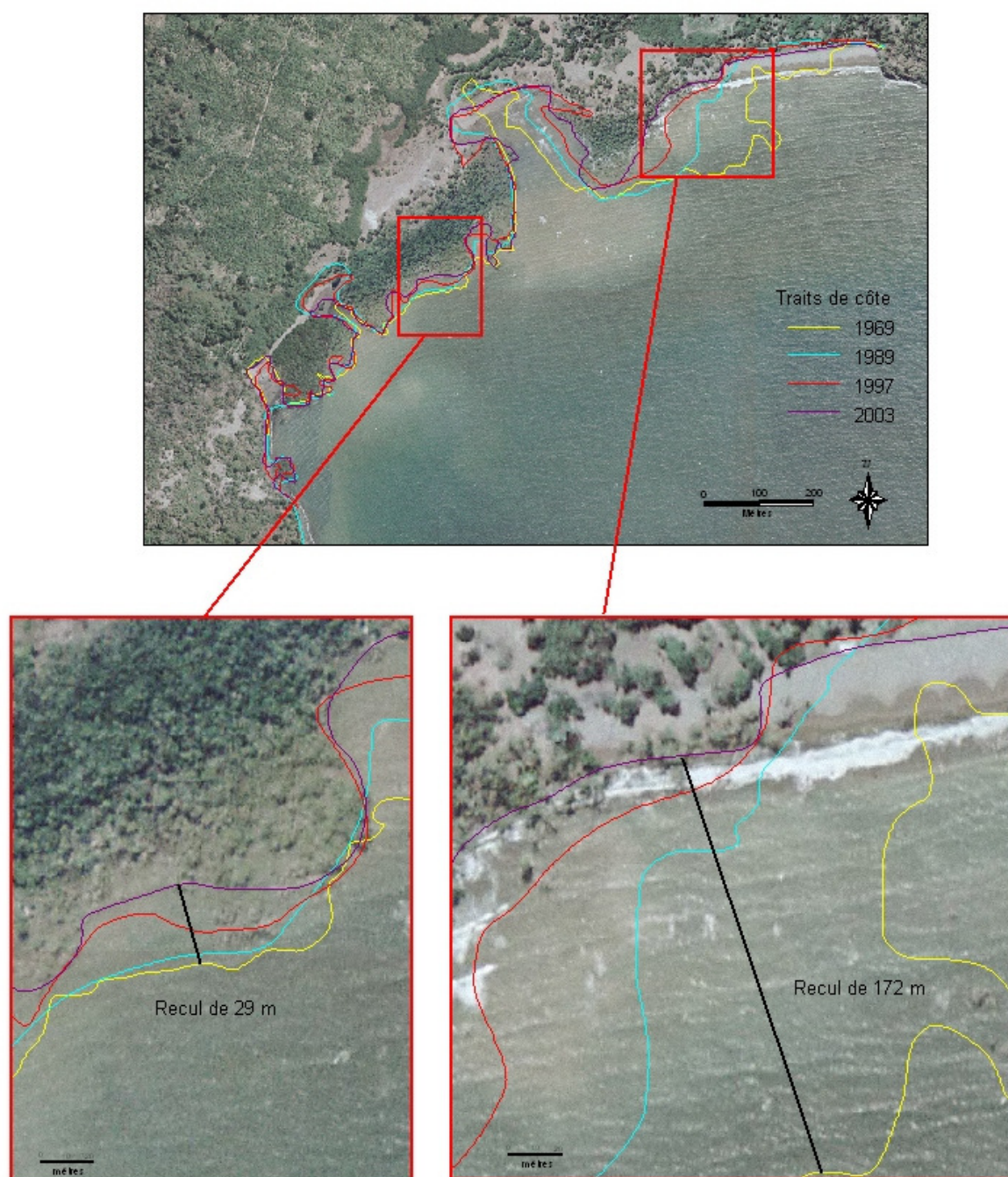


Illustration 36 – Recul de la mangrove de Dapani par années



*Illustration 37 – Variations du trait de côte de Dapani
(Orthophotographie IGN – 2003)*

La partie Ouest présente un recul plus modéré de l'ordre de 29 m soit 0,85m/an. La tendance d'évolution est opposée à la partie Est avec une accélération du recul à partir de 1989.

Le recul important de cette mangrove traduit le déséquilibre actuel entre ces formations végétales anciennes et les caractéristiques de l'écosystème actuel. Il a ainsi été observé un changement de substrat, les vases ayant tendant à disparaître au profit de sédiments sableux (Jeanson, 2005). De plus, la dissymétrie dans le recul des mangroves peut s'expliquer par l'orientation de la baie qui offre une façade Est plus exposée aux houles de saison sèche (alizés de Sud-est). L'ensablement se produit d'ailleurs sur la partie Est, plus énergétique, de la baie.

Il est donc probable que la cause du recul des mangroves soit liée, d'une part, à une modification à long terme des conditions hydrodynamiques responsables de l'attaque de la mangrove et, d'autre part, à l'impact anthropique sur l'érosion des sols du bassin versant (présence de padzas⁴ en amont) responsable des apports sableux d'origine terrigène.

Evolution actuelle

Un réseau de 3 profils topographiques a été mis en place au sein de la mangrove afin de caractériser son évolution actuelle (Illustration 38).

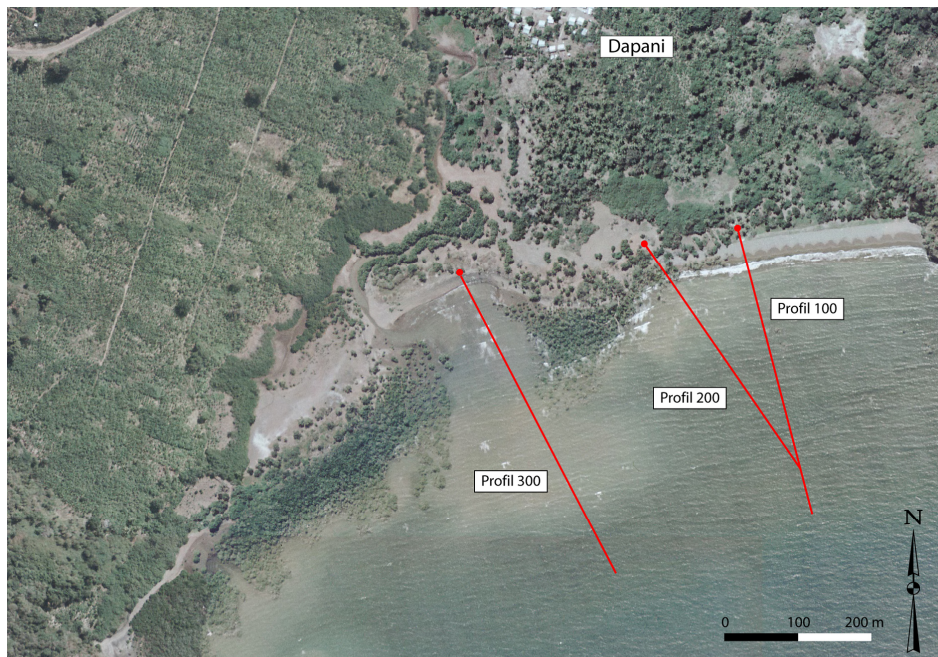
Les profils 100 et 200 présentent une variation de la pente du cordon littoral de l'ordre de +1 °, ceci en réponse aux variations des conditions hydrodynamiques entre la saison humide et la saison sèche.

La présence d'un front d'érosion est observée au sein de la mangrove. Ce front se manifeste par une ligne, plus ou moins continue de palétuviers morts et déchaussés, ainsi que par un talus de 20 à 80 centimètres de hauteur (Illustration 39).

Au niveau du profil 300, seul un changement au niveau du bas de l'estran est visible. Il s'agit du mouvement de cordons sableux pré-littoraux ou barres. Ces barres sont des accumulations sableuses émergées ou immergées (en fonction du cycle tidal), plus ou moins parallèles à la côte, construites par les vagues et les courants en eau peu profonde. Leur forme est généralement tabulaire et à chaque barre est associée une dépression située entre le trait de côte et la crête.

Chaque barre est le résultat d'interactions complexes entre les contraintes hydrodynamiques (champs de houles, champs de courants, ondulations basses fréquences) et les fonds sédimentaires.

⁴ Padza : sorte de *bad-lands* mahorais (terrain privé de sol par l'érosion)



fond photographique : IGN, 2003

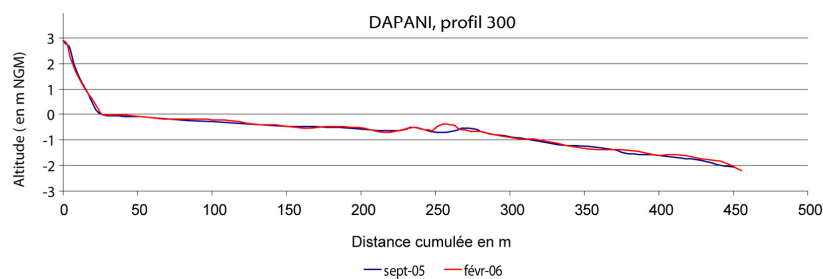
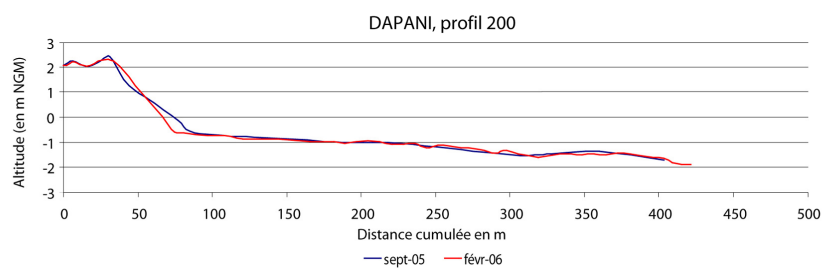
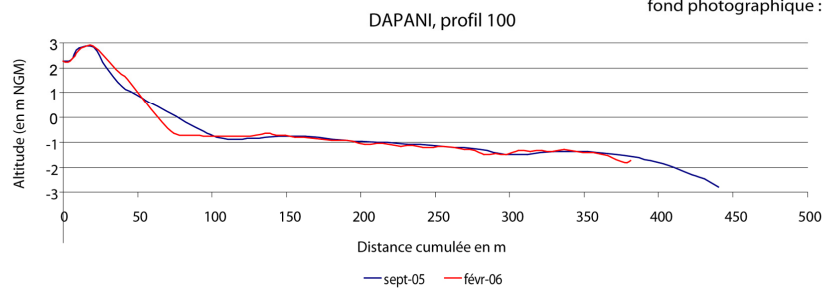


Illustration 38 – Profils topographiques du site de Dapani (source GEODAL)

La construction et les mouvements des barres correspondent à une réorganisation morphologique d'un stock sédimentaire intertidal en réponse aux variations du forçage hydrodynamique, mais dont les relations avec le domaine subtidal et la mangrove restent à préciser.



Illustration 39 – Front d'érosion dans la mangrove de Dapani au niveau du profil 200 (février 2006 – mission BRGM/GEODAL)

4.9. SITE DE KAWENI

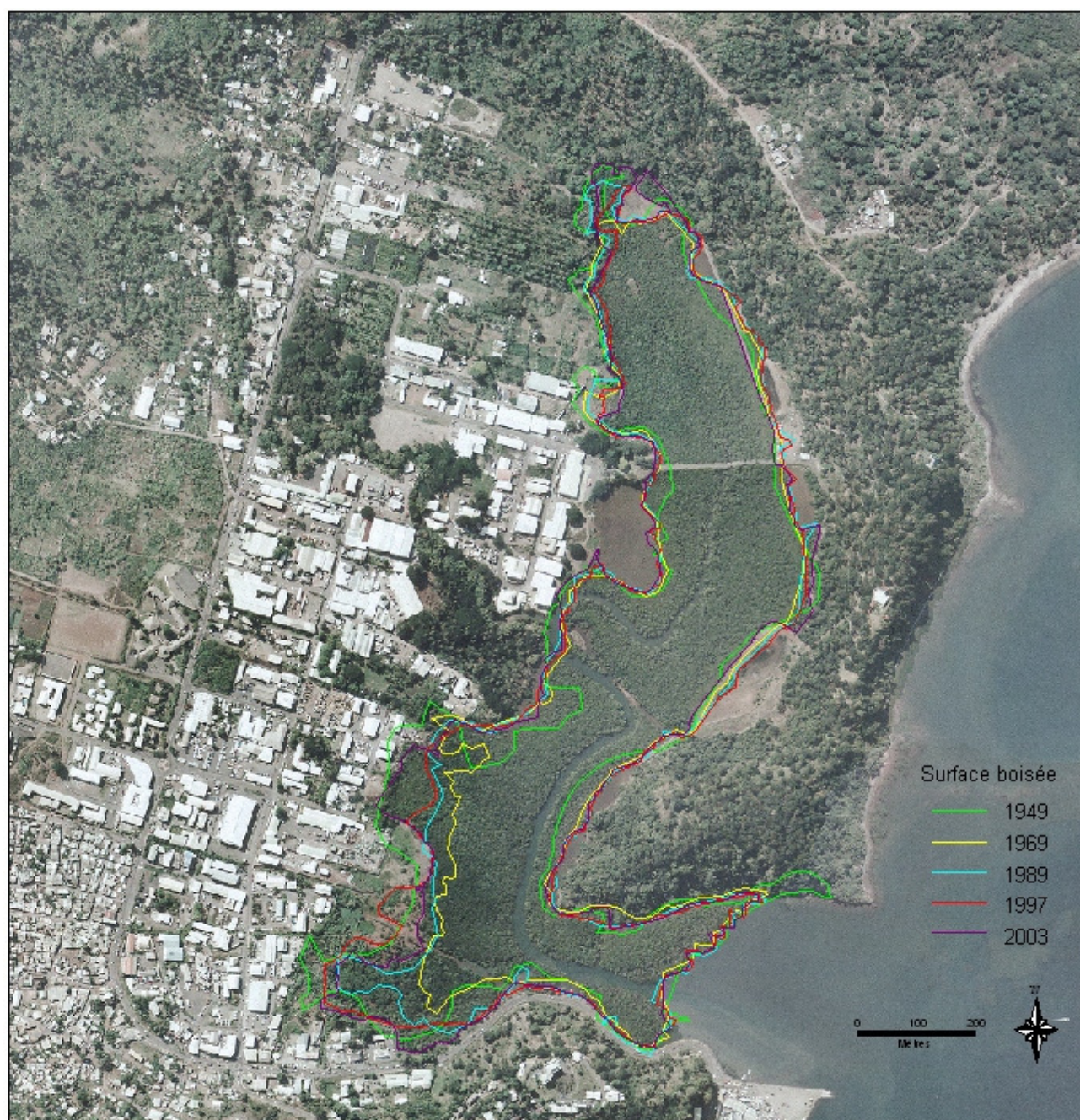
Le site de Kaweni se situe sur la commune de Mamoudzou, sur la façade Est de Grande-Terre.

Compte-tenu de la configuration particulière de la mangrove de Kawéni, les levés topographiques n'ont pas été rendu possibles (visée au tachéomètre impossible et terrain difficilement praticable). Une analyse photogrammétrique adaptée au site a, en revanche, été mis en œuvre.

Contexte

Le site de Kawéni est donc caractérisé par une mangrove très dense qui occupe totalement une baie quasi-fermée correspondant à la marge Est d'un ancien cratère volcanique (Illustration 40).

La mangrove est traversée par la rivière *Mro oua Kawénilajoli* et quelques petits affluents. Fermée à l'Est par la presqu'île de *Hamaha*, la tanne et l'arrière-mangrove de l'Ouest sont jouxtées par l'importante zone industrielle de Kawéni et des parcelles agricoles.



*Illustration 40 – Evolution de la surface boisée de la mangrove de Kawéni
(Orthophotographie IGN – 2003)*

Evolution historique

La mangrove n'étant que très peu ouverte sur le lagon (seulement l'extrémité Sud-Est), une analyse de l'évolution de la superficie a donc été préférée à celle de la variation du trait de côte, peu représentatif dans ce cas. Ce sont donc les limites de l'arrière-mangrove qui ont été digitalisées afin de reconnaître la surface totale de la mangrove pour chaque campagne. Ces limites prennent en compte la surface boisée contigüe en excluant les surfaces constituées de formations végétales peu développées et isolées. La marge d'erreur du géoréférencement des clichés est estimée à environ 10 m mais elle n'est pas à considérer car cette analyse s'attache à la comparaison des superficies multi-dates de la mangrove et non à sa position exacte.

Les résultats apportés vont à l'encontre de l'idée générale du recul de mangrove de Kawéni au profit de l'urbanisation liée à la zone industrielle (cf. étude de phase 1 ; Robbé, 2000). En effet, l'analyse indique que l'urbanisation, qui s'est densifiée depuis 1989, n'a pas ou très peu gagné d'espace sur la mangrove (deux tranchées au Nord et au Sud permettent uniquement de la traverser). Les zones non végétalisées situées en arrière de la mangrove ne correspondent pas à des remblais mais à des tannes qui n'ont jamais été colonisées par la mangrove (Illustration 40).

L'analyse montre, au contraire, qu'après une nette régression entre 1949 et 1969, la mangrove se serait développée jusqu'à atteindre une situation stable en 1997 (Illustration 41).

	Superficie (en ha)
1949	40,7
1969	35,6
1989	39,5
1997	41
2003	41,3

Illustration 41 – Surface boisée de la mangrove de Kawéni par années

Le fort recul de la mangrove entre 1949 et 1969 est sans doute lié à un défrichement (notamment au Sud-ouest de la baie) en raison de la forte activité agricole présente sur la zone à l'époque (la mangrove est entourée de parcelles d'arboriculture dans la partie Ouest).

Ces espaces défrichés (à différencier des tannes) n'ayant pas été exploités, probablement à cause de leur salinité et de leur caractère inondable, ont ensuite peu à peu été regagnées par la mangrove (1969-1997). Depuis 1997, la mangrove ne semble plus croître, davantage en raison de l'espace restreint dans lequel elle est confinée (thalweg de la baie) que du fait de l'urbanisation.

4.10. SITE DE TREVANI

Le site de Trévani est situé sur la façade Nord de Grande-Terre.

Contexte

La plage de Trévani (Mtsanga Achimatso), longue de 300 m, est constituée de sables mixtes (basaltique et altéritique).

Sa configuration a pour conséquence une exposition directe aux houles liées à la mousson d'été, alors qu'elle est à l'abri des houles d'alizés.

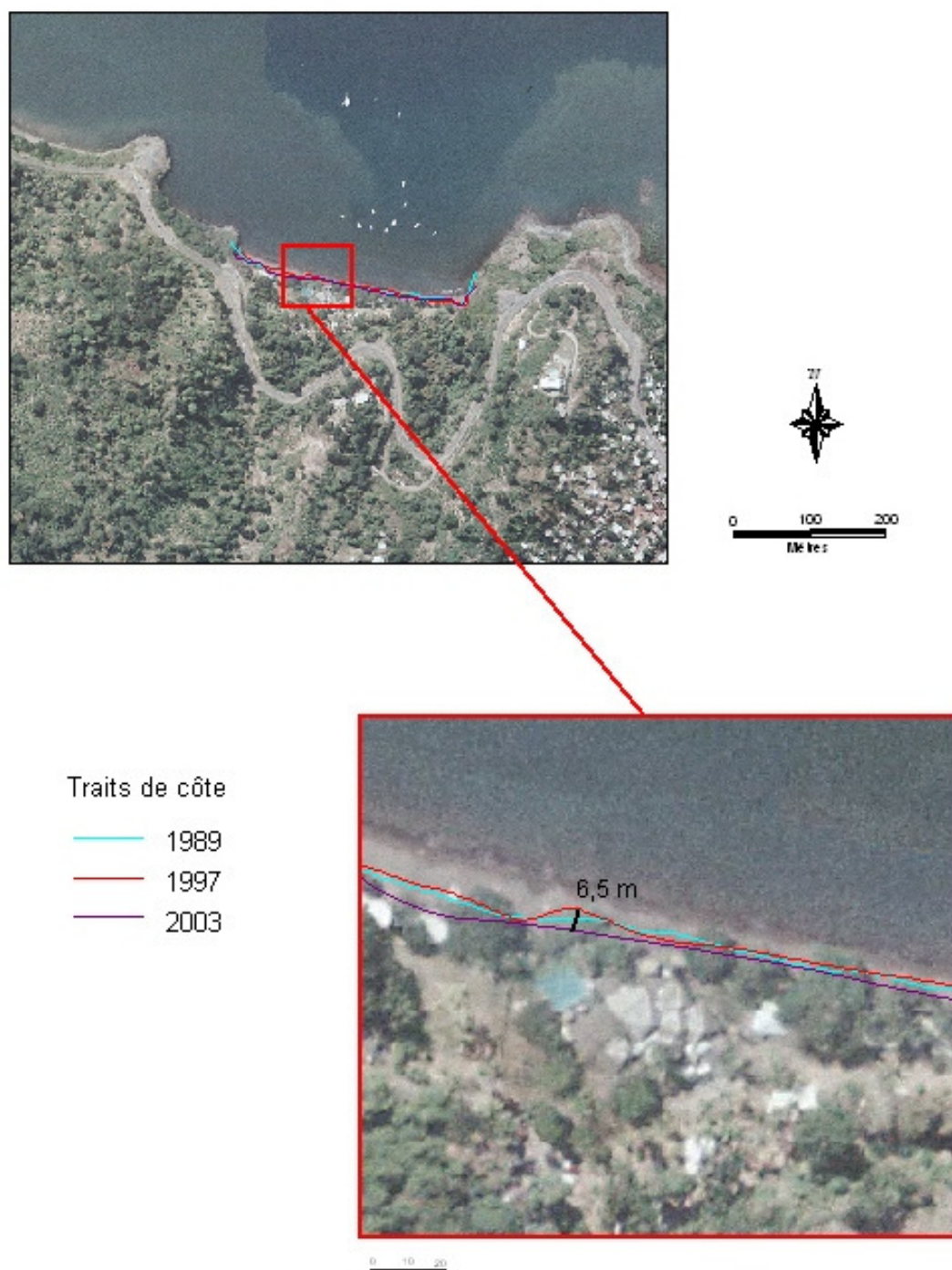
L'arrière-plage est assez lourdement aménagée par des infrastructures hôtelières devant lesquelles un muret a été construit en haut de plage.



*Illustration 42 – Plage de Trévani depuis l'estran
(février 2006 – mission BRGM/GEODAL)*

Evolution historique

L'analyse photogrammétrique de ce site est basée sur une position du trait de côte en haut de plage à la limite de la végétation. Des problèmes de calage et de qualité de l'image ont exclu les clichés de 1969 et 1949. La marge d'erreur pour les campagnes restantes (1989-1997-2003) avoisine 5 m.



*Illustration 43 – Variations du trait de côte du site de Trévani
(Orthophotographie IGN – 2003)*

Compte-tenu de la marge d'erreur, l'analyse ne permet pas d'observer des variations notables du trait de côte entre 1989 et 2003 (Illustration 43), ce qui témoigne de la relative stabilité de la position de la plage sur ces 14 années.

La plage qui conserve toutefois des traces anciennes d'érosion (affouillement du muret, racines de cocotiers mises à nues) semble donc posséder une bonne résilience⁵.

Evolution actuelle

Le suivi topographique tend à montrer l'existence de légères variations saisonnières du profil général de la plage (Illustration 44). En effet, d'après les profils réalisés, une perte de sédiments s'est produite en haut de plage pour le profil 300, alors que les 2 autres profils sont stables (profil 100) ou en accrétion (profil 200).

Le gain de sédiments au niveau du profil 200 peut être mis en relation avec la perte subie au niveau du profil 300 et un transport sédimentaire associé.

Cette situation est typique des plages soumises à un changement d'intensité des houles, avec des alternances de situations d'engraissement et de démaigrissement.

La largeur du platier corallien et sa configuration morphologique irrégulière, jouent un rôle important dans la réfraction des houles et dans le transport des sédiments entre les différentes parties de la plage.

⁵ Résilience : capacité de recharge naturelle de la plage à la suite d'un épisode de tempête.

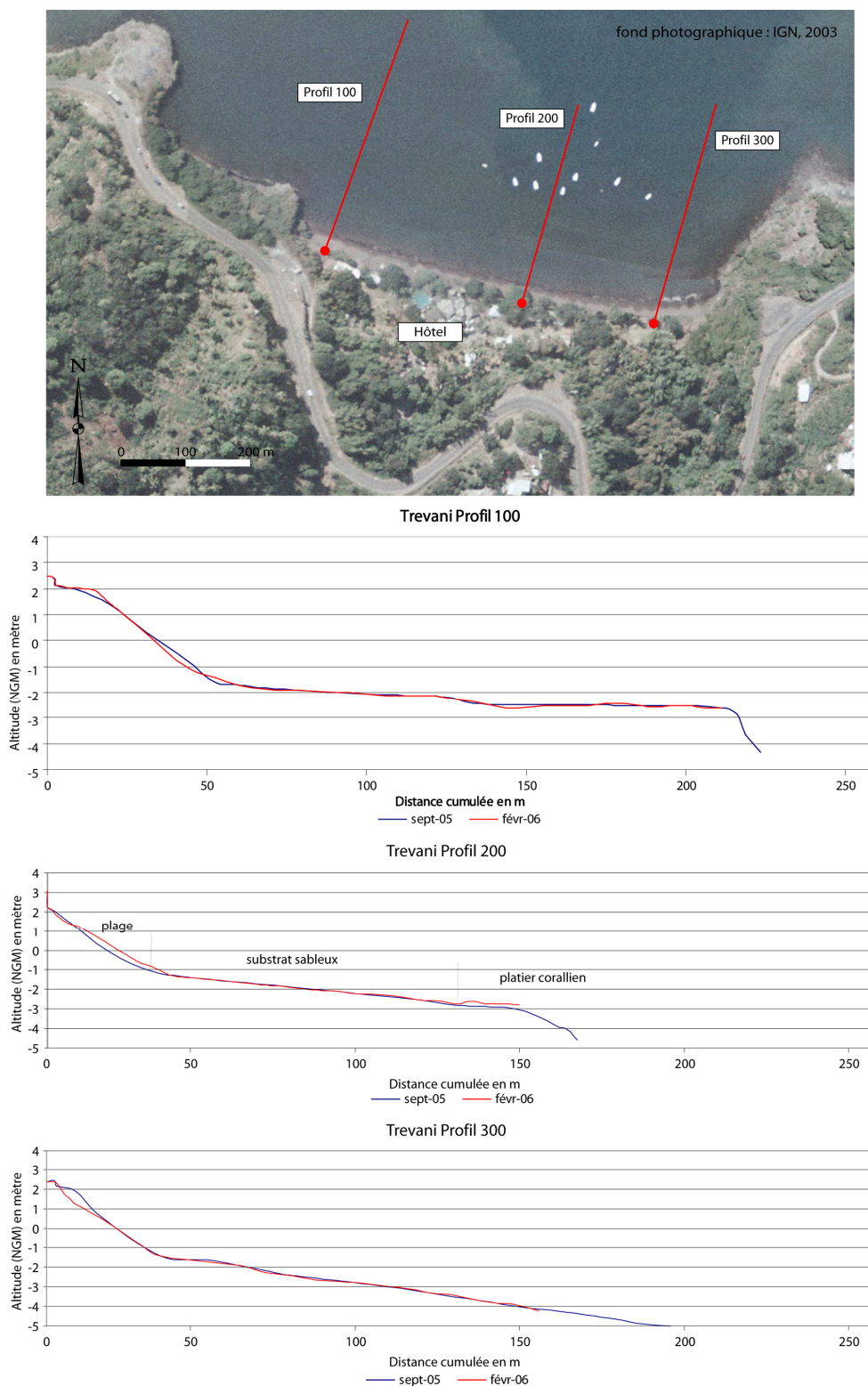


Illustration 44 – Profils topographiques du site de Trévani

5. Recommandations pour la gestion des sites en érosion

L'analyse morphodynamique à long et court termes permet de quantifier l'érosion active sur les sites. Cette étude montre que tous les sites ne sont pas en situation d'érosion. En effet, si les falaises et les mangroves étudiées affichent des reculs importants, la situation des plages est plus contrastée.

Ce chapitre s'attache à proposer des méthodes de remédiation des sites en érosion, en fonction de leur type morphologique. Il ne s'agit pas là de faire une analyse de génie côtier ni du dimensionnement d'ouvrage mais de présenter des orientations adaptées aux sites étudiés qui devront, le cas échéant, être développées précisément par un bureau d'étude spécialisé.

5.1. GERER LE REcul DES FALAISES

Les falaises étudiées (Pamandzi, Soulou) sont très différentes dans leur configuration et leur dynamique. Les réponses en termes de gestion sont donc à adapter.

- **Rappel de techniques de lutte contre le recul des falaises**

Une falaise étant une forme d'érosion par nature, son recul est inéluctable et vouloir le stopper revient à s'engager dans des aménagements lourds concernant un traitement d'ensemble du versant. Ces aménagements sont très coûteux, particulièrement dans le cas d'une falaise haute (jusqu'à 30 m de hauteur) et meuble (cendres). Les principes de lutte contre le recul d'une falaise côtière reposent sur la protection contre l'action de la mer (pied de falaise) et la stabilisation du massif constituant de la falaise. Ils se déclinent en 8 familles de techniques.

Protection contre l'action de la mer :

- Ouvrages transversaux (épis), pour favoriser l'engraissement de la plage en pied de falaise ; celui-ci étant ainsi soustrait de l'action des vagues
- Ouvrages longitudinaux (digues) constitués d'un remblai, de filtres et d'une carapace ou mur maçonné (type perré) aux dimensions adaptées à la hauteur de la falaise.

Stabilisation de la falaise :

- Reprofilage de la falaise pour améliorer la stabilité générale (géométrie plus favorable)
- Action sur les écoulements pour éliminer les ruissellements sur la falaise et les infiltrations dans le massif
- Action sur les eaux souterraines ; organiser le drainage en profondeur du massif (drains subhorizontaux, verticaux et puits)
- Ancrages assurés par des éléments de type tirants, boulons ou barres scellées.

- Ouvrage de soutènement
- Projection de béton sur la paroi (cas d'une falaise en roche fracturée, sans matériaux argileux gonflants) ou injection d'un coulis argile/ciment ou résines dans le cas de masses rocheuses fissurées.

En sus de ces techniques, mentionnons également les purges du front de falaise qui ont pour but de réduire les risques de chutes de blocs intempestives.

Ces techniques sont généralement combinées pour un traitement efficace. Elles sont généralement coûteuses et leur mise en œuvre doit être justifiée par le danger que représente le recul de la falaise (menaces sur le sommet ou au niveau de la plage). Pour donner quelques ordres de grandeur, nous citerons 2 grandes opérations de stabilisation de falaises. La première à Ault (Picardie) a porté sur 500 m de linéaire de falaise et un coût de 36,5 millions de francs (1983) soit près de 10 k€ par mètre linéaire ; la deuxième à Biarritz (Aquitaine) a porté sur 1200 m pour un coût de l'ordre de 20 k€ par mètre linéaire (coût base 1986).

• **Le cas de Pamandzi**

La falaise de Pamandzi est affectée par un processus mixte d'érosion via les agents marins (sapement basal et éboulement) et sub-aériens (infiltrations d'eau et fluage des cendres). Réaliser un enrochement en pied de falaise ne conduirait donc qu'à ne traiter qu'une partie du problème.

Compte tenu de la nature lithologique de la falaise de Pamandzi, des travaux de drainage ou la mise en place de galeries drainantes peuvent être nécessaire.

Il est donc bien à noter que ces aménagements sont très lourds et reviendront à dénaturer définitivement le site sur le plan paysager et écologique. Ils ne sont à envisager que dans la mesure où des infrastructures en amont sont menacées et ne peuvent être déplacées pour un rapport coût/bénéfice favorable. Dans le cas contraire, il est préférable d'opter pour une stratégie de repli des infrastructures face au recul de la falaise.

Sur ce site, les premières constructions menacées (bâtiments, routes) se trouvent à 10 ou 15 m du bord de la falaise. Le recul de la falaise a été estimé, entre 1997 et 2003, à 5 m au centre et 3,5 m au nord. Il convient donc de continuer à surveiller le recul de la falaise et d'enregistrer la survenance d'effondrements (localisation, contexte –météo, vagues,...-). Sur place, il conviendrait d'implanter une signalisation destinée à informer le public des risques d'effondrement.

Dans l'attente d'une confirmation des vitesses de recul, il est recommandé de veiller à ce que tout changement de l'occupation des sols (nouvelles constructions) à proximité de la falaise soit examiné en tenant compte des risques de recul.

• **Le cas de Soulou**

Il s'agit ici d'une micro-falaise d'environ 2 m de hauteur, résultant de l'érosion de matériaux latéritiques. Dépourvue de protection, la micro-falaise altéritique subit un

grignotage progressif à chaque marée de flots (montante) et localement une érosion régressive liée au ruissellement.

Les changements observés depuis 1949 sont significatifs, avec un recul général du trait de côte de l'ordre de 120 m. Aucune explication définitive à ce phénomène n'a pu être donnée. Quoiqu'il en soit, aucun enjeu n'est menacé par le recul du trait de côte sur ce site. Il est donc recommandé de ne pas mener d'intervention visant à conserver la position du trait de côte actuelle. Par contre, le site mériterait d'être étudié et suivi avec pour objectif d'identifier les causes de son évolution, et de conclure sur les possibilités, à terme, d'une stabilisation (arrêt) de l'érosion.

5.2. GERER LE REcul DES MANGROVES

Le recul de la superficie des mangroves ne traduit pas une érosion systématique. En effet, les mangroves sont des formations végétales, associées sur le plan morphologique aux marais maritimes. La disparition des palétuviers n'est donc pas directement corrélée avec la perte de terrain.

En revanche, la mangrove joue un rôle de protection des espaces supra-littoraux. Sa disparition peut donc entraîner une exposition directe à l'érosion marine comme dans le cas de Soulou.

Les mangroves étudiées présentent des situations variées. Le recul de la mangrove est soit totalement d'un défrichement (Passamainti, Kawéni), voire un remblaiement (Mtsapéré) ; soit naturel (Dapani).

Dans le cas d'une évolution d'origine anthropique, peu d'érosion a été observée, les terrains gagnés sur la mangrove étant assez confinés ou protégés par des aménagements (ex : enrochements de la déviation de Mtsapéré). Le choix a été ici de « sacrifier » la mangrove, aucune solution palliative n'est donc à envisager. Dans le cas contraire, la meilleure solution consiste à replanter la mangrove (cf. Soulou).

Dans le cas d'un recul naturel de la mangrove, une replantation ne peut être envisagée car les conditions écologiques se sont modifiées et ne permettent plus, à priori, une croissance des palétuviers. A Dapani, le recul record de la mangrove se caractérise par un changement du substrat (ensablement). Dans la mesure où cette disparition n'entraîne pas d'érosion de l'arrière mangrove, il n'y a pas lieu d'envisager des ouvrages de protection. Une replantation peut éventuellement être tentée à partir d'espèces de palétuviers plus adaptées à un environnement sableux (expertise écologique nécessaire) afin de conserver les propriétés d'auto-épuration et de biodiversité caractéristiques de cet écosystème.

5.3. GERER LE REcul DES PLAGES

L'érosion des plages n'a été constatée que sur certains des sites étudiés, à savoir Sada et Ngouja. En effet, certaines plages ont très peu évolué en un demi-siècle (Trévani), d'autres ont même progradé (Acoua). Sur les plages en érosion, le recul du trait de côte peut être naturel (Ngouja) ou bien lié à un impact anthropique (Sada).

L'érosion naturelle est principalement le fait des houles de tempêtes et de cyclones qui se caractérisent par une attaque du haut de plage et la chute d'arbres sur l'estran (ex : baobabs couchés à Ngouja). L'érosion anthropique provient, quant à elle, soit de l'implantation d'habitations sur le haut de plage à la place de la végétation qui servait de protection ; soit de l'implantation d'ouvrages lourds (promenade de front de mer et enrochement) au niveau de l'estran.

Lorsque des aménagements de protection lourds ont été implantés sur l'estran comme dans le Sud de Sada, cette partie de la plage a été « sacrifiée ». Il n'y a donc pas de solution à apporter car il n'y a plus de plage...

Dans le cas d'une plage en érosion et dans la mesure où des aménagements sont à préserver en arrière-plage, la meilleure solution consiste à favoriser la formation de la berme de haut de plage qui assure un rôle de protection naturel en accompagnant la colonisation des plantes rampantes adaptées aux milieux sableux. L'*Ipomea* (autrement appelée « Patates à Durand ») est naturellement présente sur les plages de Mayotte mais elle est parfois arrachée ou brûlée par les structures touristiques alors que son rôle est primordial (Illustration 45).



*Illustration 45 – Végétation rampante d'Ipomea en haut de plage
(Source BRGM, 2003)*

La solution consistant à réaliser des ouvrages de protection (murs, enrochements) est le plus souvent inappropriée au contexte mahorais. En effet, compte-tenu des faibles conditions énergétiques, ils ne s'avèrent nécessaires que pour protéger des infrastructures importantes (aéroport, port, réseau routier,...). Ils présentent en outre de nombreux inconvénients : hormis un coût de construction important (au moins 7000 F soit 1068 € du mètre linéaire – prix de 1994), ils nécessitent un dimensionnement réellement adapté au site afin de ne pas se déstabiliser rapidement et surtout, ils font obstacle au régime sédimentologique de la plage ce qui a pour conséquence d'amplifier l'érosion à proximité de l'ouvrage.

6. Conclusions

L'étude de ces dix sites met donc en exergue la variété des dynamiques en action sur les littoraux de Mayotte, les vitesses et les volumes concernés dépendant en majeure partie de l'entité morphologique en question. En effet, les falaises et les mangroves évoluent davantage sur le long terme, à l'échelle pluri-décennale, tandis que les plages sont davantage affectées par une variabilité saisonnière.

L'analyse historique fait apparaître des **évolutions à long terme disparates**, les mangroves et les falaises présentant des situations de recul généralisées alors que les plages s'avèrent plus stables voire en accrétion.

Les falaises sont des formes d'érosion par définition mais il semble que le recul qu'elles accusent aujourd'hui soit accéléré par des causes anthropiques : à Pamandzi, la construction de la piste d'aéroport semble avoir modifié les conditions hydrodynamiques responsables de l'attaque de la base de la falaise ; à Soulou le recul record du fond de la baie (-130 m en un demi-siècle) résulterait d'un défrichement ancien de la mangrove à des fins industrielles.

Le recul des autres sites de mangrove est lui aussi intimement lié aux activités anthropiques. Celle de Mtsapéré a été remblayée sur 200 m, tandis qu'à Passamainti, la plage actuelle semble être due à un défrichement. A Dapani, le recul record de -172 m est à mettre en relation avec l'ensablement de la baie issu de l'aggravation de l'érosion des sols dans le bassin-versant par des pratiques agricoles agressives. Le cas particulier de la mangrove de Kawéni montre que si la mangrove a pu se développer de 1969 à 1997, c'est que les espaces conquis avaient auparavant été déboisés.

Les plages, quant à elles, affichent des variations plus modérées. Celles de Ngouja et Trévani, peu aménagées (présence d'un hôtel), conservent les marques de tempêtes passées (arbres couchés, muret affouillé) mais leur position générale reste inchangée. La plage de Sada subit, en revanche, l'impact de l'urbanisation, la partie Sud ayant disparue au profit d'un enrochement et la partie Nord ayant considérablement reculée (-22 m) du fait de la disparition de la végétation protégeant la berme de haut de plage. La plage d'Acoua bénéficie, au contraire, des importants apports sédimentaires de sa rivière et présente une progradation de 40 cm /an.

L'analyse topo-bathymétrique permet en outre de dégager une **typologie dynamique des sites liée à leur variabilité saisonnière**, avec :

- des variations longitudinales du stock sableux de la plage liées à l'alternance du champ de houle (secteur nord à nord-ouest dominant en été austral ; secteur sud à sud-est en hiver austral) : site de Pamandzi ;
- des variations transversales du stock sableux liées essentiellement à la dispersion des eaux de ruissellement continental, particulièrement sensible en saison des pluies :

sites de Soulou, Sada, Trévani. Ces variations transversales peuvent aussi être liées à l'exposition différentielle de la plage par rapport à la houle (redressement de profils face à la houle de mousson : Acoua) ;

- des effets de barres d'estran, liés à une interactivité d'un estran sableux large et fourni avec des conditions hydrodynamiques complexes. Le tout entrant en relation avec l'évolution globale de la mangrove : site de Dapani ;

- des effets mixtes de dynamiques transversales et longitudinales : Ngouja ;

- des sites stables sur le plan sédimentaire par effet de protection : Mtsapéré, protégé par l'anse et dont la tendance dynamique à plus long terme est plutôt à l'accrétion ; Passamainti où la dynamique marine est faible avec un bon développement d'une frange de mangrove.

A partir de ces résultats des recommandations ont pu être formulées en vue d'une gestion des sites en situation d'érosion. L'utilisation de méthodes souples (revégétalisation) respectant les équilibres naturels a été préférée au recours systématique aux ouvrages de protection qui, en plus d'un coût important, induisent des effets indésirables et dénaturent le littoral.

Ainsi, en initiant un réseau de mesures, cette étude a permis d'appréhender de manière quantitative l'ampleur de l'érosion sur les sites étudiés et de déboucher sur des premières orientations de gestion. Les données acquises restent néanmoins très fragmentaires et il advient de pérenniser ce réseau de mesures afin d'améliorer la compréhension des processus littoraux (à ce jour : période de mesures insuffisante, pas d'analyse détaillée de l'hydrodynamique). Compte-tenu de la pression croissante sur les côtes mahoraises, ce réseau permettra en outre de réaliser la surveillance des zones sensibles et de préserver ce patrimoine écologique et économique indéniable.

Bibliographie

DE LA TORRE Y. et AUBIE S. (2003) – Etude de la morpho-dynamique des littoraux de Mayotte. Phase 1 : synthèse, typologie et tendances d'évolution. Rapport BRGM/RP-52320-FR, 43 p., 18 fig. et 5 annexes.

DOLIQUE F. et JEANSON M. (2006) – Participation au projet BRGM « Morphodynamique des littoraux de Mayotte (phase 2) : mise en place d'un réseau de quantification de l'érosion côtière » - Compte-rendu des campagnes topographiques. 34 p.

HOLLEY, F (2003) - Evolution spatiale des mangroves de Mayotte et activité humaine dans les bassins versants. Mémoire de fin d'étude, IFRECOR, DAF, ESPACES, ESA-PURPAN, 86 p.

JEANSON, M. (2005) - La dynamique des mangroves à l'ouest et au sud de Mayotte. Caractérisation des influences lagonaires. Mémoire de DEA, Université de Reims / ULCO-GEODAL. 141 p

ROBBÉ C. (2000) - Déséquilibres des relations de l'homme avec son milieu, au sein de l'espace insulaire mahorais : dynamiques et usages de la mangrove (Ile de Mayotte – océan Indien – Archipel des Comores). Rapport de stage au S.E.F./D.A.F. Mayotte, D.E.S.S. « Espace rural et Environnement », Centre des Sciences de la Terre, Univ. Bourgogne, Dijon, sept. 2000 : 47 p. Annexes (4 cartes).



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemain
BP 6009

45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Réunion

5, rue Sainte Anne
BP 906

97478 Saint Denis Cedex - France
Tél. : 02.62.21.22.14