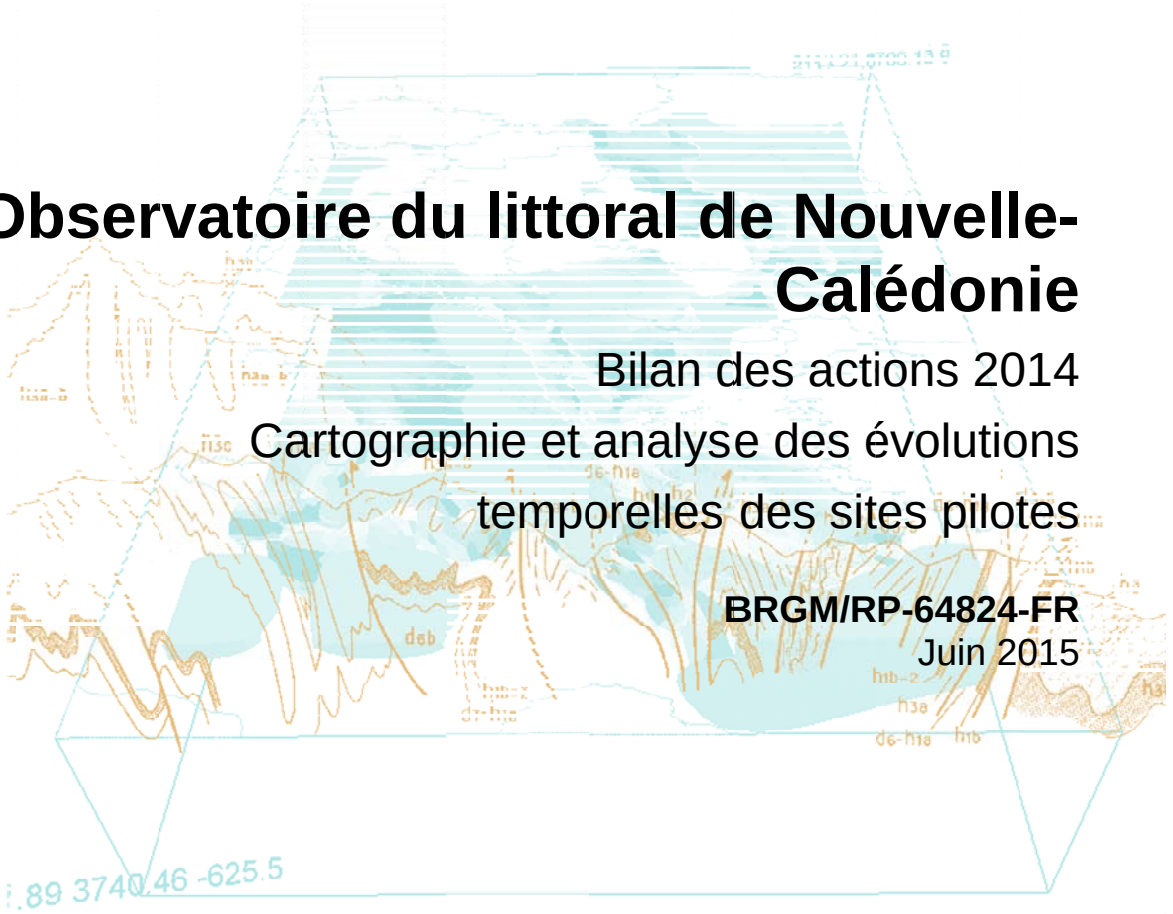
Document public

Observatoire du littoral de Nouvelle-Calédonie

Bilan des actions 2014

Cartographie et analyse des évolutions temporelles des sites pilotes

BRGM/RP-64824-FR
Juin 2015



OBLIC OBservatoire du LIttoral de Nouvelle-Calédonie

DIMENC Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie

Géosciences pour une Terre durable brgm

Document public

Observatoire du littoral de Nouvelle-Calédonie

Bilan des actions 2014

Cartographie et analyse des évolutions temporelles des sites pilotes

BRGM/RP-64824-FR
Juin 2015

Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM 2014

M. Garcin, M. Vendé-Leclerc

Avec la collaboration de M. Mengin, B. Sevin, S. Lesimple, P. Maurizot et B. Robineau

Vérificateur :	**Approbateur :**
Nom : A. Nicolae-Lerma	Nom : C. Oliveros
Fonction :	Fonction : Responsable Unité DRP/ R3C
Date : 19 Juin 2015	Date : 30 Juin 2015
Signature :	Signature :

Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

OBLIC OBservatoire du LIttoral de Nouvelle-Calédonie

DIMENC Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie

brgm Géosciences pour une Terre durable

Mots-clés : Littoral, Nouvelle-Calédonie, Observatoire, Erosion, Îlots, Récif, Submersion, Changement climatique, Tsunami, Risques naturels

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

Garcin M., Vendé-Leclerc M. (2015) – Observatoire du littoral de Nouvelle-Calédonie – Bilan des activités 2014. BRGM/RP-64824-FR, 145 p., 173 fig., 4 tabl., 2 ann..

© BRGM, 2015, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

L'Observatoire du Littoral de Nouvelle-Calédonie (OBLIC) a pour principaux objectifs de :

- faire un suivi des côtes calédoniennes (provinces Nord et Sud, provinces des Iles Loyauté) notamment des zones soumises à l'érosion et à l'aléa submersion,
- de faire des études sur les évolutions historique et actuelle du trait de côte,
- d'analyser les impacts du changement climatique et de la remontée du niveau marin sur le littoral (Garcin & Vendé-Leclerc 2013, 2014),
- de centraliser et de mettre à disposition sur le portail d'information géographique de la Nouvelle-Calédonie (www.georep.nc***)*** les données publiques sur le littoral acquises par les administrations, les collectivités locales et les organismes de recherche.

Le comité des utilisateurs de l'Observatoire du Littoral de Nouvelle-Calédonie (OBLIC) a identifié plusieurs sites (en province Sud, province des Îles Loyauté et province Nord) qui soit posent des problèmes soit présentent un intérêt ou un enjeu particulier (humain, culturel et environnemental). C'est à ce titre qu'une mission a été réalisée dans le cadre de la convention 2014 n° CI14-3160-SGNC-363 de recherche et développement partagé entre la DIMENC et le BRGM intitulé «*Observatoire du littoral de Nouvelle-Calédonie (OBLIC) – Phase 2* ». La mission s'est déroulée du 10 novembre au 4 décembre 2014.

Les objectifs de cette mission OBLIC étaient :

- de réaliser une mission de terrain visant à compléter les informations recueillies en 2013 (Garcin & Vendé-Leclerc 2014),
- de recueillir des informations et données sur de nouveaux sites,
- de réaliser une cartographie et une analyse temporelle des évolutions du littoral sur les sites pilote en nous appuyant sur les photographies aériennes/images satellites disponibles en Nouvelle-Calédonie (sources diverses),
- d'analyser l'ensemble de ces informations afin de caractériser les littoraux, leurs dynamiques et leurs évolutions à différentes échelles (temporelles et spatiales).

Ce rapport présente sous une forme synthétique les observations réalisées et les données recueillies au cours des missions 2013 et 2014, l'analyse des évolutions à plus long terme (plusieurs décennies), leur interprétation et les premiers éléments de réflexion.

L'analyse des observations et des données récoltées montrent que les situations sont très variables selon les sites qu'il s'agisse d'îlots ou de sites côtiers.

Concernant les îlots, les observations réalisées et l'analyse des données récoltées montrent que certains îlots sont relativement stables dans le temps tandis que d'autres évoluent très vite et voient leurs surfaces diminuer fortement. Les pourcentages de leurs rivages actuellement affectés par l'érosion, l'accrétion ou la stabilité sont très variables. Toutefois, tous montrent à l'heure actuelle qu'au moins la moitié de leurs côtes est en érosion. Plusieurs ont la totalité de leurs rivages actuellement soumis à l'érosion tandis que très peu d'îlots montrent une tendance significative à l'accrétion et à l'augmentation de leur surface. Si l'on considère comme indicateur

la longueur cumulée de côte des îlots, 54 % est en érosion, 30 % est stable et 16 % en accrétion.

Les travaux réalisés ont permis par ailleurs d'établir une typologie ainsi que de définir le cycle de vie des îlots. L'affectation de chaque îlot dans cette classification, l'analyse de leurs évolutions passées récentes et les processus actuels affectant leurs côtes ont permis de définir leurs futurs plausibles. Sur les 21 îlots étudiés, 19 % des îlots sont dans une situation très critique avec disparition très probable à court terme, 9,5 % sont en situation critique avec disparition possible à court terme, 19 % sont dans des situations à surveiller avec des évolutions rapides qui pourraient mener à leur disparition à moyen terme, 9,5 % ont un risque de disparition à moyen terme peu probable et enfin 43 % d'îlots ne présentent pas de risque de disparition à moyen terme.

Quant aux sites pilotes côtiers certains sont, tout comme pour les îlots, relativement stables dans le temps, tandis que d'autres évoluent très vite avec par exemple un recul rapide du trait de côte ou des alternances de phases de recul et d'avancée. Les pourcentages des rivages actuellement affectés par l'érosion, l'accrétion ou la stabilité sont très variables d'un site à l'autre. Toutefois, à l'heure actuelle, 56 % de la longueur cumulée du linéaire côtier des sites étudiés sont affectés par l'érosion. Certains sites ont un pourcentage très important de leur linéaire côtier en érosion (91,5 % à Karikaté par exemple). 27 % des traits de côte des sites étudiés sont stables ou quasi-stables tandis que seulement 17 % du linéaire montrent une tendance significative à l'accrétion.

L'érosion apparaît donc comme le processus dominant qui affecte les linéaires des sites étudiés sur la Grande-Terre. L'analyse diachronique a montré au cours des décennies passées, des modifications de l'évolution de certains segments (passage d'un régime stable à un régime érosif par exemple). Ces modifications de l'évolution du trait de côte seront à analyser à la lumière des facteurs de forçages qui les ont affectées.

Sur la base des sites étudiés, dans une majorité des cas étudiés, le nombre de segments en érosion augmenterait durant la période la plus récente. Ceci confirmerait les témoignages recueillis et le ressenti des populations face à une augmentation de l'érosion. Toutefois cette analyse ne peut pas pour le moment être définitive et doit encore être approfondie car on ne dispose pas d'une vision exhaustive de toutes les côtes calédoniennes.

La poursuite des travaux initiés dans le cadre de l'OBLIC (que ce soit sur les îlots du lagon ou sur les sites côtiers) visera à déterminer ou préciser quels sont les moteurs des changements de comportement des segments côtiers (facteurs de forçage) au cours du temps afin d'en dégager les grands principes. Cette tâche s'annonce d'ores et déjà complexe car l'analyse devra faire intervenir aussi bien des facteurs globaux ou tout au moins à l'échelle du Pacifique (ENSO[1], IPO[2]…), des facteurs à l'échelle de la Calédonie (évolution des régimes des vents et des climats de vagues, événements extrêmes : houles australes et cycloniques) et à l'échelle locale (orientation des côtes, exposition et protection par les récifs, apports sédimentaires marins et continentaux…). Il sera par ailleurs nécessaire de réaliser des suivis à haute résolution temporelle (suivis annuels programmés et événementiels) dont les modalités (méthodes et périodicité) restent à définir et à préciser.

[1] El Niño Southern Oscillation

[2] Interdecadal Pacific Oscillation

Sommaire

1. Introduction 15

1.1. CONTEXTE 15

1.2. OBJECTIFS 15

1.3. DEROULEMENT DE LA MISSION 16

2. Fiches îlots 19

2.1. GENERALITES 19
2.1.1. Introduction 19
2.1.2. Méthode 19

2.2. ÎLOT FACE À NOUMEA 24
2.2.1. Maître 24
2.2.2. Goéland 26
2.2.3. Amédée 28
2.2.4. Larégnère 30
2.2.5. Signal 32
2.2.6. Canard 34

2.3. ÎLOTS FACE A NAÏA 37
2.3.1. Ange 37
2.3.2. Ronde 39
2.3.3. Pandanus 41
2.3.4. Mba 43
2.3.5. Mbo 46
2.3.6. Mbe Kouen 48

2.4. AU LARGE BAIE DE SAINT-VINCENT / KARIKATE 50
2.4.1. Goldfield 50
2.4.2. Petit Ténia (Ronhua) 52
2.4.3. Ténia 54
2.4.4. Kondoyo 56

2.5. ILE DES PINS 58
2.5.1. Îlot Kutomërë (atoll de Nokanhui) 58

2.6. COTE EST – POINDIMIE 65
2.6.1. Tibarama 65
2.6.2. Bois de Fer 67
2.6.3. Îlot Baye 69

2.6.4. Îlot Faux-Tabac 71

2.7. SYNTHESE ET DISCUSSION 73
2.7.1. Caractéristiques actuelles des îlots 73
2.7.2. Du rôle des beachrocks 74
2.7.3. Les stades d'évolution des îlots calédoniens 74
2.7.4. Les îlots sont-ils menacés ? 79

3. Fiches Grande-Terre 84

3.1. GENERALITES 84
3.1.1. Introduction 84
3.1.2. Méthode 84

3.2. PROVINCE NORD 89
3.2.1. Site 1 : Commune de Houaïlou, Plage de Nesson 89
3.2.2. Site 2 : Commune de Ponérihouen, Tiakan 93
3.2.3. Site 3 : Commune de Touho, Anse Ponandou 99
3.2.4. Site 4 : Commune de Touho, site d'Amoa 105
3.2.5. Site 5 : Commune de Touho, Tewaadé-Tipindjié 111
3.2.6. Site 6 : Commune de Ouégoa, Plage du camping d'Amos 117

3.3. PROVINCE SUD 123
3.3.1. Site 7 : Commune de Païta, Karikaté 123
3.3.2. Site 8 : Ile des Pins, Baie de Kanuméra (Ka Nuê méra) 128
3.3.4. Site 8 : Ile des Pins, Vao 132
3.3.5. Site 9 : Ile Ouen, Baie de Ouara 136

3.4. SYNTHESE ET DISCUSSION 140

4. Conclusion 143

5. Sources 145

5.1. BIBLIOGRAPHIE 145

1.1 RESSOURCES INTERNET 145

6. Annexe 147

6.1. ANNEXE 1 : TABLEAUX RECAPITULATIFS DES ILOTS 148

6.2. ORIGINE DES DONNEES : 151

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Liste des îlots étudiés sur le terrain en 2014, périmètres et surfaces 21
Tableau 2 : Évolution des paramètres de l'îlot Kutomërë de 1954 à 2014 59
Tableau 3 : Tableau d'évaluation de la menace de disparition à court terme des îlots (îlot fortement anthropisé dont les aménagements visant à contrer l'érosion perturbe son évolution naturelle) 82*
Tableau 4 : Liste des sites présentés dans ce rapport 86

Liste des illustrations

Figure 1 : Localisation des points d'observation réalisés lors de la mission OBLIC 2014 ____ 16
Figure 2 : Histogramme des surfaces des îlots étudiés ____ 21
Figure 3 : Localisation des îlots étudiés dans le lagon Sud-Ouest ____ 22
Figure 4 : Localisation des îlots étudiés dans le lagon Est ____ 22
Figure 5 : Localisation de l'îlot Kutomërë dans l'atoll de Nokanhui au Sud de l'Île des Pins ____ 23
Figure 6 : Évolution de l'îlot Maître de 1935 à 2014 ____ 24
Figure 7 : Évolution de la surface de l'îlot Maître de 1935 à 2013 (m^2) ____ 24
Figure 8 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014)de l'îlot Maître ____ 25
Figure 9 : Talus d'érosion à la pointe Nord de l'îlot Maître ____ 25
Figure 10 : Anthropisation et beachrock– Côte Ouest de l'îlot Maître ____ 25
Figure 11 : Évolution de l'îlot Goéland de 2004 à 2013 ____ 26
Figure 12 : Évolution de la surface de l'îlot Goéland de 2004 à 2013 (m²) ____ 26
Figure 13 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Goéland ____ 27
Figure 14 : Évolution de l'îlot Goéland de haut en bas et de gauche à droite : 08/09/2004, 15/02/2007, 29/03/2013, 14/03/2014 ____ 27
Figure 15 : Évolution de l'îlot Amédée de 2004 à 2012 ____ 28
Figure 16 : Évolution de la surface de l'îlot Amédée entre 2004 et 2012 (m²) ____ 28
Figure 17 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014)de l'îlot Amédée ____ 29
Figure 18 : Pointe nord-est de l'îlot Amédée en érosion au cours des dernières années (talus d'érosion, souches d'arbres et arbustes morts) ____ 29
Figure 19 : Évolution de l'îlot Larégnère de 1982 à 2012 ____ 30
Figure 20 : Évolution de la surface de l'îlot Larégnère de 1982 à 2012 (m²) ____ 30
Figure 21 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Larégnère ____ 31
Figure 22 : Talus d'érosion et recul de la plage nord-ouest de l'îlot Larégnère ____ 31
Figure 23 : Évolution de l'îlot Signal de 1982 à 2013 ____ 32
Figure 24 : Évolution de la surface de l'îlot Signal de 1982 à 2013 (m²) ____ 32
Figure 25 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Signal ____ 33
Figure 26 : Le beachrock en dalle surmonté par un beachrock en chaos armant le sud de la plage ouest de l'îlot Signal ____ 33
Figure 27 : Évolution de l'îlot Canard de 1935 à 2014 ____ 34
Figure 28 : Évolution de la surface de l'îlot Canard de 1935 à 2014 en m^2 ____ 34
Figure 29 : Détail de l'évolution de la surface de l'îlot Canard de 1982 à 2014 ____ 35
Figure 30 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Canard ____ 35
Figure 31 : Stabilisation et fixation du trait de côte par sacs de sable sur l'îlot Canard ____ 36
Figure 32 : Évolution de l'îlot Ange de 2004 à 2013 ____ 37
Figure 33 : Évolution de la surface de l'îlot Ange de 2004 à 2013 (m²) ____ 37
Figure 34 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Ange ____ 38
Figure 35 : Beachrock en bas de plage avec talus d'érosion, souches d'arbres, etc. en arrière (Plage sud de l'îlot Ange) ____ 38
Figure 36: Évolution de l'îlot Ronde de 2004 à 2013 ____ 39
Figure 37 : Évolution de la surface de l'îlot Ronde de 2004 à 2013 (m²) ____ 39
Figure 38 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Ronde ____ 40

Figure 39: Beachrock à encoche stabilisant une partie du trait de côte sud de l'îlot Ronde 40
Figure 40 : Évolution de l'îlot Pandanus de 2009 à 2013 41
Figure 41 : Évolution de la surface de l'îlot Pandanus de 2009 à 20013 (m²) 41
Figure 42 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Pandanus 42
Figure 43 : Érosion du rivage nord de l'îlot Pandanus 42
Figure 44 : Évolution de l'îlot Mba entre 2004 à 2013 43
Figure 45 : Évolution de la surface de l'îlot Mba de 2004 à 2013 (m²) 43
Figure 46 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Mba 44
Figure 47 : Interprétation géomorphologique (bourrelets « ridges » en tiretés jaunes) avec superposition des datations les plus superficielles de Yamano et al. 2014 45
Figure 48 : Apports bioclastiques grossiers formant des bourrelets sur la pointe sud de Mba. 45
Figure 49 : Évolution de l'îlot Mbo de 2009 à 2013 46
Figure 50 : Évolution de la surface de l'îlot Mbo de 2009 à 2013 (m²) 46
Figure 51 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Mbo 47
Figure 52 : Pointe ouest de l'îlot Mbo : zone actuellement relativement stable ayant subi un fort recul depuis la lithification des beachrock 47
Figure 53 : Évolution de l'îlot Mbe Kouen de 2009 à 2013 48
Figure 54 : Évolution de la surface de l'îlot Mbe Kouen de 2009 à 2013 (m²) 48
Figure 55 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Mbe Kouen 49
Figure 56 : Plage Sud de l'îlot Mbe Kouen (faible altitude de l'îlot, plage à forte pente, talus d'érosionen haut de plage) 49
Figure 57 : Évolution de l'îlot Goldfield de 2004 à 2013 50
Figure 58: Évolution de la surface de l'îlot Goldfield de 2004 à 2013 (m²) 50
Figure 59 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Goldfield 51
Figure 60 : Les bancs de beachrocks de la pointe sud-est de l'îlot Goldfield 51
Figure 61 : Évolution 2004-2007-2011-2013 Petit Ténia 52
Figure 62 : Évolution de la surface de l'îlot Petit Ténia de 2004 à 2013 (m²) 52
Figure 63 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Petit Ténia 53
Figure 64 : Forte érosion et recul du trait de côte du nord de la plage est de l'îlot Petit Ténia 53
Figure 65 : Évolution de l'îlot Ténia de 1943 à 2013 54
Figure 66 : Évolution de la surface de l'îlot Ténia de 1943 à 2011(m²) 54
Figure 67 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Ténia 55
Figure 68 : Erosion des pointes sud-ouest (à gauche) et est (à droite) de l'îlot Ténia 55
Figure 69 : Évolution de l'îlot Kondoyo de 1954 à 2014 56
Figure 70 : Évolution de la surface de l'îlot Kondoyo de 1954 à 2014 (m²) 56
Figure 71 : Tendance évolutive actuelle (2014) de l'îlot Kondoyo 57
Figure 72 : A gauche : Recul avec talus d'érosion du secteur nord-ouest de Kondoyo apparu entre les missions 2013 et 2014 ; à droite : érosion et recul du trait de côte (rivage est) 57
Figure 73 : Évolution de l'îlot Kutomërë de 1954 à 2013 58
Figure 74 : Évolution de la surface de l'îlot Kutomërë (Nokanhui) de 1954 à 2014 (m²) 58
Figure 75 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Kutomërë 59
Figure 76 : Rivage nord de l'îlot Kutomërë 60
Figure 77 : La pointe nord de l'îlot Kutomërë (notez l'extrême étroitesse de l'îlot) 61
Figure 78 : Les rides de dépôts coralliens grossiers de la face exposée de l'île Ana (Nokanhui) 61
Figure 79 : Détail des dépôts coralliens grossiers de la face exposée de l'île Ana (Nokanhui) 62
Figure 80 : Hypothèse sur les causes de l'évolution de l'îlot Kutomërë 63
Figure 81 : Évolution de l'îlot Tibarama de 2004 à 2013 65
Figure 82 : Évolution de la surface de l'îlot Tibarama de 2004 à 2013 (m²) 65
Figure 83 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Tibarama 66
Figure 84 : Beachrock démantelé en base de plage, talus d'érosion et souches sur la côte ouest de l'îlot Tibarama 66
Figure 85 : L'îlot Bois de Fer en 2013 67
Figure 86 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Bois de Fer 67
Figure 87 : Vue d'ensemble de l'îlot Bois de Fer 68
Figure 88 : Îlot Bois de Fer : Beachrock sud matérialisant l'ancienne plage sud (gauche) ; talus d'érosion rivage sud 68

Figure 89 : Évolution de l'îlot Baye de 2012 à 2013 69
Figure 90 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Baye 69
Figure 91 : L'îlot Baye vue de l'Ouest 70
Figure 92 : Îlot Baye : en haut érosion du rivage sud ; en bas à gauche le beachrock est, à droite le beachrock nord. 70
Figure 93 : L'îlot Faux-Tabac en 2012 71
Figure 94 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Faux-Tabac 71
Figure 95 : L'îlot Faux-Tabac vu du Sud-Ouest (gauche) ; plage et talus d'érosion (droite) 72
Figure 96 : L'îlot Faux-Tabac reposant sur le beachrock sud 72
Figure 97 : Diagramme ternaire représentant les pourcentages de longueur de côte en érosion, stabilité et accrétion actuels pour chaque îlot (Nota Les îlots Goéland et Faux Tabac sont sur le même point que Kutomërë : 100 % en érosion) 73
Figure 98 : Exemple d'îlot disparu, l'îlot Baron au large de Koumac, seuls les beachrocks demeurent visibles ainsi qu'un panache de sable en « queue-de-comète » issu de la destruction de l'îlot 76
Figure 99 : Les différents stades d'évolution des îlots calédoniens 77
Figure 100 : Cycle de vie des îlots calédoniens et séquences successives possibles 78
Figure 101 : Pourcentage d'îlots en fonction de leurs évolutions futures plausibles 81
Figure 102 : Histogramme des linéaires côtiers des sites étudiés (en m) 86
Figure 103 : Localisation des sites pilotes de la Province nord 87
Figure 104 : Localisation des sites pilotes de la Province sud 87
Figure 105 : Évolution de la plage de Nesson de 1997 à 2008 89
Figure 106 : Évolution mesurée par segment et par période (Plage de Nesson) 90
Figure 107 : Plage de Nesson : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment 91
Figure 108 : Plage de Nesson : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution) 91
Figure 109 : Talus d'érosion de haut de plage végétalisé (plage de Nesson) 92
Figure 110 : Embouchure de la Houaïlou au Nord-Ouest 92
Figure 111 : Évolution du site de Tiakan de 1971 à 2011 93
Figure 112 : Tiakan : Évolution mesurée par segment et par période (Tiakan) 95
Figure 113 :Tiakan : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment 96
Figure 114 : Tiakan : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution) 96
Figure 115 : Erosion de la partie sud de la plage (Tiakan) 97
Figure 116 : Estuaire de la Népia 97
Figure 117 : Évolution du site de l'anse Ponandou de 1943 à 2011 99
Figure 118 : Évolution mesurée par segment et par période (Anse Ponandou) 100
Figure 119 : Anse de Ponandou : mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment 101
Figure 120 : Ansd de Ponandou : tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage du linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution) 101
Figure 121 : Évolution de la fléche sableuse de 1943 à 2011 102
Figure 122 : Forte érosion observée sur la rive droite de l'embouchure de la Ponandou 103
Figure 123 : Ouvrage de protection en rive gauche de la Ponandou 103
Figure 124 : Évolution du site d'Amoa de 1943 à 2011 105
Figure 125 : Évolution mesurée par segment et par période (Amoa) 106
Figure 126 : Amoa : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment 107
Figure 127 : Amoa : Tendance évolutive actuelle 2013-2014(pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution) 107
Figure 128 : Traces d'érosion au niveau du segment 3 (Amoa) 108
Figure 129 : Ouvrage de protection en enrochement (segment 4 ; Amoa) 109
Figure 130 : Etat actuel de la RPN10 au niveau du pont sur la Pwöpéipum (Amoa) 109
Figure 131 : Évolution du site Tewaadé-Tipindjié de 1971 à 2011 111
Figure 132 : Évolution mesurée par segment et par période (Tewaade-Tipindjié) 112
Figure 133 : Tewaadé-Tipindjié : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment 113
Figure 134 : Tewaadé-Tipindjié : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution) 113

Figure 135 : Embouchure de la rivière Tipindjié 114
Figure 136 : Arbres déracinés, souches d'arbres et dalle de bâtiment disloquée (en position horizontale en 2013 sur la photo de gauche et inclinée en 2014 sur la photo de droite) situés au niveau de l'embouchure de la rivière Tipindjié 114
Figure 137 : Talus d'érosion du secteur 4 (Tewaadé-Tipindjié) 115
Figure 138 : Évolution du site de la plage du camping d'Amos de 1976 à 2012 117
Figure 139 : Évolution mesurée par segment et par période (Amos) 118
Figure 140 : Plage du camping d'Amos : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment 119
Figure 141 : Plage du camping d'Amos : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution) 119
Figure 142 : Traces d'érosion observées sur les segments 2 et 3 120
Figure 143 : Lobe sableux au niveau du delta du creek d'Amos 121
Figure 144 : Ouvrage de protection en enrochement (camping d'Amos) 121
Figure 145 : Évolution du site du Karikaté de 1950 à 2013 123
Figure 146 : Karikaté : Évolution mesurée par segment et par période (Karikaté) 124
Figure 147 : Karikaté : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment 125
Figure 148 : Karikaté : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution) 125
Figure 149 : Karikaté : Indice d'érosion sur le segment 2 (talus d'érosion et souche d'arbre) 126
Figure 150 : Karikaté : Exemple d'intervention individuel visant à lutter contre l'érosion 127
Figure 151 : Karikaté : Falaise rocheuse érodée 127
Figure 152 : Évolution de la Baie de Kanuméra de 1954 à 2013 128
Figure 153 : Évolution mesurée par segment et par période (Kanuméra) 129
Figure 154 : Kanuméra : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment 130
Figure 155 : Kanuméra : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution) 130
Figure 156 : Erosion du rivage et dégâts sur les aménagements sur le secteur 2 131
Figure 157 : Mur de l'administration pénitentiaire et falaise calcaire du segment 1 131
Figure 158 : Évolution des sites de Vao de 1954 à 2014 132
Figure 159 : Évolution mesurée par segment et par période (Vao) 133
Figure 160 : Vao : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment m) 134
Figure 161 : Vao : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution) 134
Figure 162 : Vao : Traces d'érosion sur le segment 1 (talus d'érosion et arbres déracinés) 135
Figure 163 : Vao : À gauche la zone d'engraissement et de dépôts sableux alimentée par la zone d'érosion amont (à droite). 135
Figure 164 : Évolution de la Baie de Ouara de 1954 à 2013 136
Figure 165 : Évolution mesurée par segment et par période (Baie de Ouara) 137
Figure 166 : Ouara : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment 138
Figure 167 : Ouara : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution) 138
Figure 168 : Baie de Ouara : Sous cavage des fondations d'une maison détruite (photo de gauche) et traces d'érosion (talus et arbres déracinés) (photo de droite) 139
Figure 169 : Baie de Ouara : Mangrove en avant de la côte rocheuse 140
Figure 170 : Pourcentage des linéaires côtiers affectés par les 3 types de phénomènes (érosion/accrétion/stabilité) pour chaque site (2013-2014) 141
Figure 171 : Pourcentage de côte en érosion, stabilité et accrétion sur l'ensemble du linéaire des sites étudiés (2013-2014) 141
Figure 172 : Pourcentage total de longueur de côte en érosion, stabilité et accrétion pour chaque site (2013-2014) 141
Figure 173 : Diagramme ternaire représentant les pourcentages de longueur de côte en érosion, stabilité et accrétion actuels de chaque site (2013-2014) 142

1. Introduction

1.1. CONTEXTE

L'Observatoire du Littoral de Nouvelle-Calédonie (OBLIC) a pour principaux objectifs de :

- faire un suivi des côtes calédoniennes (provinces Nord et Sud, provinces des Îles Loyauté) notamment des zones soumises à l'érosion et à l'aléa submersion,
- de faire des études sur les évolutions historique et actuelle du trait de côte,
- d'analyser les impacts du changement climatique et de la remontée du niveau marin sur le littoral (Garcin & Vendé-Leclerc 2013, 2014),
- de centraliser et de mettre à disposition sur le portail d'information géographique de la Nouvelle-Calédonie (www.georep.nc) les données publiques sur le littoral acquises par les administrations, les collectivités locales et les organismes de recherche.

Un comité des utilisateurs de l'OBLIC a été créé en 2013. Ce comité a identifié plusieurs sites (sur les trois provinces) qui posent des problèmes (érosion, submersion) ou présentent un intérêt ou un enjeu particulier (humain, culturel et environnemental). C'est à ce titre qu'une mission a été réalisée dans le cadre de la convention 2014 n° CI14-3160-SGNC-363 de recherche et développement partagé entre la DIMENC et le BRGM intitulée «*Observatoire du littoral de Nouvelle-Calédonie (OBLIC) - Phase 2* ». La mission s'est déroulée du 10 novembre au 4 décembre 2014.

1.2. OBJECTIFS

L'objectif général de cette mission OBLIC était d'affiner l'analyse du contexte des sites pilotes réalisée en 2013 (Garcin & Vendé-Leclerc 2014).

Les objectifs étaient plus particulièrement de réaliser une mission de terrain visant à compléter les informations recueillies en 2013 notamment :

- sur des sites déjà visités si des événements hydro-météorologiques se sont produits afin d'analyser leur impact sur l'évolution de la côte,
- sur de nouveaux sites à la demande du comité des utilisateurs.
- de réaliser une cartographie et analyse des évolutions temporelles du littoral de quelques sites-tests affectés par l'érosion côtière en nous appuyant sur les photographies aériennes/images satellites de sources diverses et disponibles en Nouvelle-Calédonie.

1.3. DEROULEMENT DE LA MISSION

La mission a été réalisée conjointement avec le Service de la Géologie de Nouvelle-Calédonie (SGNC) avec notamment M. Vendé-Leclerc et M. Mengin, B. Sevin, S. Lesimple, P. Maurizot et B. Robineau. La logistique et l'organisation ont été prises en charge par le SGNC.

La première semaine du 10 au 14 novembre a été consacrée au travail de préparation de la mission de terrain et à la visite de plusieurs sites sur Nouméa en compagnie d'agents des services techniques de la mairie de Nouméa (Service du Développement Urbain, Service Étude eau et assainissement et Service de l'Information Géographique).
La deuxième semaine du 17 au 21 novembre a été consacrée à la réalisation d'observations sur la côte Est en province Nord en compagnie de P. Afchain (Chargé de la gestion du trait de côte à la Direction de l'Aménagement et du Foncier de la province Nord) et de membres du comité de gestion de de la commune de Touho.

La troisième semaine du 24 novembre au 29 novembre a été consacrée à des observations de terrain sur l'évolution des îlots du lagon Ouest (accompagné par O.Cohen et P. Dumas de l'UNC) et de l'île des Pins.

Enfin entre le 1 et le 4 décembre, outre des observations de terrain sur des sites proches de Nouméa, un travail a été réalisé sur la mise en forme des données acquises et la poursuite des réflexions en cours sur la structuration des données et du SIG.

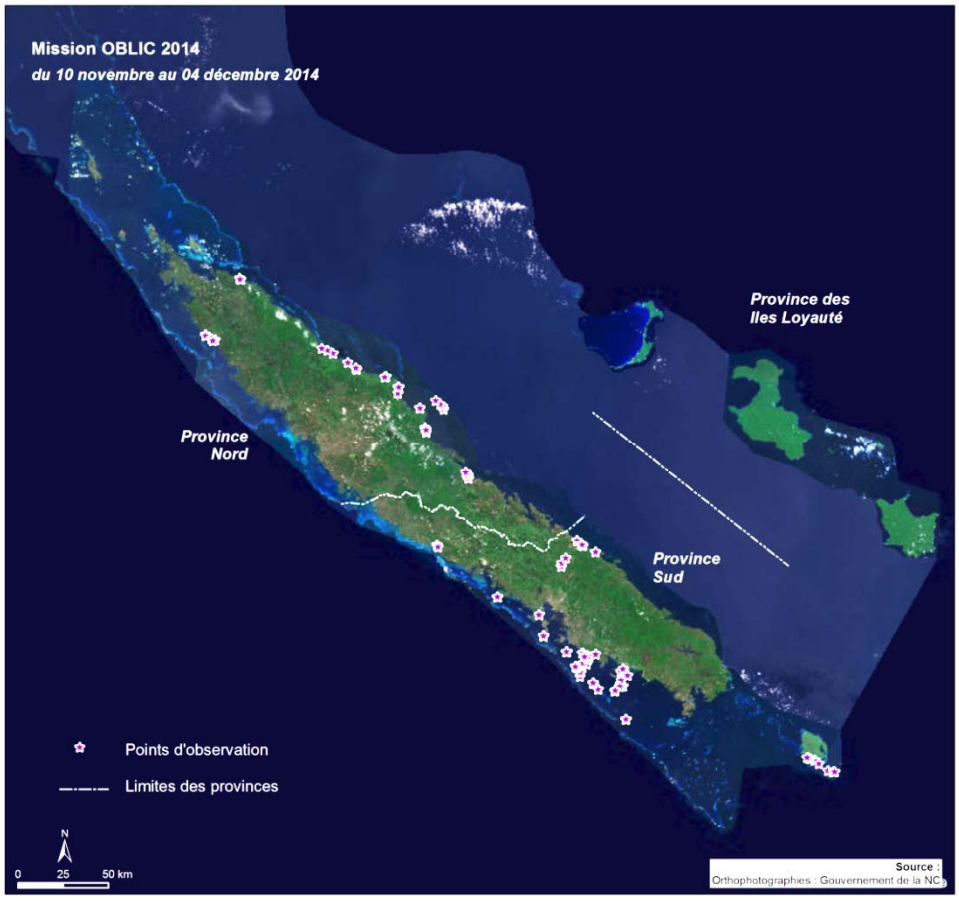


Figure 1 : Localisation des points d'observation réalisés lors de la mission OBLIC 2014

Afin de faciliter la lecture de ce rapport, les analyses sur les différents sites sont présentées sous forme de « *fiches* » qui reprennent de façon systématique toutes les données et observations sur chacun des sites. Nous avons séparé ce rapport en deux parties principales avec en premier les fiches concernant les îlots puis celles concernant les sites côtiers de la Grande-Terre.

À la fin de la présentation de chaque groupe de fiches (thématiques « îlots » et « Grande-Terre»), un chapitre d'analyse de synthèse et de discussion des résultats est présenté.

Ces chapitres sont repris partiellement dans la conclusion générale dans laquelle des propositions et des pistes de futurs travaux sont proposées.

2. Fiches îlots

2.1. GENERALITES

2.1.1. Introduction

Au cours de la mission OBLIC 2013 quelques îlots (dont le rôle est primordial pour l'écosystème lagonaire) avaient été étudiés suite à des questions posées par le Comité des Utilisateurs. Ces questions concernaient d'une part leurs évolutions actuelles des îlots et d'autre part leur devenir notamment dans la perspective du changement climatique. La compréhension de l'évolution et de la dynamique des îlots intéresse les gestionnaires et organismes en charge du lagon mais aussi les scientifiques notamment ceux travaillant sur les impacts du changement climatique et de la remontée du niveau de l'Océan sur les zones côtières. Suite à la mission OBLIC de 2013 et aux premiers résultats obtenus (Garcin & Vende-Leclerc 2014) il a donc été décidé d'étendre les travaux à d'autres îlots. En 2014, vingt-et-un îlots ont fait l'objet d'observations sur le terrain qui ont été complétées par l'analyse de leur évolution dans le temps à l'aide des photographies aériennes anciennes (quand elles existent) et des images satellites de la dernière décennie. Ces travaux ont permis de récolter des informations sur les états et les évolutions actuelles des îlots tout en les replaçant dans leurs trajectoires évolutives.

2.1.2. Méthode

La méthode suivie peut être résumée en 9 points :

1. Observations de terrain des rivages des îlots (indices d'évolution : érosion, accrétion, etc., géomorphologie, sédimentologie, etc.) avec géo-référencement de ces observations par GPS puis compilation des informations sous SIG.
2. Collecte de photographies aériennes anciennes et d'images satellites pour les périodes récentes puis géo-référencement de ces images. La difficulté du géo-référencement sur les îlots est que peu de points de référence sont exploitables pour le calage des photographies/images. En conséquence, les marges d'erreur (QM) sont variables et augmentent l'imprécision du calage. Les erreurs de géo-référencement obtenus sont comprises entre 1.2 m et 3,84 m, les évolutions moyennes du littoral (érosion ou accrétion) inférieures aux erreurs n'ont pas été considérées comme significatives.
3. Digitalisation des limites de végétation permanente des îlots à chaque date afin d'analyser l'évolution des îlots d'une échelle pluriannuelle à une échelle pluri-décennale (la limite de végétation permanente est une approche classique utilisée pour analyser l'évolution des trait de côte à l'échelle de plusieurs années ; Ford, 2012 ; Webb and Kench, 2010 ; Yates et al., 2013).
4. Évaluation des vitesses d'évolution de ces limites pour une ou plusieurs périodes : avancée ou recul de la limite de végétation en mètre par an.
5. Cartographie des comportements actuels (2013-2014) observés sur les rivages de chaque îlot : érosion, stabilité, accrétion, ces comportements peuvent différer de ceux observés à plus long terme.
6. À partir de cette cartographie, calcul des pourcentages de linéaire affecté par chaque comportement (érosion, stabilité, accrétion) pour chaque îlot et création des graphiques ternaires.
7. Calcul des surfaces de chaque îlot (à partir de la limite de végétation permanente) à chaque date.
8. Création des courbes d'évolution des surfaces de chaque îlot en fonction du temps.

9. Synthèse de l'ensemble de ces données, interprétation et confrontation aux facteurs de forçage.

Les principaux résultats analytiques sont présentés dans les fiches synthétiques ci-dessous qui fournissent pour chaque îlot :

- une cartographie de l'évolution de la limite de végétation permanente dans le temps. La durée couverte par chaque reconstitution est variable en fonction de la disponibilité de photographies aériennes et d'images satellites. Des flèches indiquant les principales évolutions notables (érosion, accrétion) ainsi que les vitesses d'évolution en mètre par an y sont rapportées. Les beachrocks ont systématiquement été cartographiés. Ces beachrocks, quand ils sont présents, ont fossilisé les anciennes plages des îlots. Ils indiquent la localisation, l'orientation et la forme des anciennes plages et donnent ainsi des indications précieuses sur l'évolution de l'îlot dans le temps. Ces beachrocks ont fait l'objet de prélèvement systématique lors de la campagne de terrain 2014 dans le but de les dater.
- une cartographie des processus actuels affectant chaque îlot représentant les segments en érosion, accrétion ou stables,
- un graphique représentant le pourcentage de linéaire de l'îlot affecté par les trois catégories de comportement : érosion, accrétion, stabilité. Ce graphique permet i) une caractérisation de chaque îlot, ii) d'avoir rapidement une idée des processus dominants qui l'affecte et enfin iii) de les comparer entre eux et de les classer. Les îlots qui ont fait l'objet de cette étude sont présentés dans le Tableau 1. Leurs surfaces sont très variables et vont de 181 m^2 pour Faux Tabac à 360 704 m^2 pour Mba (Figure 2).

La majorité des îlots sont localisés dans le lagon Sud-Ouest, quatre sont localisés dans le lagon Est et un au sud de l'Île des Pins dans l'atoll de Nokanhui (îlot Kutomërë). Ces îlots sont situés dans des contextes différents et variés notamment en regard à leur position par rapport à la barrière récifale, aux passes et à leurs expositions aux vagues (Figure 3, Figure 4, Figure 5). La plupart de ces îlots sont peu ou pas aménagés mais certains d'entre eux sont assez, voire très fréquentés. Seul trois îlots sont modérément à très fortement anthropisés ; il s'agit des îlots Amédée, Maître et Canard. Ce dernier a, notamment dans les dernières années, été l'objet de nombreuses actions (ré-ensablement, modification des profils de plage, édification de « murs » en sacs de sable, etc.) visant à lutter contre l'érosion de son rivage. Ces actions, même si elles ne modifient pas la tendance naturelle à l'érosion, modifient les processus hydro-sédimentaires, altèrent sa morphologie et modifient son évolution. Ceci rend difficile l'analyse géomorphologique et la compréhension des liens entre les facteurs de forçage (vents, vagues, niveau d'eau, etc.) et l'évolution de l'îlot.

Nom	*Périmètre actuel (m)*	*Surface (m^2)*
Faux Tabac	51	181
Bois de Fer	116	831
Goeland	201	1 399
Mbe Kuen	208	1 938
Pandanus	202	2 249
Kutomere	367	2 481
Canard	448	8 431
Baye	363	8 832
Larégnère	531	11 572
Tibarama	619	27 663
Kondoyo	801	30 588
Goldfield	779	37 170
Petit Ténia	934	49 608
Ange	978	49 988
Ronde	990	50 785
Amédé	1 037	61 165
Maître	1 786	79 246
Signal	1 568	143 820
Mbo	1 579	174 116
Ténia	2 636	235 743
Mba	2 572	360 704

Tableau 1 : Liste des îlots étudiés sur le terrain en 2014, périmètres et surfaces

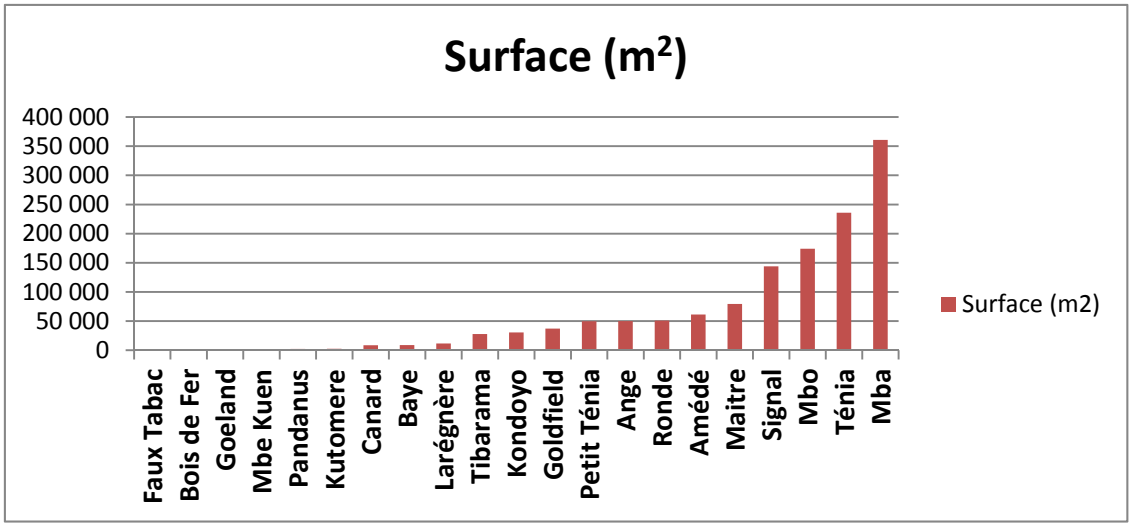


Figure 2 : Histogramme des surfaces des îlots étudiés

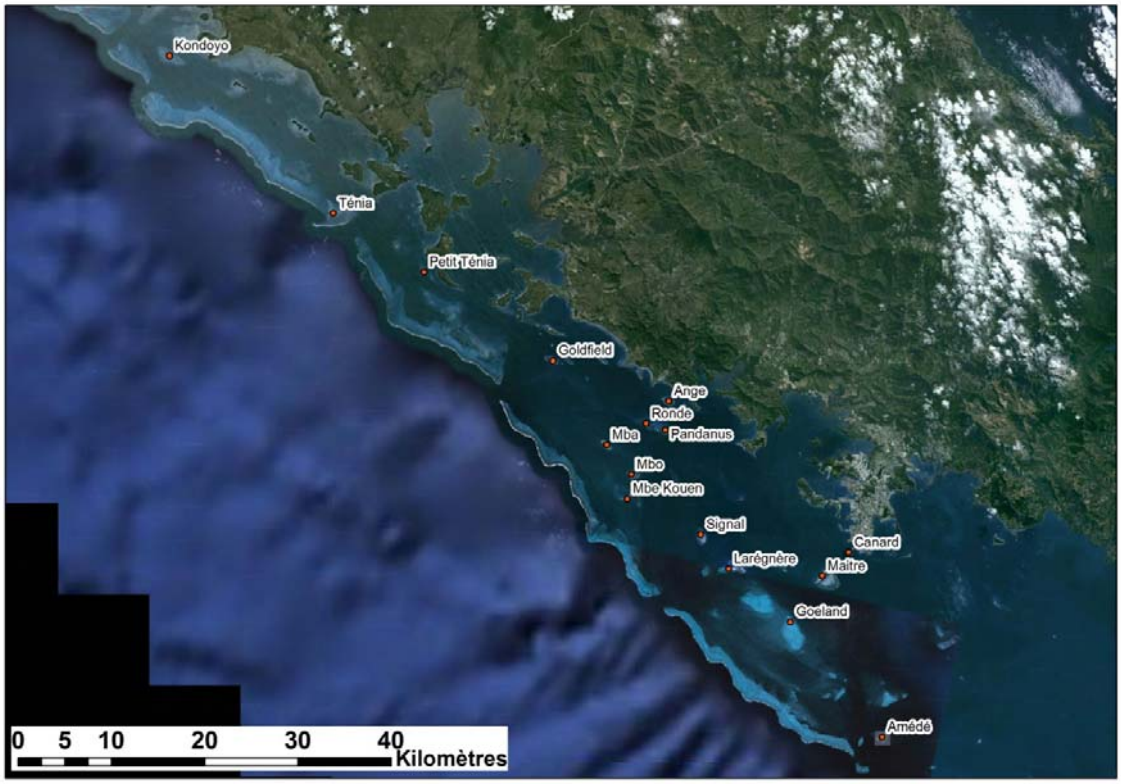


Figure 3 : Localisation des îlots étudiés dans le lagon Sud-Ouest

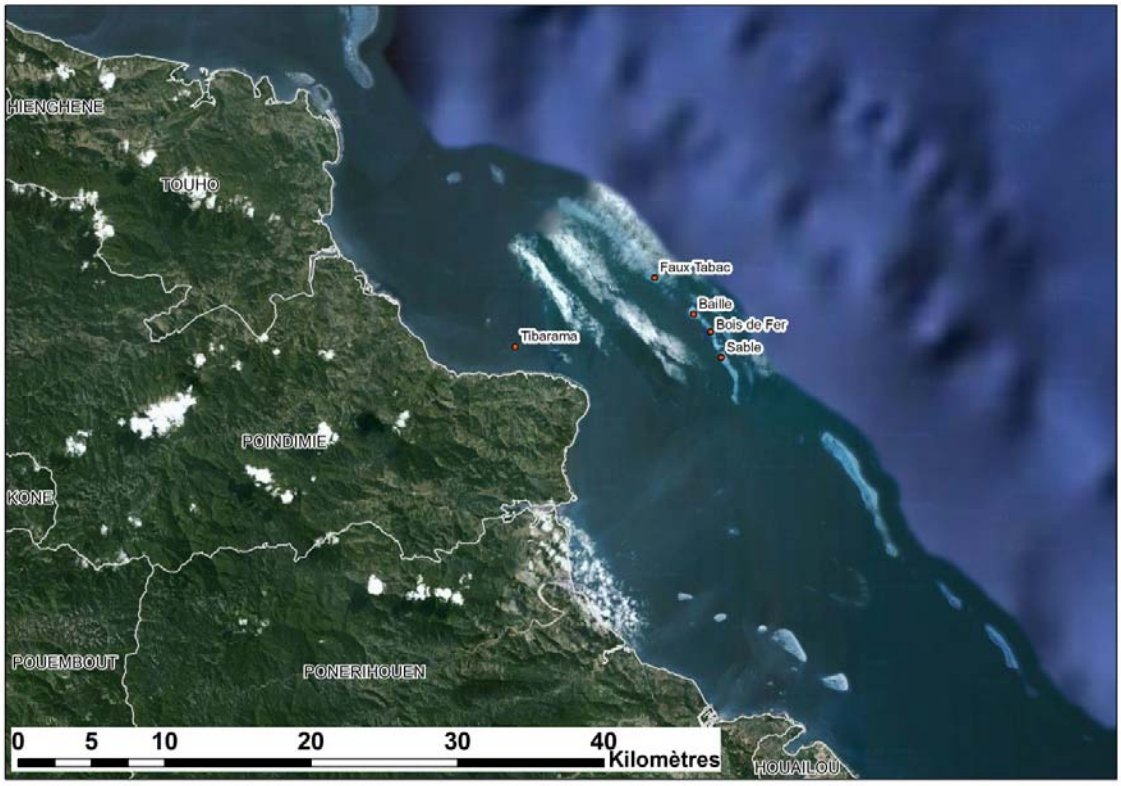


Figure 4 : Localisation des îlots étudiés dans le lagon Est

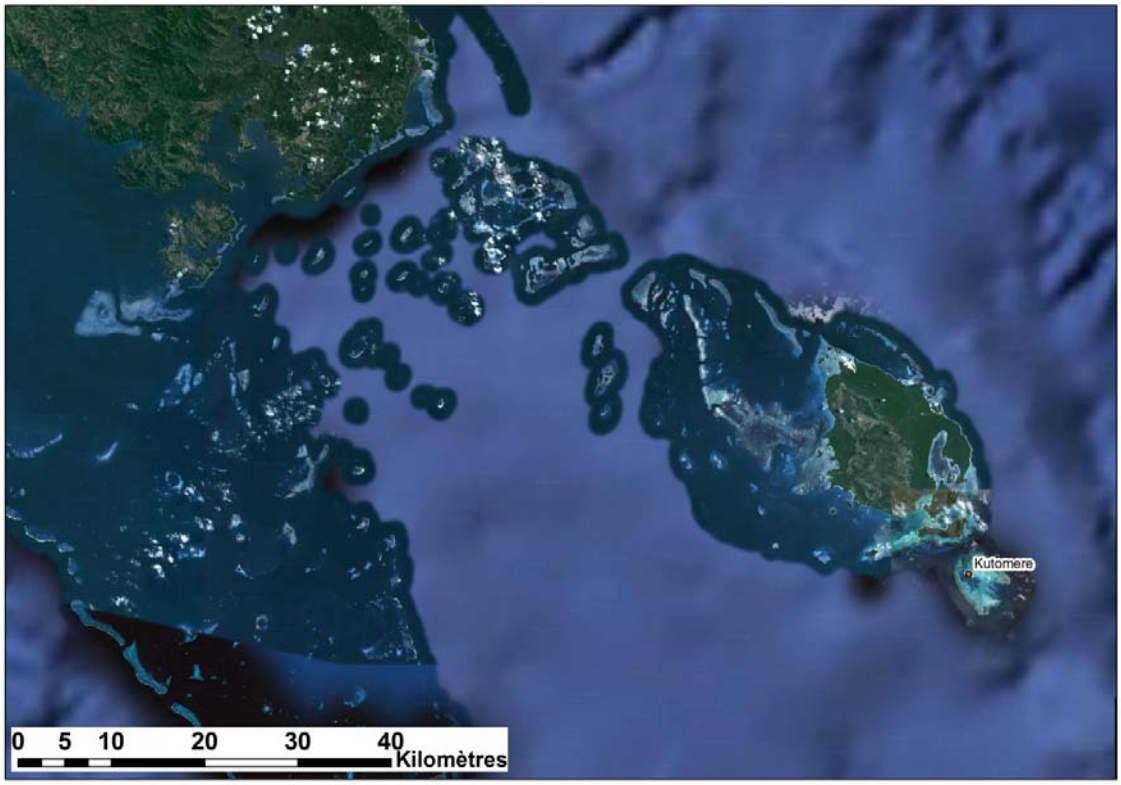


Figure 5 : Localisation de l'îlot Kutomërë dans l'atoll de Nokanhui au Sud de l'Île des Pins

2.2. ÎLOT FACE À NOUMEA

2.2.1. Maître

Figure 6 : Évolution de l'îlot Maître de 1935 à 2014

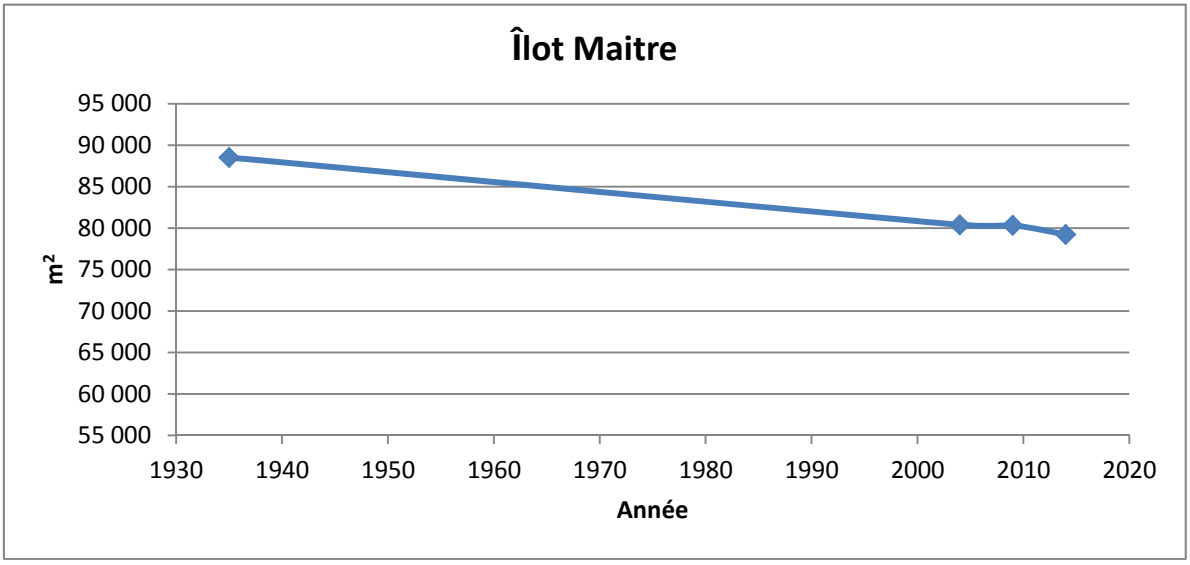


Figure 7 : Évolution de la surface de l'îlot Maître de 1935 à 2013 (m^2)

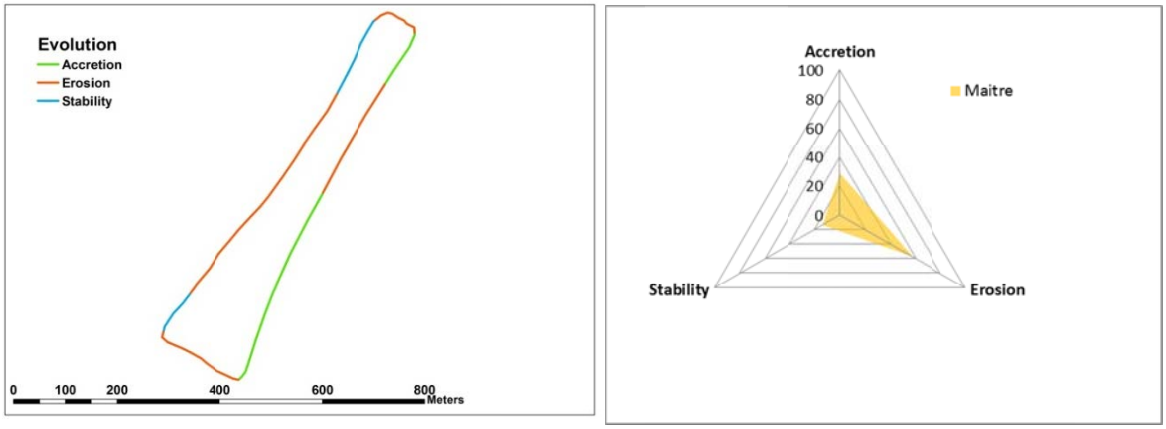


Figure 8 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014)de l'îlot Maître

L'anthropisation est très présente sur cet îlot avec des aménagements réalisés sur la côte Ouest (enrochements, bungalows sur pilotis et en bord de plage et autres aménagement, etc.) Quelles sont les actions de fixations du trait de côte, ré-ensablement, re-façonnage de la plage et de l'arrière plage qui ont été effectuées ? Enfin signalons la présence d'un beachrock tout le long de la plage qui joue un rôle dans la résistance de ce rivage à l'érosion (Figure 10).

De 1935 à aujourd'hui, l'îlot Maître subit une perte de surface de l'ordre 10 000 m^2 (11 % de sa surface due en grande partie au recul de la côte Est tandis que la pointe nord prograde (Figure 6, Figure 7). L'évolution de l'îlot entre 2004 et 2014 est dans la continuité de celle des 70 années précédentes avec la poursuite du recul modéré de la côte Est, des mouvements alternatifs d'avancée et recul du trait de côte de la pointe Sud alors seque la pointe Nord, préalablement en accrétion, montre des signes d'érosion et de recul sur les dernières années (Figure 9).

Figure 9 : Talus d'érosion à la pointe Nord de l'îlot Maître

Figure 10 : Anthropisation et beachrock– Côte Ouest de l'îlot Maître

2.2.2. Goéland

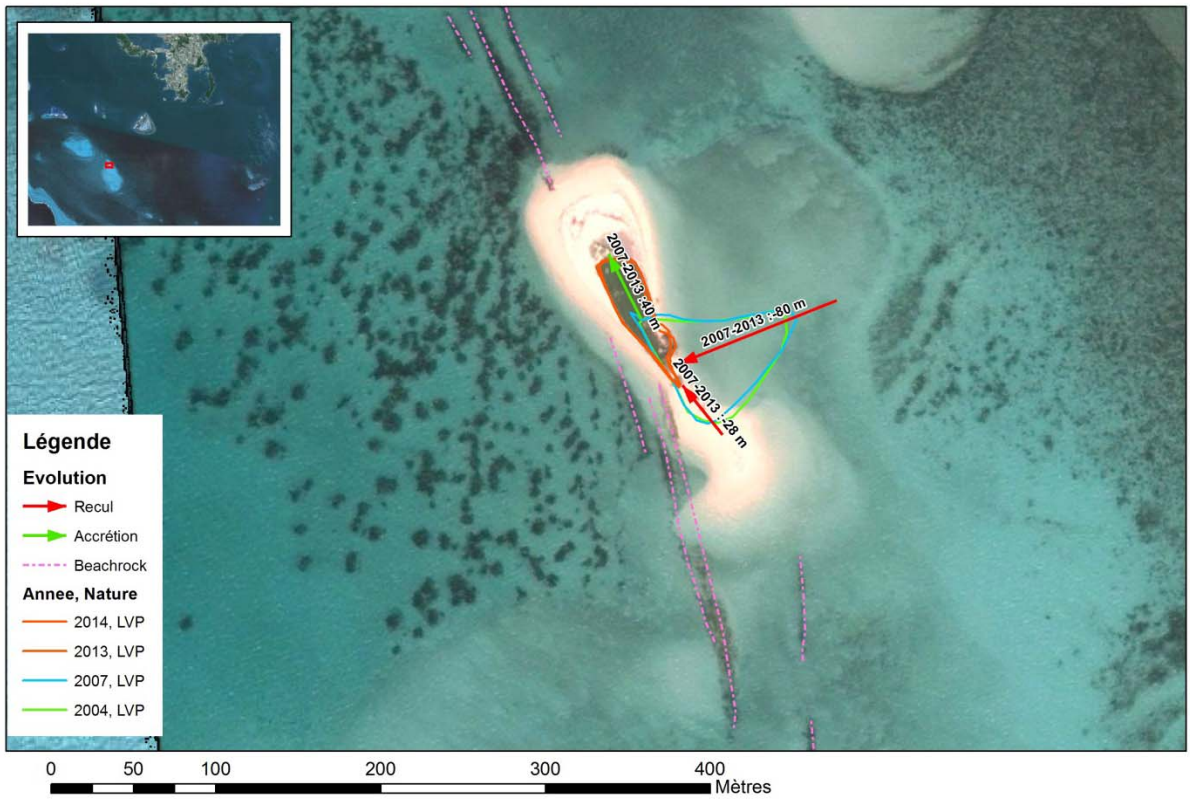


Figure 11 : Évolution de l'îlot Goéland de 2004 à 2013

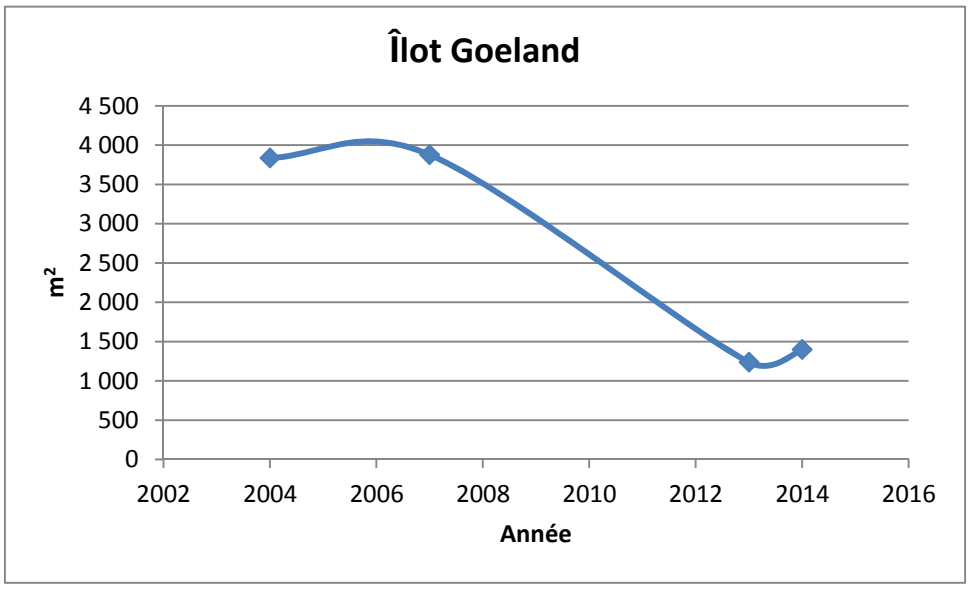


Figure 12 : Évolution de la surface de l'îlot Goéland de 2004 à 2013 (m²)

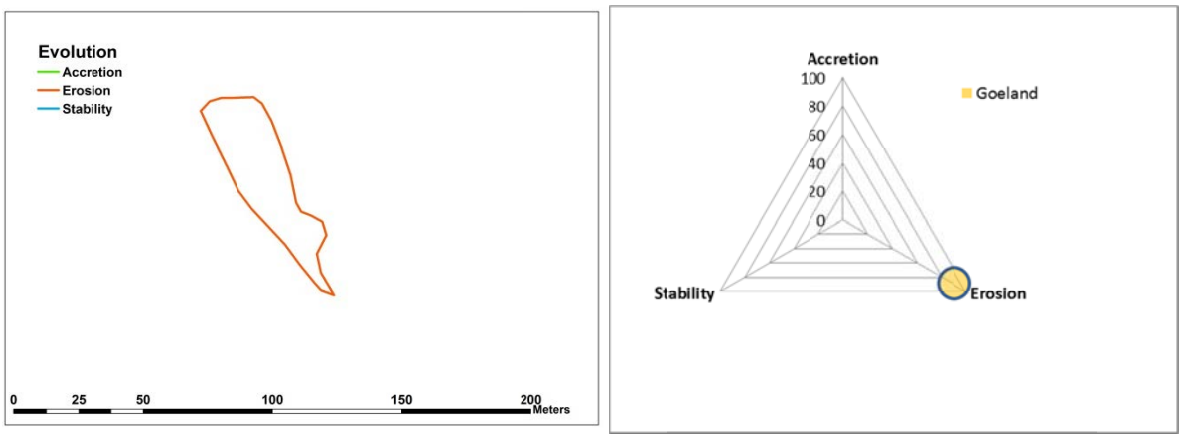


Figure 13 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Goéland

L'îlot Goéland voit sa surface se réduire fortement de 3 837 m^2 en 2004 à 1 237 m^2 en 2013 puis une très légère augmentation pour atteindre 1 399 m^2 en 2014 (36 % de la surface de 2004). Cette érosion très importante est accompagnée d'un changement de forme majeur entre 2007 et 2013 (Figure 12, Figure 14). Tout son rivage est actuellement soumis à l'érosion. La (les) cause(s) de cette évolution drastique sont encore à déterminer : il pourrait s'agir de changement des conditions hydrodynamiques et/ou de l'occurrence d'un événement de houle énergétique particulier (houle australe, cyclone ayant eu lieu entre 2008 et 2012…)?

La présence de grands ensembles de beachrocks (Figure 11) largement plus étendus au Sud et au Nord de l'îlot actuel (jusqu'à 250 m de la Pointe Sud et 135 m de la Pointe Nord) indique que celui-ci a été nettement plus étendu à une période plus ancienne.

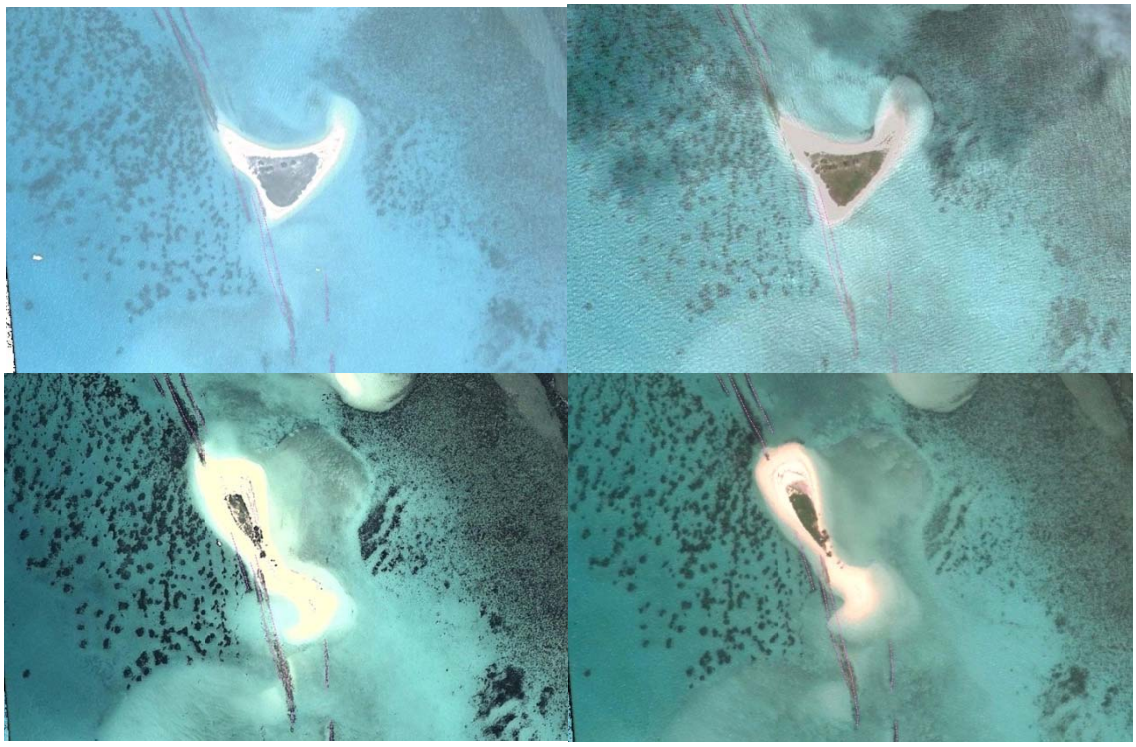


Figure 14 : Évolution de l'îlot Goéland de haut en bas et de gauche à droite : 08/09/2004, 15/02/2007, 29/03/2013, 14/03/2014

2.2.3. Amédée

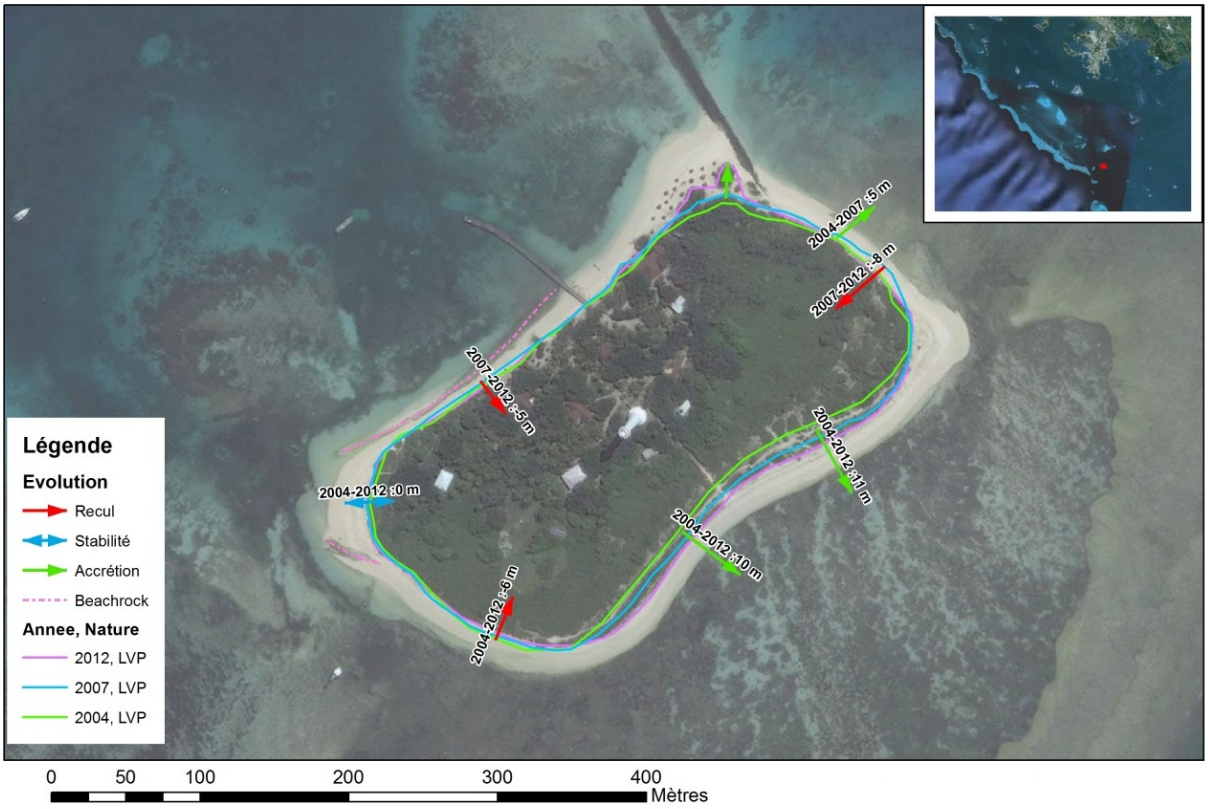


Figure 15 : Évolution de l'îlot Amédée de 2004 à 2012

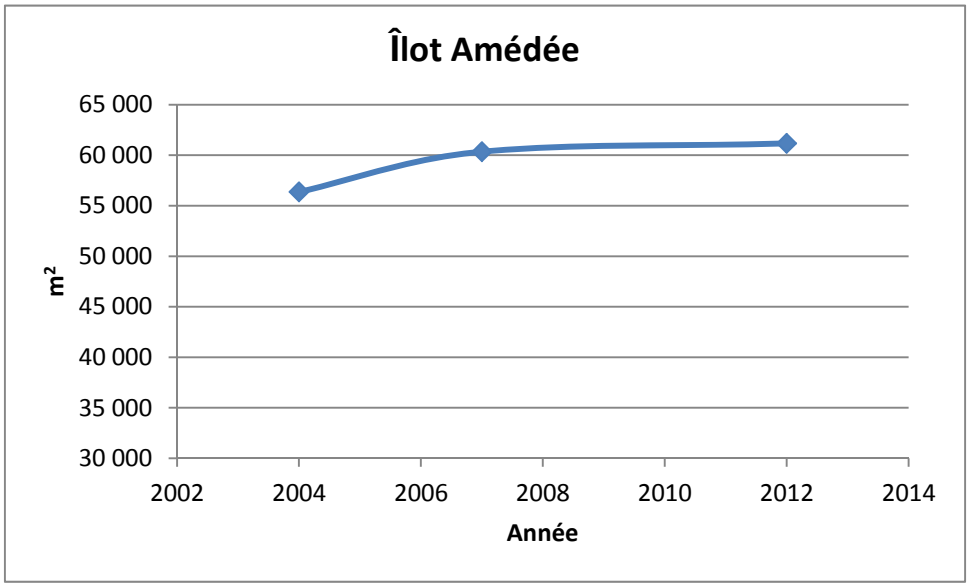


Figure 16 : Évolution de la surface de l'îlot Amédée entre 2004 et 2012 (m²)

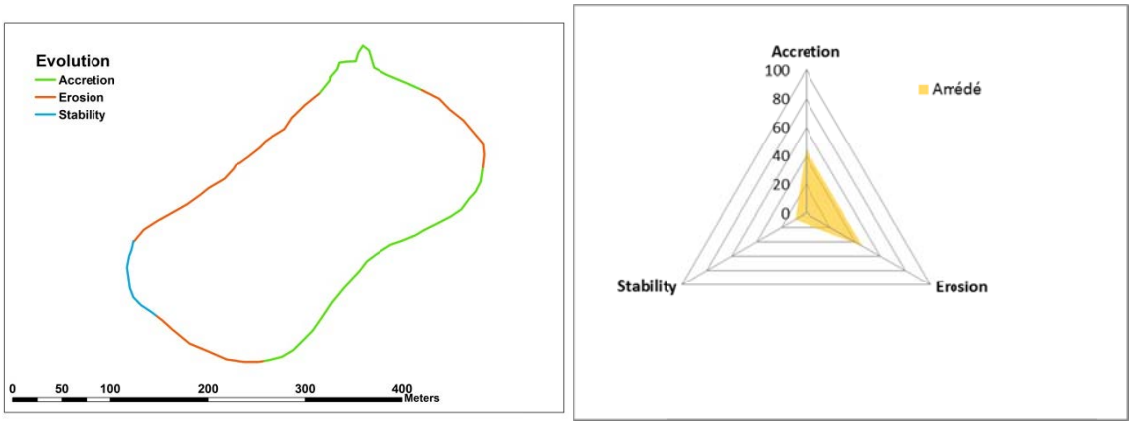


Figure 17 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014)de l'îlot Amédée

La surface de l'îlot Amédée est en légère augmentation de 2004 à 2013 (+8%). Certains secteurs sont en érosion tels que la plage nord-ouest (-1 m/an) et la pointe sud tandis que d'autres sont essentiellement en accrétion tel que la plage sud-est avec une avancée de l'ordre de 1,25 m/an en moyenne. La pointe nord-est montre un changement de comportement et d'évolution entre la période 2004 à 2007 avec une accrétion (+1,6 m/an) puis un recul de 2007 à 2012 (-1,6 m/an).

Des bancs de beachrocks sont observables au Sud du débarcadère à une distance de 10 à 20 m en avant de plage actuelle. De même un banc de beachrock oblique par rapport au rivage actuel est visible au Sud de la pointe sud-ouest, indiquant le recul de cette pointe tout comme celui du rivage ouest par rapport à la période de lithification des beachrocks.

L'épi installé dans les années 2000 a rempli son rôle de protection contre l'érosion de la plage nord-ouest et même aboutit à une accumulation de sable significative.

Figure 18 : Pointe nord-est de l'îlot Amédée en érosion au cours des dernières années (talus d'érosion, souches d'arbres et arbustes morts)

2.2.4. Larégnère

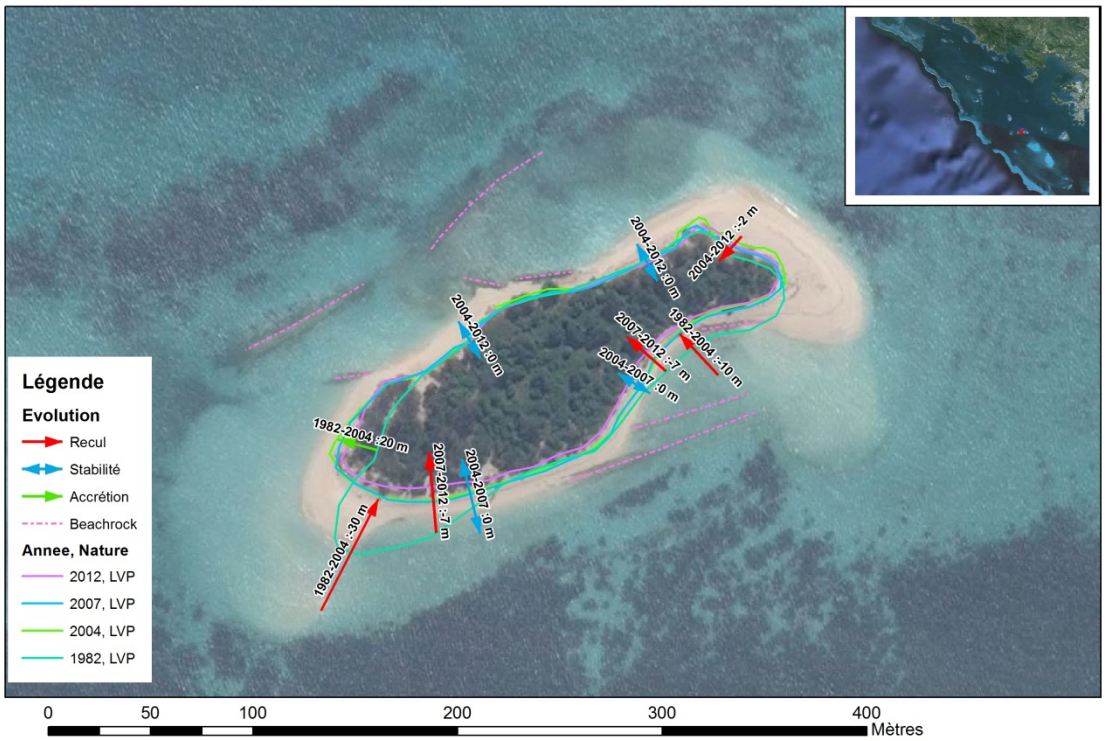


Figure 19 : Évolution de l'îlot Larégnère de 1982 à 2012

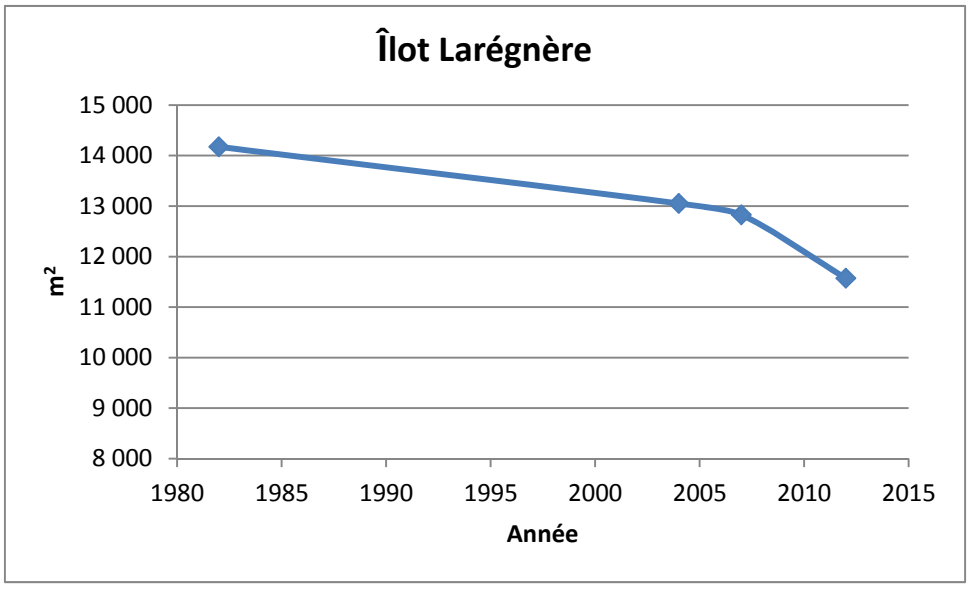


Figure 20 : Évolution de la surface de l'îlot Larégnère de 1982 à 2012 (m²)

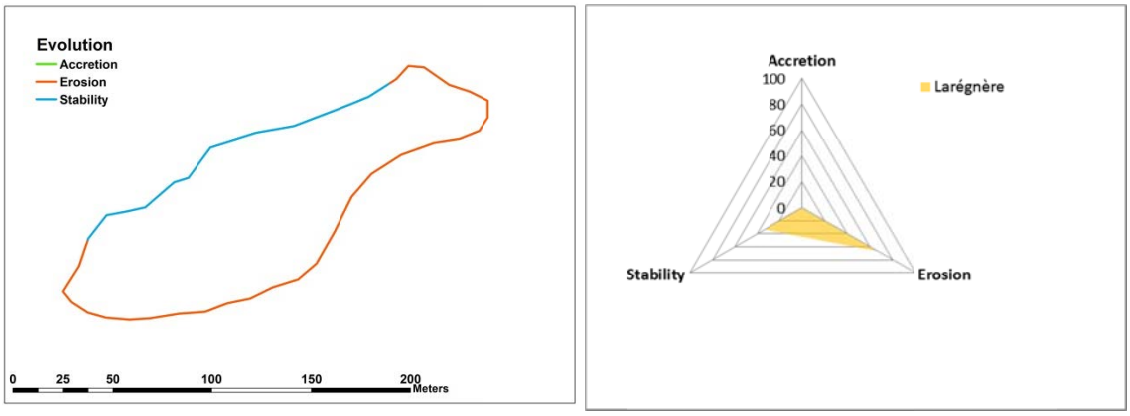


Figure 21 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Larégnère

L'îlot Larégnère subit depuis 1982 une diminution de sa surface avec semble-t-il une accélération depuis 2007 (Figure 20). La surface de 2012 ne représente plus que 81,6 % de la surface de 1982. Seule la plage nord-ouest apparaît comme stable sur la période considérée, les autres secteurs subissent tous de l'érosion sur cette période. Dans le détail, la période 1982-2007 montre que ces secteurs sont en érosion (jusqu'à 30 m de recul ; -1.3 m/an) puis relativement stables de 2004 à 2007 et que l'érosion reprend de 2007 à 2012 avec une vitesse de recul de l'ordre de 1,4 m/an. Les observations de terrain réalisées en 2014 indiquent que le rivage de la plage nord-ouest est actuellement en vive érosion (alors qu'il semblait stable sur la période 2004-2012) et a reculé de 5 m à 7 m par rapport à celle de 2012 ce qui pourrait affecter les aménagements installés récemment sur l'îlot. Plusieurs générations de beachrocks sont observables et les bancs sont parfois distants d'une soixantaine de mètres des rivages, indiquant que cet îlot a été par le passé beaucoup plus étendu. En l'état actuel, on peut considérer que cet îlot a un caractère résiduel si on se réfère aux marques de son extension passée.

Figure 22 : Talus d'érosion et recul de la plage nord-ouest de l'îlot Larégnère

2.2.5. Signal

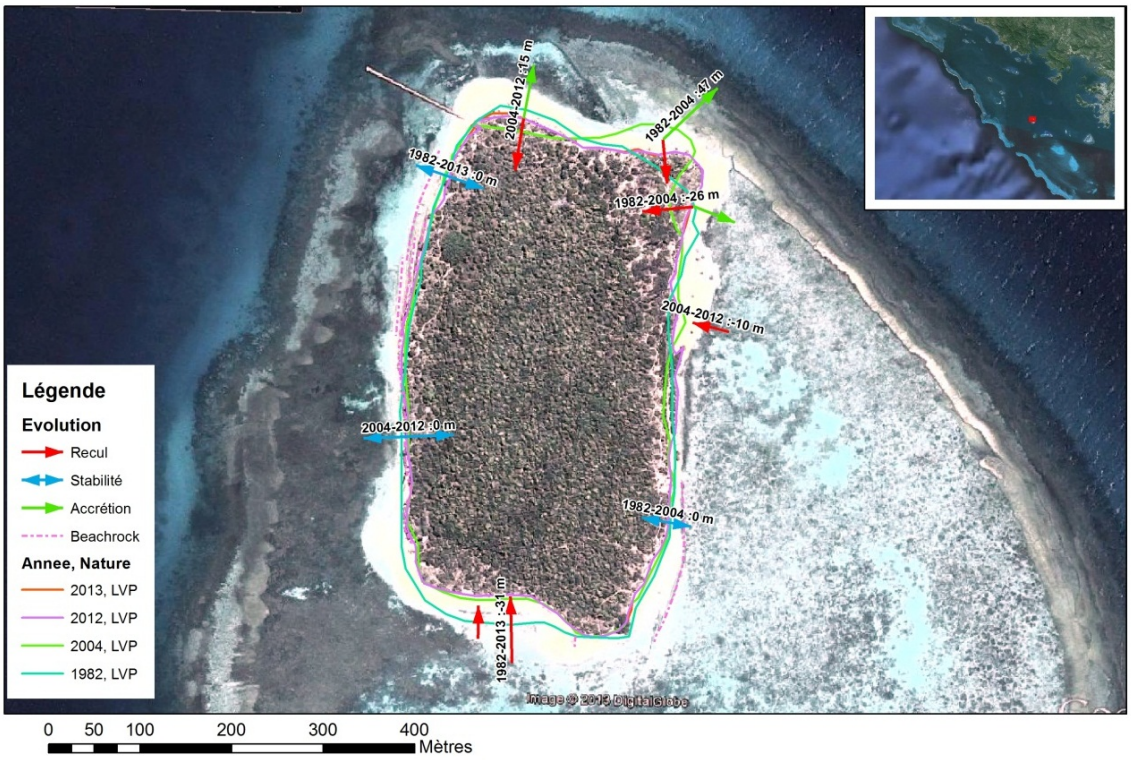


Figure 23 : Évolution de l'îlot Signal de 1982 à 2013

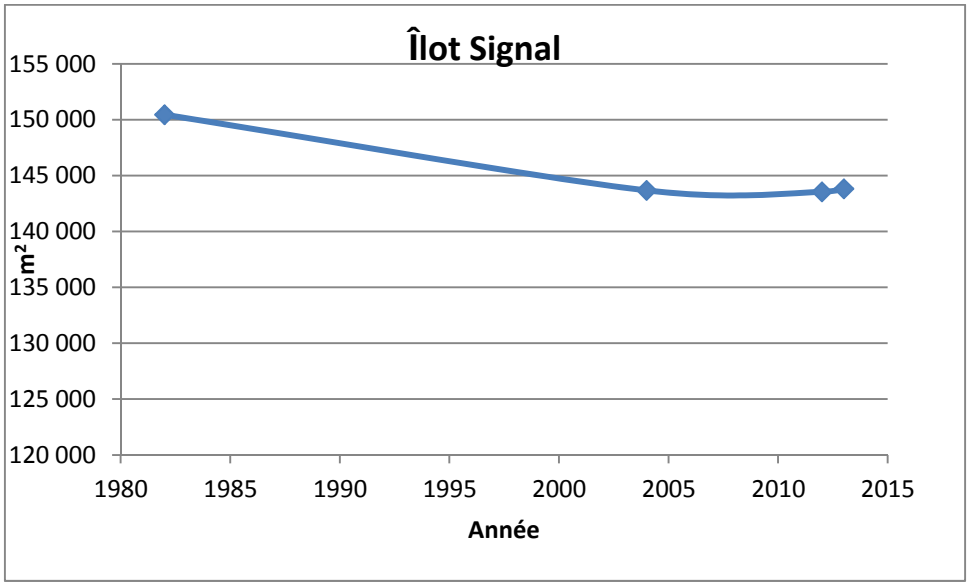


Figure 24 : Évolution de la surface de l'îlot Signal de 1982 à 2013 (m²)

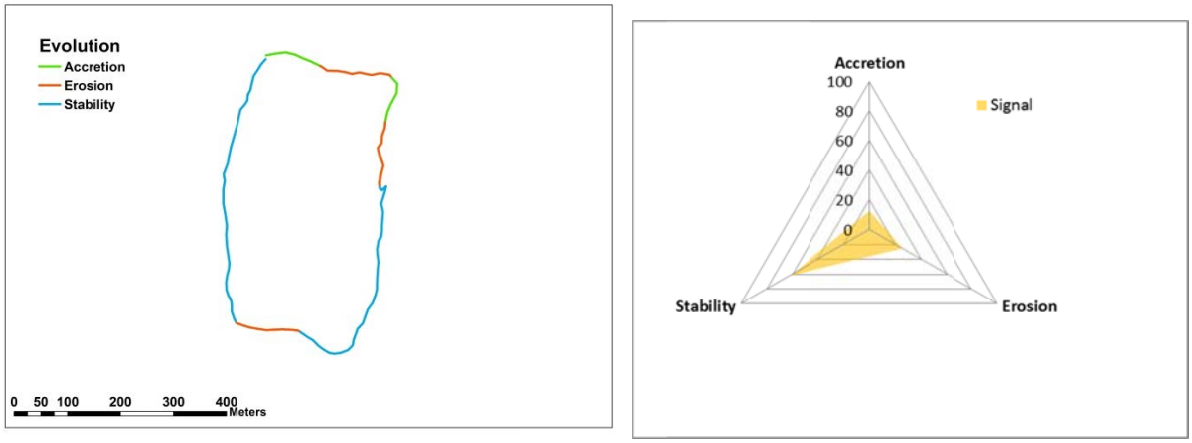


Figure 25 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Signal

L'îlot Signal a subi une réduction de sa surface relativement modérée entre 1982 et 2004 avec une perte de 5 %. De 2004 à 2013, sa surface varie de quelques dixièmes de pourcents. Sa côte ouest demeure stable sur toute la période tout comme la moitié sud de sa côte est. La stabilité de ces rivages est sans aucun doute liée à la présence de beachrocks notamment sur sa côte ouest ou plusieurs générations superposées sont observables et protègent le rivage de l'érosion, et du recul. La plage sud de l'îlot est affectée durant toute la période par l'érosion, le recul total de 1982 à 2013 y atteignant 31 m au maximum (soit une moyenne de 1 m/an environ). Au contraire, l'évolution de la plage Nord varie durant la période 1982-2004 avec un recul du secteur ouest de 14 m alors que la partie est, prograde de plus d'une quarantaine de mètres. Entre 2004 et 2013 une inversion des tendances se produit et conduit à une progradation du secteur ouest de 15 m et un recul de la partie est de l'ordre de 30 m. Cette zone apparaît comme très mobile et changeante en lien avec l'évolution des conditions environnementales. Enfin le nord de la plage est globalement en érosion sur toute la période.

Figure 26 : Le beachrock en dalle surmonté par un beachrock en chaos armant le sud de la plage ouest de l'îlot Signal

2.2.6. Canard

Figure 27 : Évolution de l'îlot Canard de 1935 à 2014

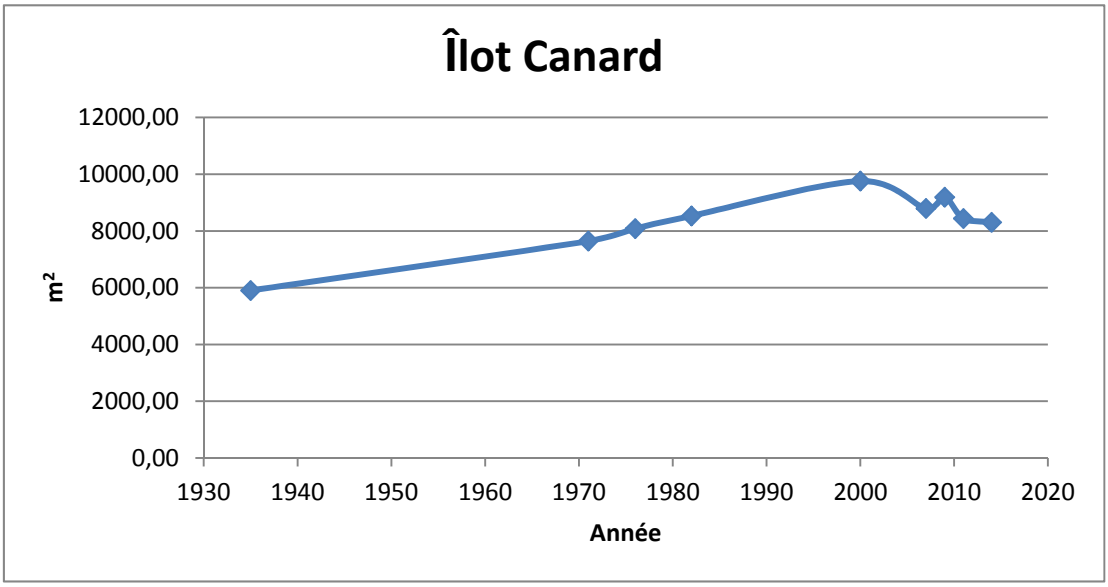


Figure 28 : Évolution de la surface de l'îlot Canard de 1935 à 2014 en m^2

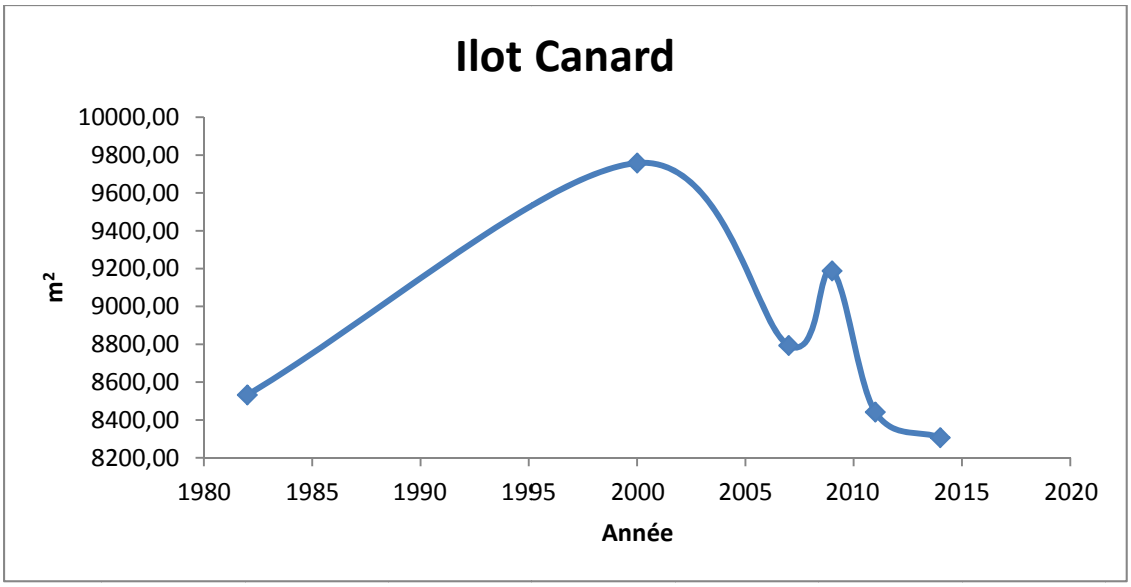


Figure 29 : Détail de l'évolution de la surface de l'îlot Canard de 1982 à 2014

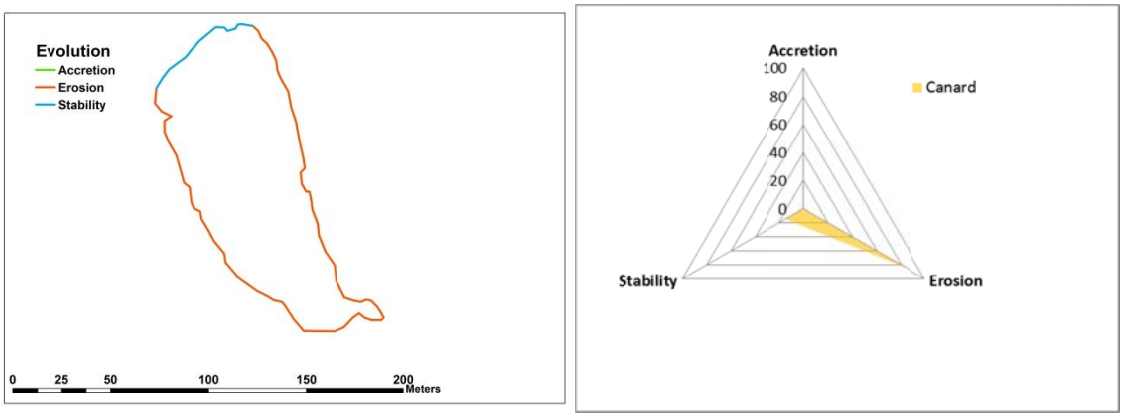


Figure 30 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Canard

L'évolution de l'îlot Canard a été reconstituée de 1935 à 2014. Cette évolution montre au cours de ces 79 dernières années que l'îlot, qui était assez trapu en 1935, s'est progressivement allongé selon un axe NNW-SSE tout en diminuant de largeur (Figure 27). Au cours de cette période, sa surface a régulièrement augmenté de 1935 (5 900 m^2) à 2000 (9 757 m²) avec un taux quasi-constant (Figure 28). Par contre, entre 2000 et 2007 on constate une rapide diminution de sa superficie qui décroit alors à 8 793 m², puis une augmentation de surface entre 2007 et 2009, et enfin à nouveau une baisse brutale de la superficie de l'îlot jusqu'à aujourd'hui (Figure 29). Si l'on raisonne en pourcentage, en considérant que la référence de 1935 est 100 %, l'îlot atteint à son paroxysme une surface de 165 % en 2000. Malgré la forte érosion qui l'a affectée ces dernières années, sa superficie actuelle représente encore 141 % de celle de 1935. L'analyse de son évolution historique montre que son évolution actuelle à un caractère particulièrement rapide. Toutefois, pour les périodes plus anciennes, nous ne possédons pas d'images à des dates suffisamment rapprochée pour savoir si des évolutions aussi rapides se sont produites. Si c'était le cas, cela indiquerait que l'îlot à des évolutions rapides et contrastées mais que ces évolutions ne sont que des oscillations autour d'une valeur relativement stable, dans le cas contraire cela indiquerait qu'un seuil a été franchi depuis 2000 et que l'évolution de l'îlot Canard prendrait une nouvelle tendance vers une érosion rapide. Il faut toutefois garder en mémoire que cet îlot, très proche de la côte, est très fréquenté, aménagé et que des travaux visant à contrôler son évolution et son érosion ont été réalisés durant ces dernières décennies, et se sont accentuées au cours des dernières années. L'une des questions que

l’on peut se poser est : quelle est l’incidence de la fréquentation humaine et des aménagements sur l’évolution récente de l’îlot ?

Figure 31 : Stabilisation et fixation du trait de côte par sacs de sable sur l’îlot Canard

2.3. ÎLOTS FACE A NAÏA

2.3.1. Ange

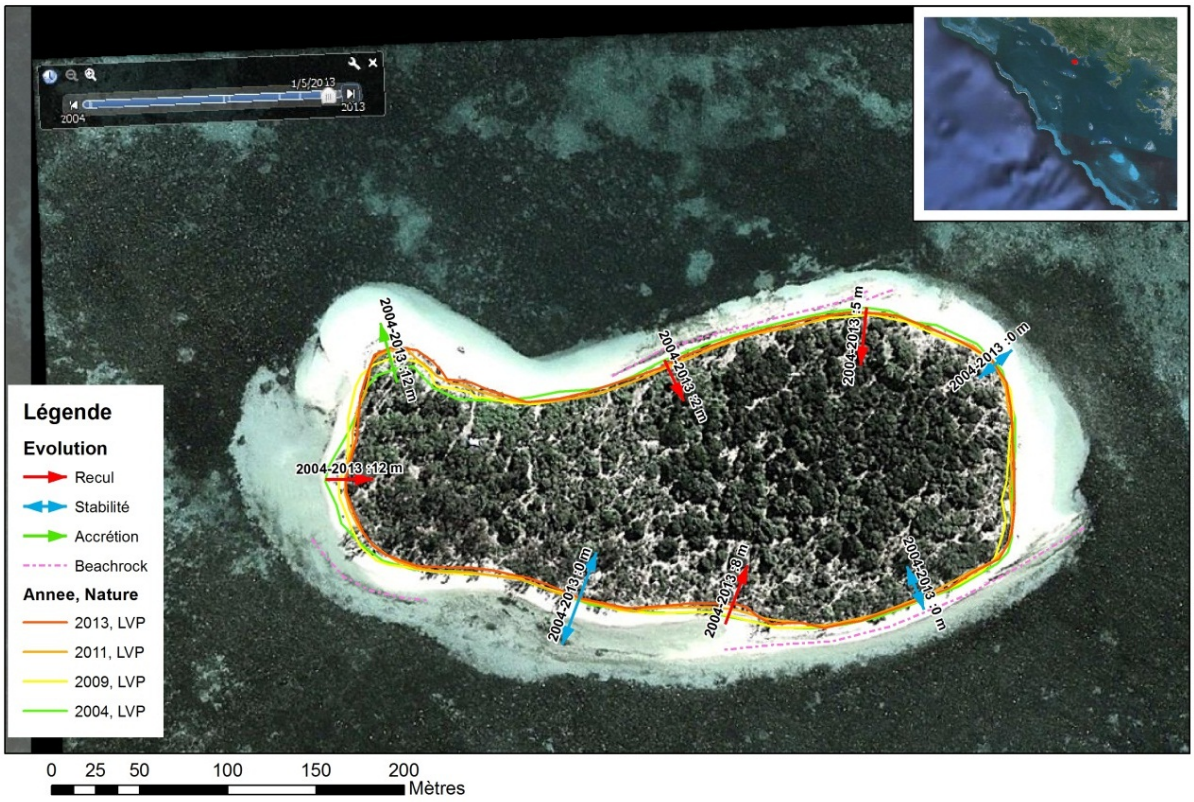


Figure 32 : Évolution de l'îlot Ange de 2004 à 2013

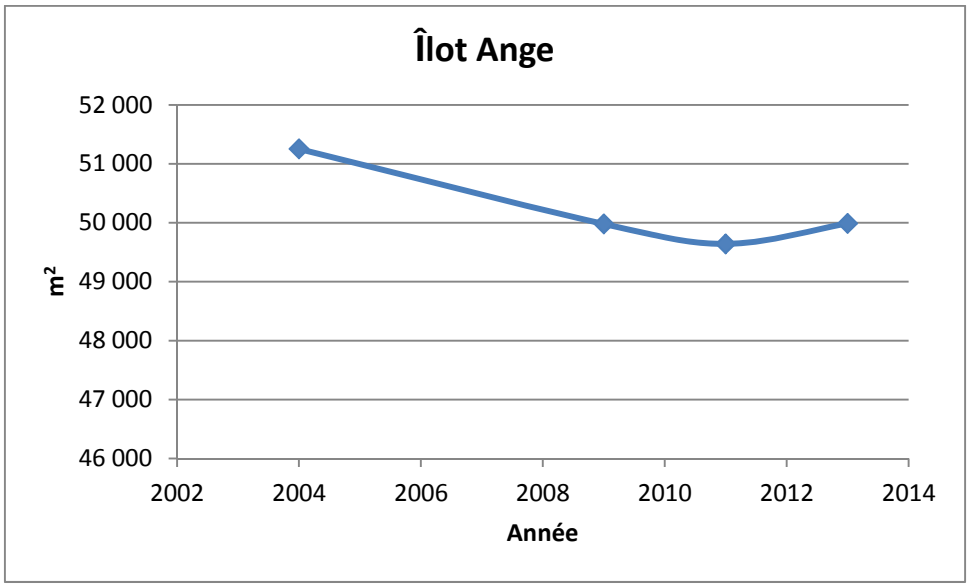


Figure 33 : Évolution de la surface de l'îlot Ange de 2004 à 2013 (m²)

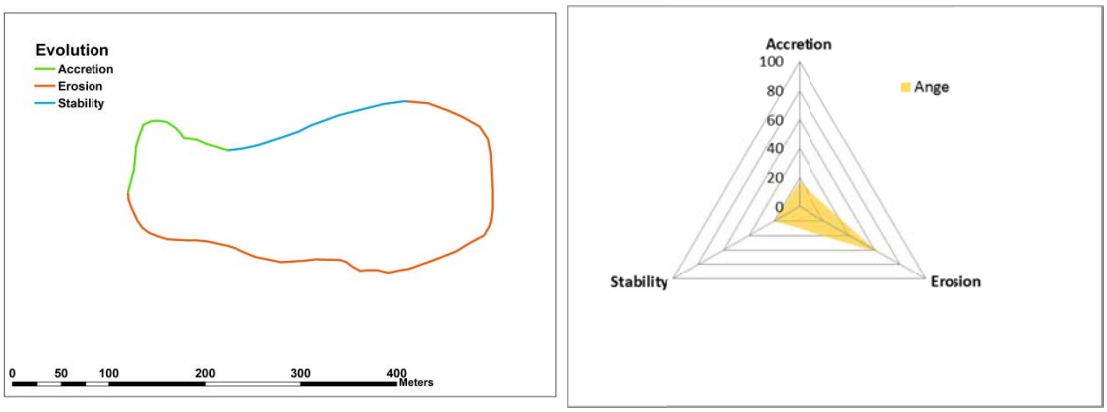


Figure 34 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Ange

L'îlot Ange montre entre 2004 à 2009 une diminution de sa surface de l'ordre de 3 % (1 280 m^2 environ) puis une stabilisation de sa surface (Figure 33). Une part importante de son linéaire est actuellement (2014) affectée par une érosion plutôt modérée tandis que sa plage nord reste stable probablement protégée par les bancs de beachrocks qui y affleurent. La pointe sud-est de l'îlot apparait comme relativement stable sur la dernière décennie même si des signes d'érosion y ont été observés ; le recul y étant limité probablement par la présence d'un beachrock en bas de plage (Figure 35). Toutefois les beachrocks présents à l'Ouest et à l'Est de la plage sud se poursuivent soit au-delà de l'îlot actuel (extrémité est) ou sont distants de la plage de l'îlot d'environ 25 m. Ceci indique encore une fois une diminution de la superficie de l'îlot depuis la période de lithification des beachrocks. L'extrémité ouest de l'îlot est la zone la plus évolutive avec une tendance à l'érosion à son Sud (-12 m entre 2004 et 2013) tandis que la partie nord est en nette accrétion (12 m entre 2004 et 2013).

Figure 35 : Beachrock en bas de plage avec talus d'érosion, souches d'arbres, etc. en arrière (Plage sud de l'îlot Ange)

2.3.2. Ronde

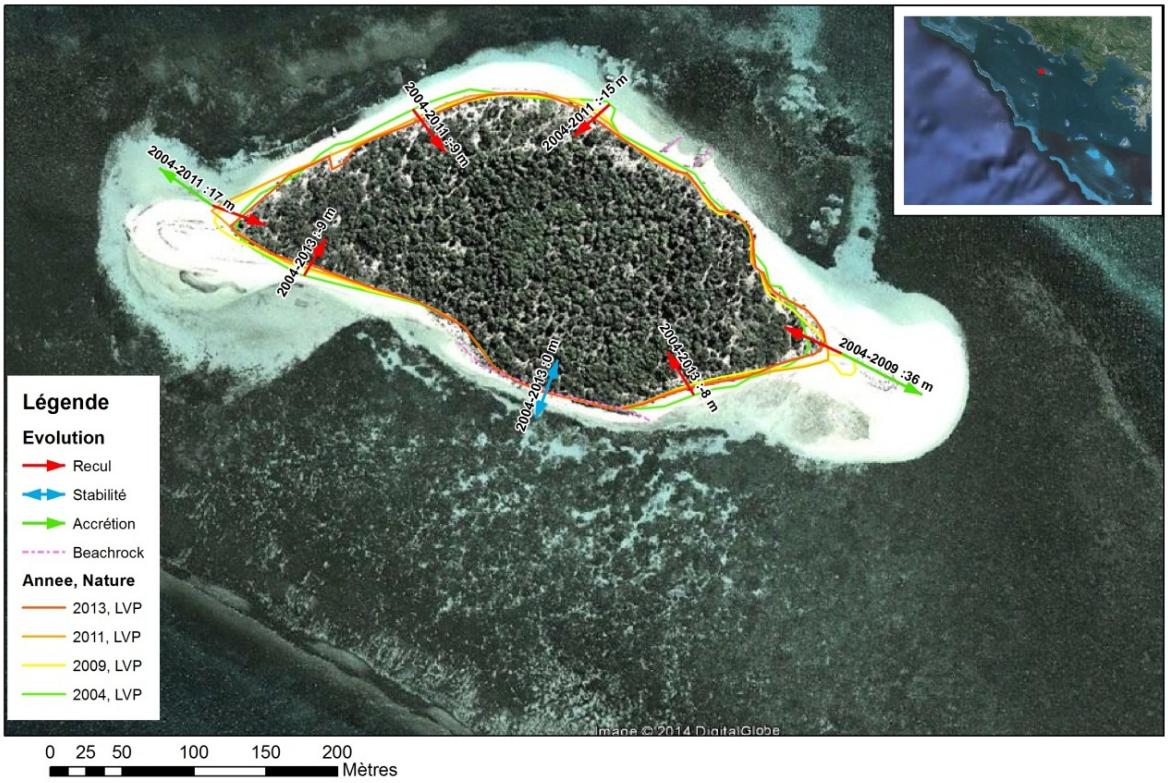


Figure 36: Évolution de l'îlot Ronde de 2004 à 2013

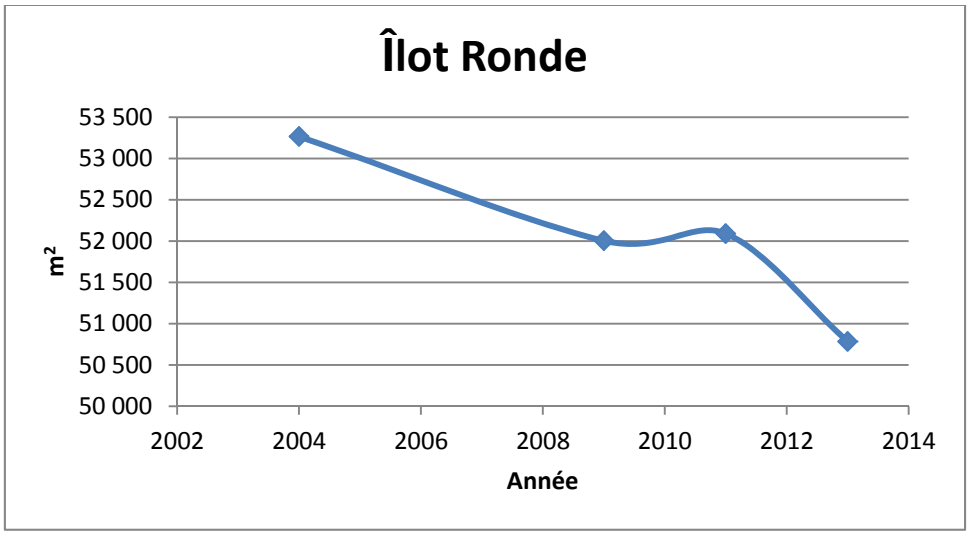


Figure 37 : Évolution de la surface de l'îlot Ronde de 2004 à 2013 (m²)

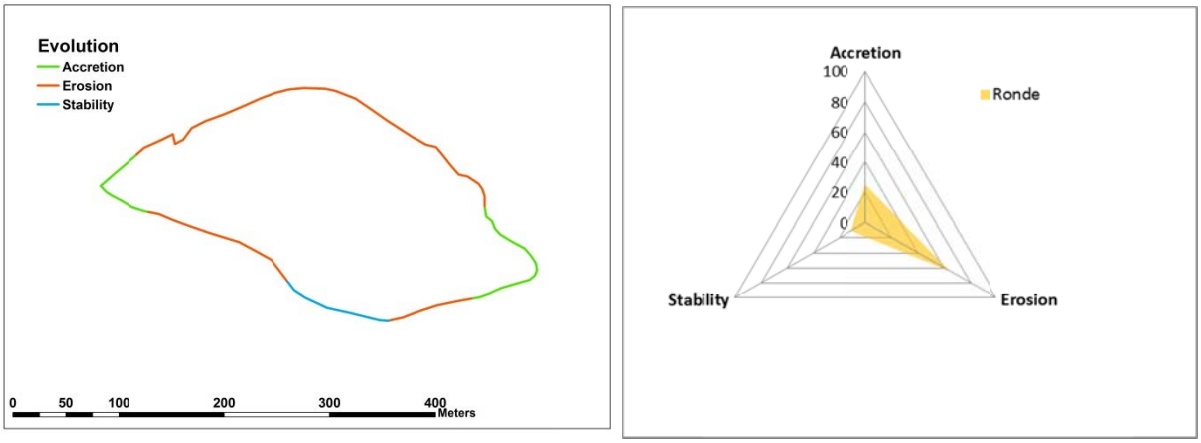


Figure 38 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Ronde

L'îlot Ronde voit sa surface décroitre de 2004 à 2013 de 4 % environ, soit une perte de surface de l'ordre de 2 400 m^2. La perte de surface entre 2009 et 2011 marque un palier avant de reprendre avec un taux plus fort de 2011 à 2013. Les rivages nord et le rivage sud sont globalement affectés par de l'érosion provoquant un recul compris entre 15 m au Nord (2004-2011) et 9 m au Sud (2004-2013). Le rivage sud montre une zone stable comprise entre deux zones en érosion, cette zone est stabilisée par la présence d'un beachrock massif à encoche dont l'altitude est assez élevée (beachrock ancien qui pourrait correspondre au niveau marin de +1,2 m antérieur à 2 800 cal. BP ; Yamano et al. 2014). Les pointes est et ouest de l'îlot montrent au cours du temps des évolutions contrastées avec pour la pointe ouest de 2004 à 2011 une accrétion de 17 m (+2,4 m/an) puis une érosion de 2011 à 2013 atteignant 16 m (-8 m /an). La pointe est, quant à elle, est en accrétion de 2004 à 2009 d'environ 36 m (+7,2 m/an) puis recule de 2009 à 2013 de 30 m (-7,5 m/an). Les mouvements d'accrétion des pointes sont probablement liés aux apports brutaux de sables générés par les phases d'érosion des rivages nord et sud de l'îlot qui sont redistribués par les processus hydrodynamiques (vagues, courants) ; quand l'érosion des rivages nord et sud est moins active, les apports sédimentaires au niveau des pointes cessent. Les conditions hydrodynamiques s'appliquant sur les pointes dans un contexte d'arrêt des apports conduisent à leur érosion et à la redistribution des sédiments érodés au-delà de l'îlot conduisant peu à peu à sa réduction de surface.

Figure 39: Beachrock à encoche stabilisant une partie du trait de côte sud de l'îlot Ronde

2.3.3. Pandanus

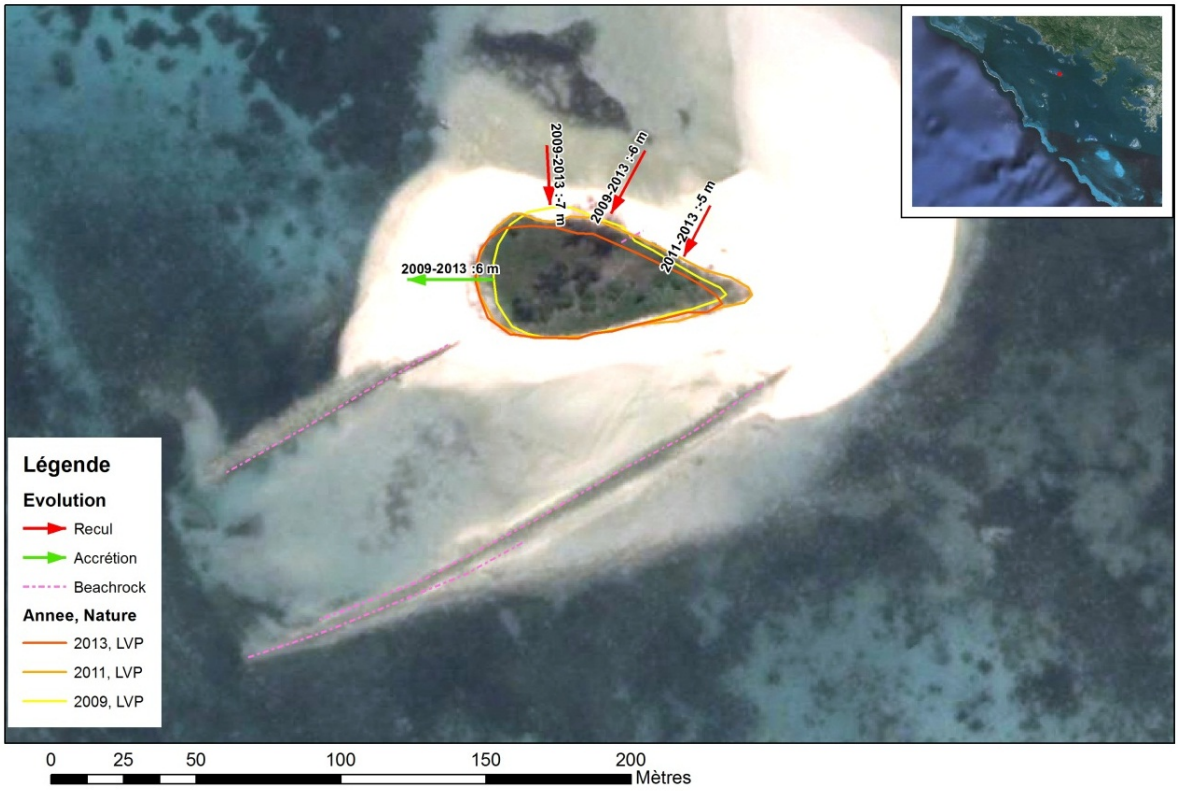


Figure 40 : Évolution de l'îlot Pandanus de 2009 à 2013

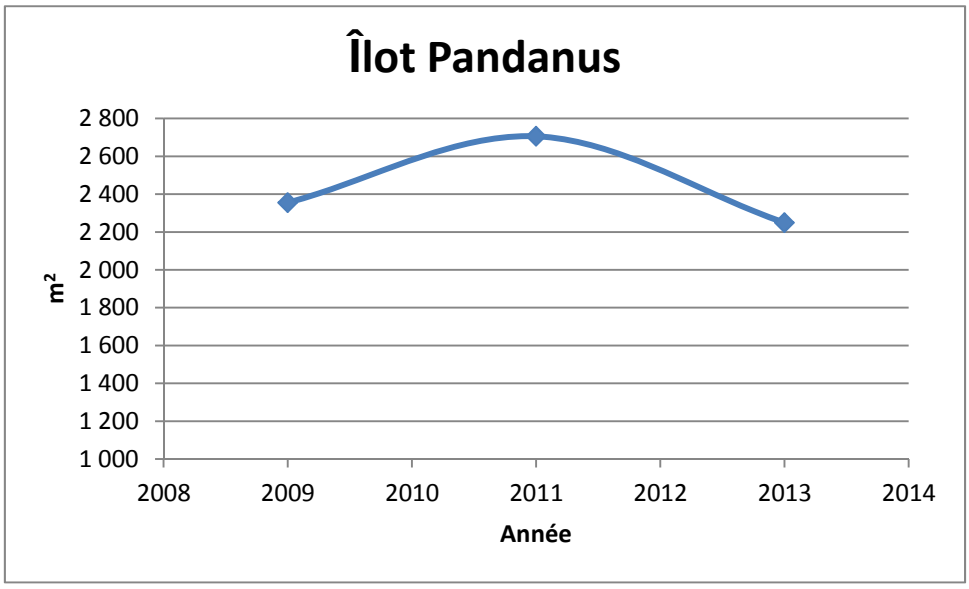


Figure 41 : Évolution de la surface de l'îlot Pandanus de 2009 à 20013 (m²)

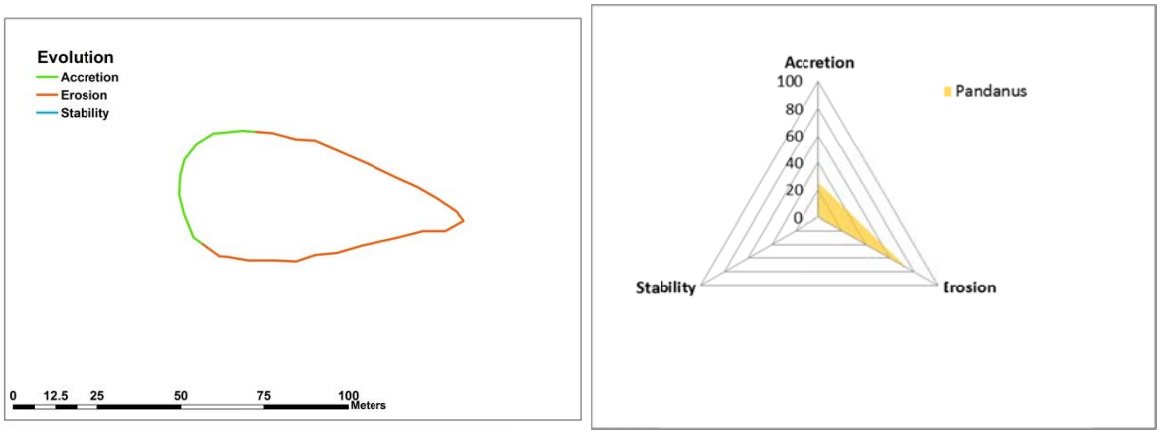


Figure 42 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Pandanus

Peu d'images satellites sont disponibles sur cet îlot de petite taille et de faible altitude. Il semblerait que sa surface ait légèrement augmenté entre 2009 et 2011 puis aurait à nouveau diminué en 2013. Les données de terrain récoltées en 2014 indiquent que l'érosion qui l'affecte s'est poursuivie au cours de cette dernière année notamment sur son rivage nord. On observe une relative stabilité de son rivage sud tandis que le rivage nord est soumis à une vive érosion avec des reculs de l'ordre de 7 m entre 2009 et 2013 (1,75 m/an) et même 5 m entre 2011 et 2013 (2,5 m/an). Seule sa pointe ouest est en accrétion mais elle est uniquement due à la redistribution des matériaux érodés par ailleurs sur l'îlot. Il faut noter la présence de deux grandes barres de beachrock dessinant un îlot largement plus étendu que l'actuel. La barre de beachrock nord passe sous l'îlot actuel et affleure obliquement sur la plage nord. La surface de l'îlot limitée par les beachrocks est d'environ 14 300 $m^{2,}$ c'est à dire largement supérieure à l'actuelle qui est d'environ 2 200 m^2 soit environ 15 % ; l'îlot actuel semble être un reliquat en voie de disparition.

Figure 43 : Érosion du rivage nord de l'îlot Pandanus

2.3.4. Mba

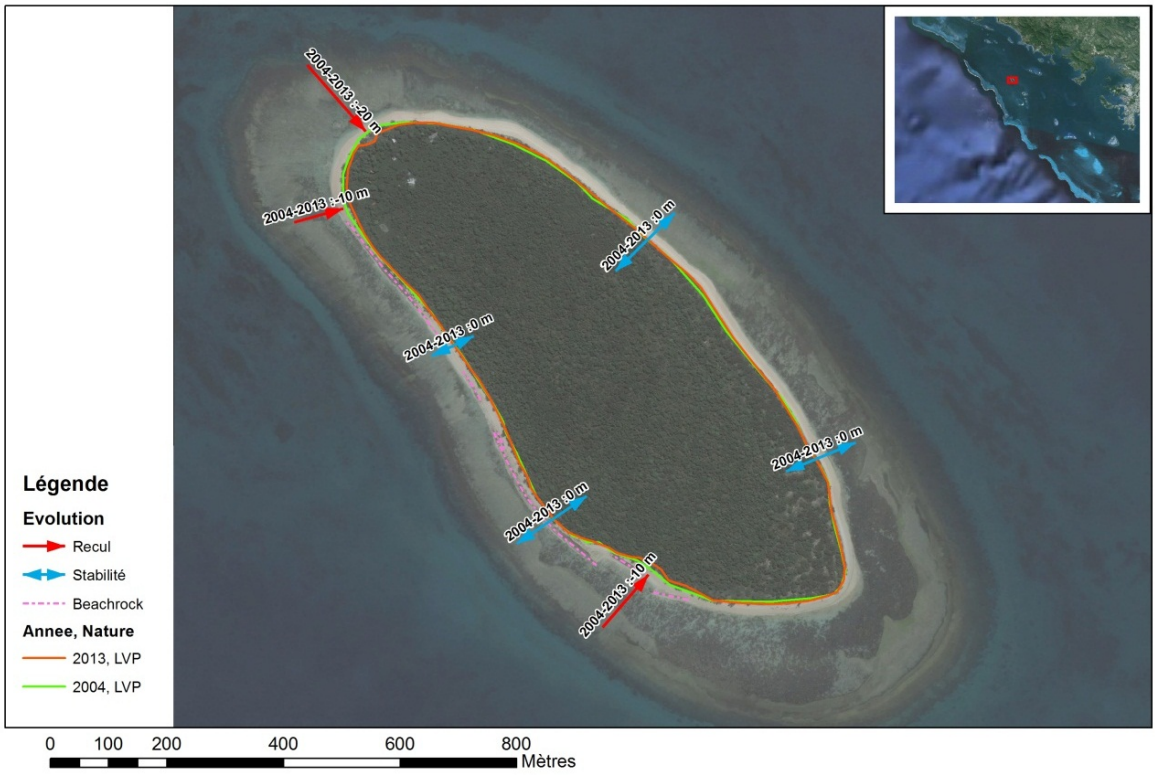


Figure 44 : Évolution de l'îlot Mba entre 2004 à 2013

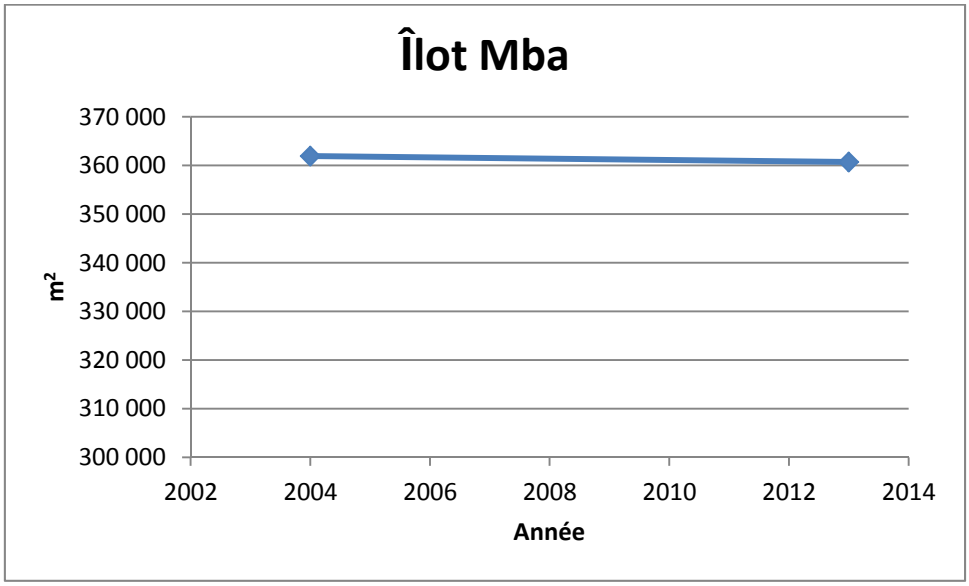


Figure 45 : Évolution de la surface de l'îlot Mba de 2004 à 2013 (m²)

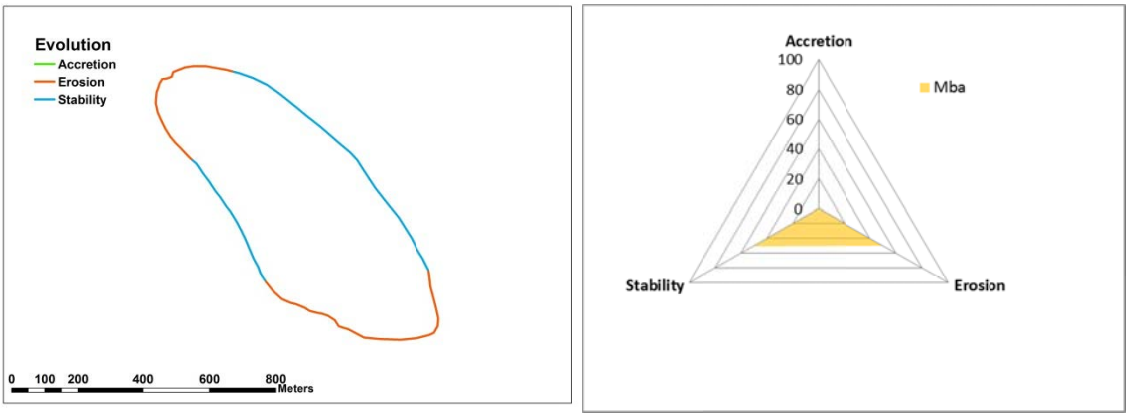
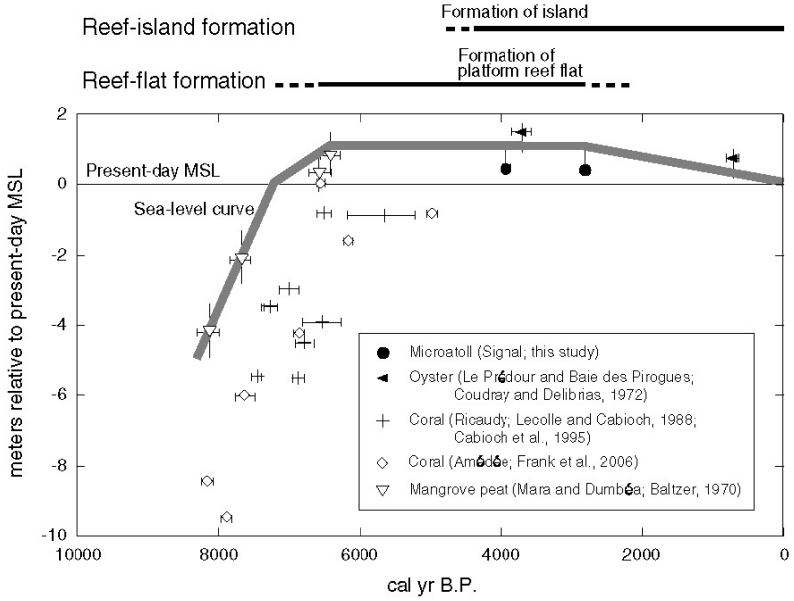


Figure 46 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Mba

Mba est un îlot étendu (36 ha) et ancien (Yamano et al. 2014) qui reste relativement stable entre 2004 et 2013 avec une perte de surface limitée à environ 1000 m² (0,4 % de perte de surface). Ses rivages est et ouest sont stables tandis que sa pointe nord est affectée localement par l'érosion avec un recul maximum de 20 m entre 2004 et 2013 (-2,2 m/an) et un recul maximum de 10 m de la partie sud de son rivage oriental sur la même période (-1,1 m/an). La pointe sud, du fait de son exposition aux vagues d'alizés, reçoit lors des événements les plus énergétiques des apports bioclastiques assez grossiers issus du démantèlement du récif. Ces apports forment des bourrelets (*ridges*) qui sont lors des périodes plus calmes affectés par une érosion. Le budget sédimentaire issu de cette alternance d'apports grossiers puis d'érosion reste positif et s'inscrit dans la dynamique de construction de cet îlot démontrée par Yamano et al. 2014. L'analyse des images satellites a permis d'identifier les morphologies de bourrelet qui, complétée par les datations de Yamano et al. (2014), permettent de reconstituer l'évolution de cet îlot sur les derniers 4 à 5000 ans (Figure 47) les dépôts les plus anciens étant datés de 4460 cal BP. Les observations réalisées en 2014 permettent de confirmer que ce mode de fonctionnement est encore valide aujourd'hui. La partie ouest de l'îlot montre des bancs de beachrocks au niveau de la plage et en bas de plage, leur distance par rapport au rivage actuel indique un recul de l'ordre de 40 m du trait de côte au sud de la plage ouest.



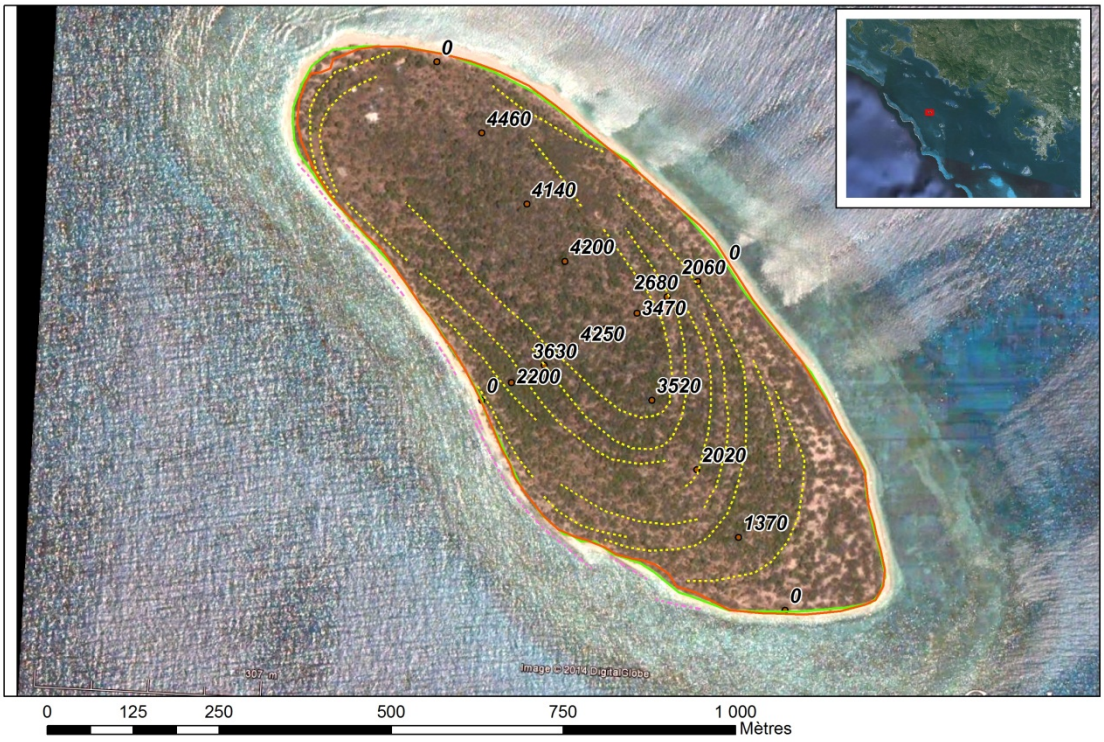


Figure 47 : Interprétation géomorphologique (bourrelets « ridges » en tiretés jaunes) avec superposition des datations les plus superficielles de Yamano et al. 2014

Figure 48 : Apports bioclastiques grossiers formant des bourrelets sur la pointe sud de Mba.

Ces phases d'apport alternent avec des phases d'érosion indiquées par la présence de souches plus ou moins recouvertes par les apports grossiers les plus récents.

2.3.5. Mbo

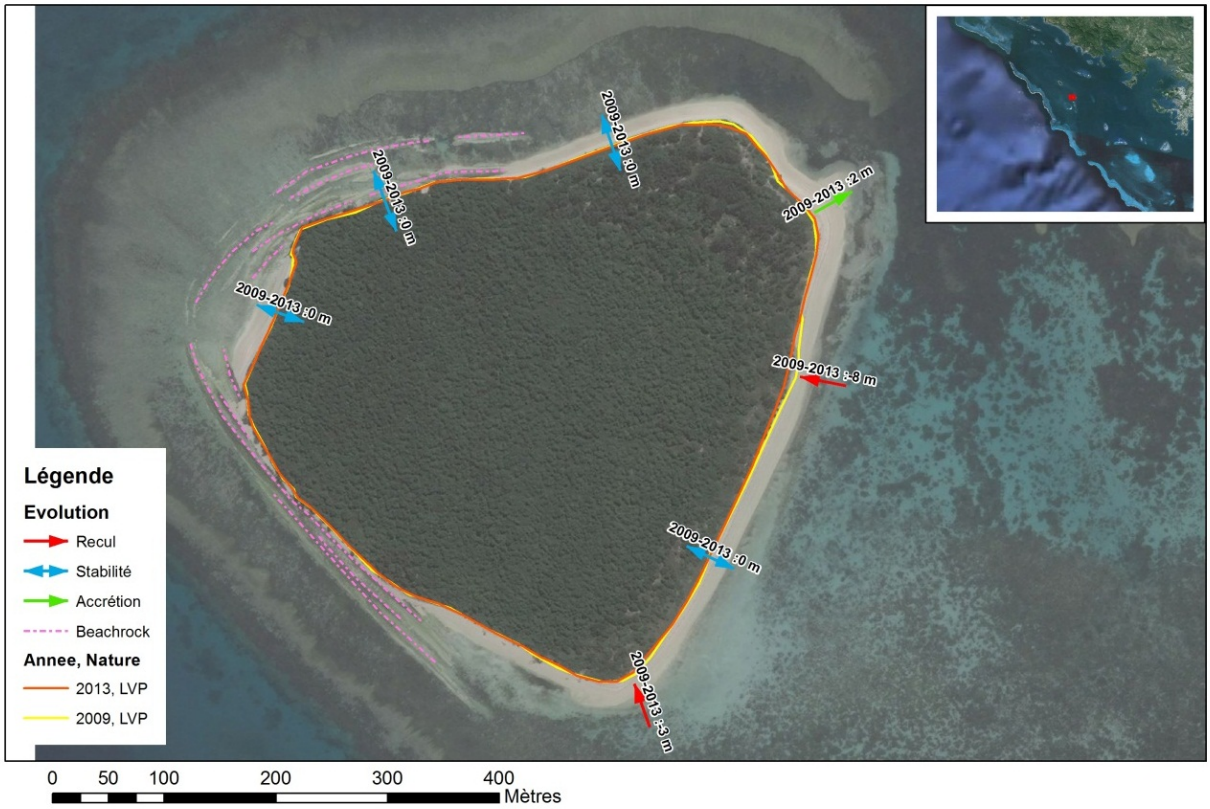


Figure 49 : Évolution de l'îlot Mbo de 2009 à 2013

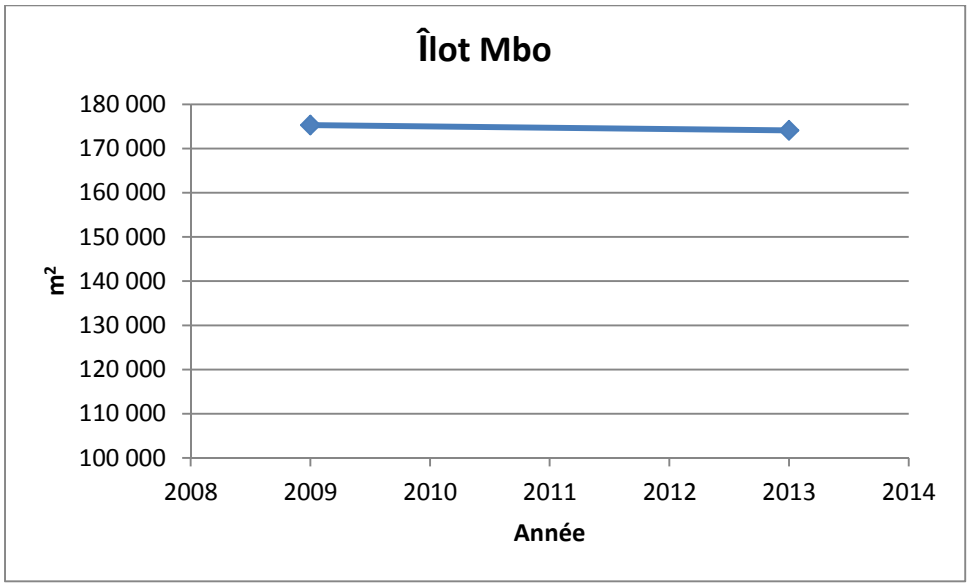


Figure 50 : Évolution de la surface de l'îlot Mbo de 2009 à 2013 (m²)

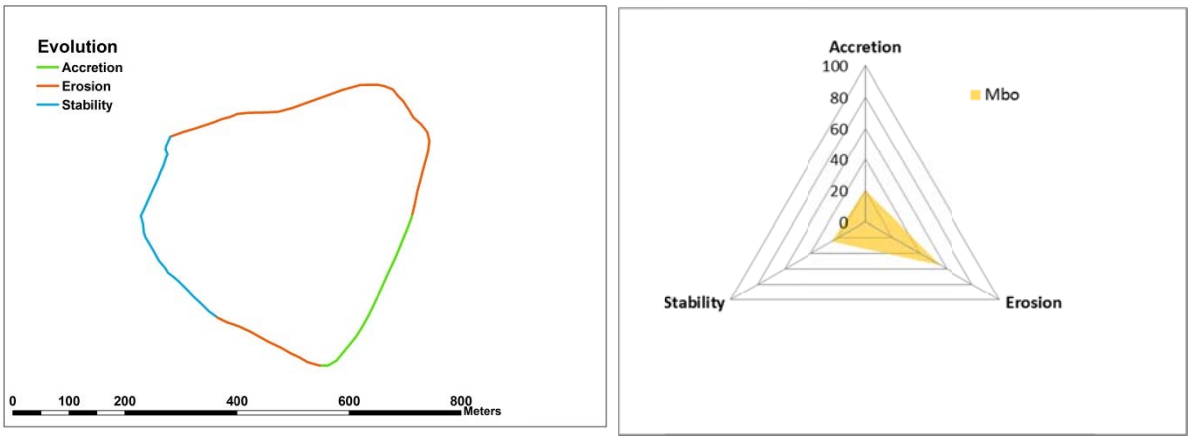


Figure 51 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Mbo

Mbo est grand îlot de forme triangulaire dont la partie ouest laisse apparaitre plusieurs bancs de beachrocks parfois très éloignés du rivage actuel (60 m) indiquant un fort recul depuis la période de leur lithification. Nous n'observons pas d'évolution importante entre 2009 et 2013 mis à part au niveau de la pointe sud affectée par un recul de la limite de végétation de l'ordre de 3 m et un secteur localisé sur la plage orientale de l'ordre de 8 m (2 m/an). La pointe nord-est présente une faible accrétion de 2 m sur la période, tous les autres secteurs sont quasi-stables.

Figure 52 : Pointe ouest de l'îlot Mbo : zone actuellement relativement stable ayant subi un fort recul depuis la lithification des beachrock

2.3.6. Mbe Kouen

Figure 53 : Évolution de l'îlot Mbe Kouen de 2009 à 2013

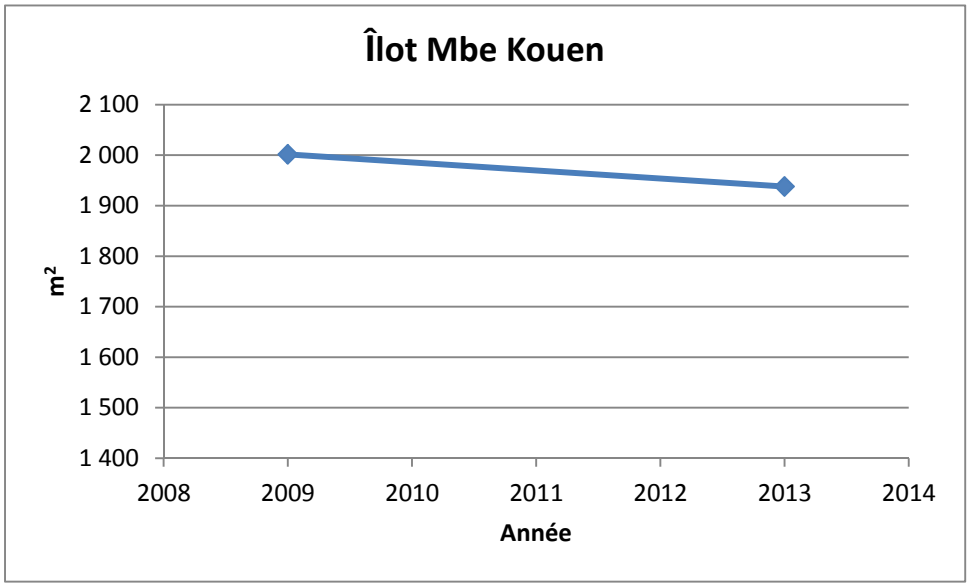


Figure 54 : Évolution de la surface de l'îlot Mbe Kouen de 2009 à 2013 (m²)

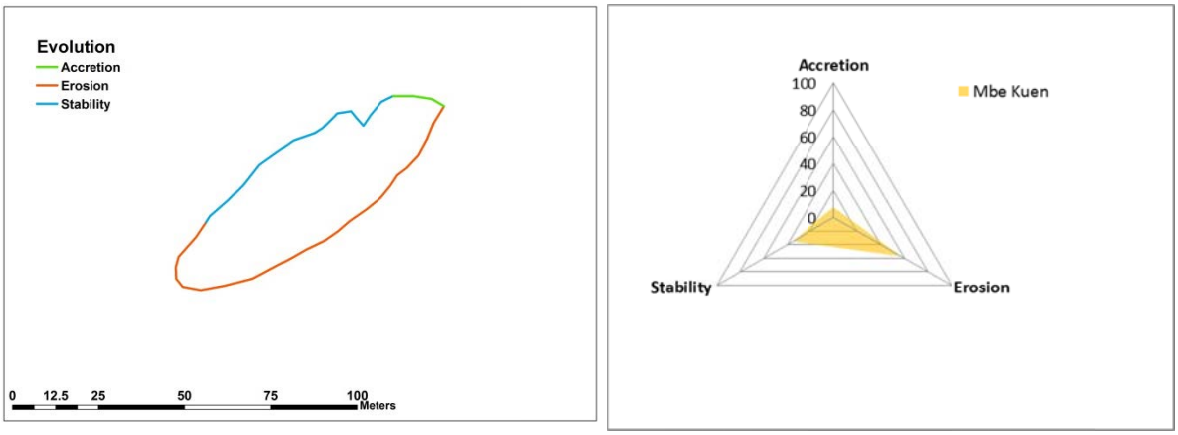


Figure 55 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Mbe Kouen

Ce petit îlot de faible altitude et d'environ 30 m de large par 90 m de long a une surface de l'ordre de 1 900 m^2. Entre 2009 et 2013 sa surface diminue relativement faiblement d'environ 70 m^2, ce qui représente tout de même un peu plus de 3 %. Au cours de la même période nous observons une érosion de la pointe sud-ouest de l'ordre de 10 m (-2.5 m/an) et conjointement une accrétion de sa pointe nord-est, atteignant près de 12 m (3 m/an). Ces processus sont responsables de la migration de l'îlot vers le Nord-Est. On remarque sur les images satellites de gros épandages sableux sous-marins en direction du Nord-Est qui correspondent aux sédiments qui ont été érodés préalablement. Cette érosion est confirmée par la géométrie des bancs de beachrocks qui indique d'une part que l'îlot était plus étendu mais aussi qu'il a migré. Son ancienne position, indiquée par les beachrocks, était au Sud-Ouest de l'actuelle.

Figure 56 : Plage Sud de l'îlot Mbe Kouen (faible altitude de l'îlot, plage à forte pente, talus d'érosionen haut de plage)

2.4. AU LARGE BAIE DE SAINT-VINCENT / KARIKATE

2.4.1. Goldfield

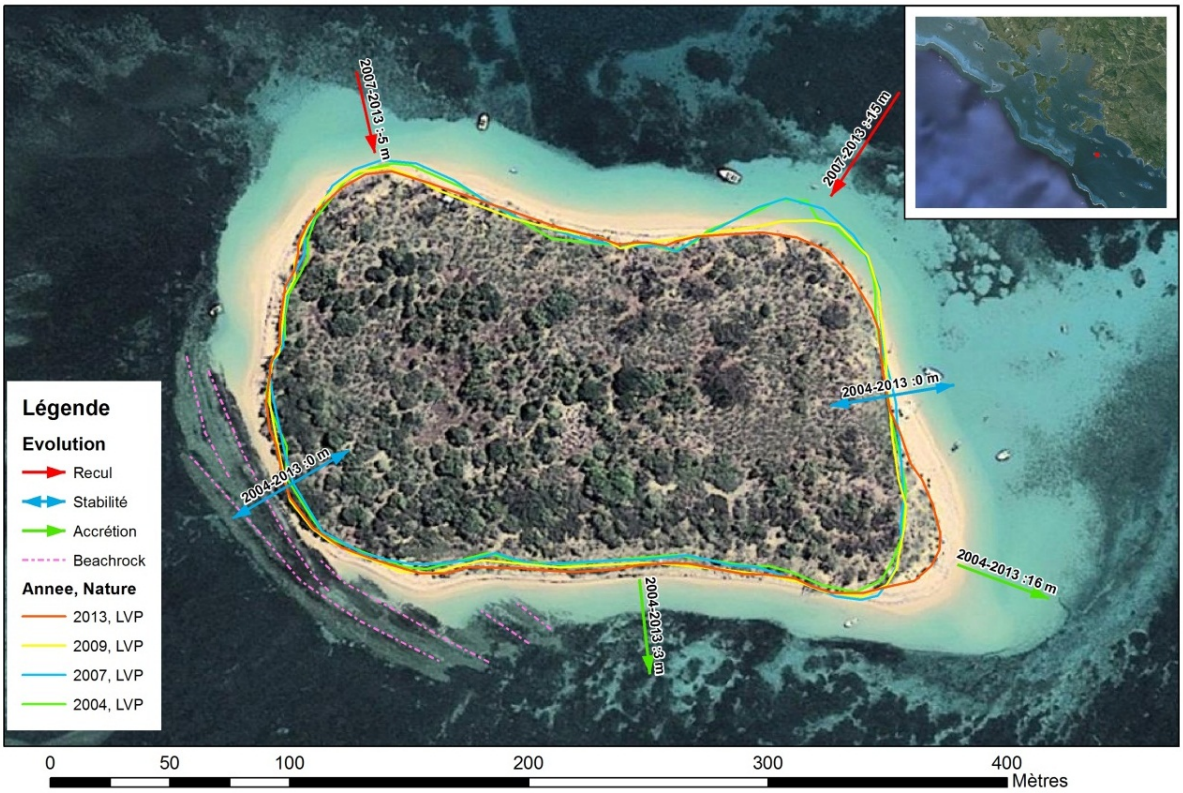


Figure 57 : Évolution de l'îlot Goldfield de 2004 à 2013

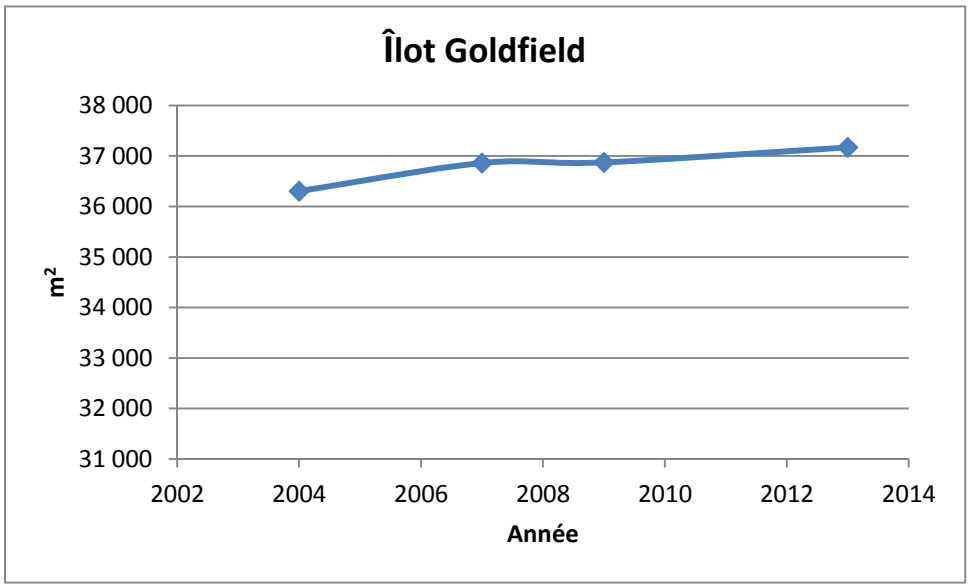


Figure 58: Évolution de la surface de l'îlot Goldfield de 2004 à 2013 (m²)

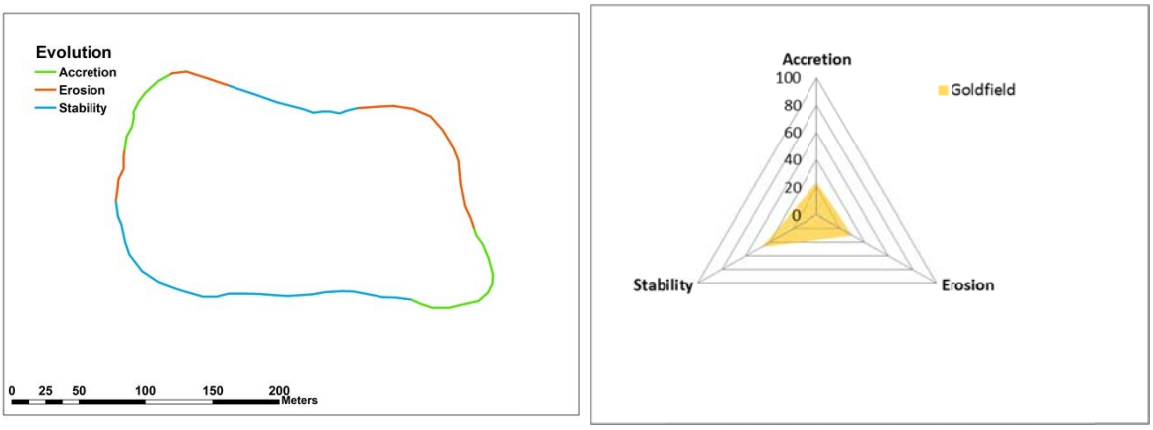


Figure 59 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Goldfield

L'îlot Goldfield de taille intermédiaire (140 m par 250 m) montre une évolution de sa surface légèrement positive de 2004 à 2007 puis se stabilise entre 2007 et 2009 avant d'augmenter faiblement de 2009 à 2013. L'augmentation totale de sa surface entre 2004 et 2013 est de 2,4 % (880 m^2). Entre 2007 et 2009 nous observons l'érosion de la pointe nord-est (+/- 10m => -5 m/an) et un début d'accrétion de la pointe sud-est. De 2009 à 2013, ce phénomène se poursuit et aboutit au recul de la pointe nord-est de 15 m (2007-2013) et à une accrétion de la pointe sud-est de 16 m sur la même période. L'extrémité ouest de la plage nord montre un recul de l'ordre de 5 m de 2009 à 2013, tandis que les autres secteurs de l'îlot sont soit stables, soit en légère accrétion (de l'ordre de 3 m). Ces évolutions contrastées de l'îlot correspondent au rééquilibrage de la géométrie de l'îlot en fonction des conditions hydrodynamiques locales, qui aboutissent à une légère augmentation de la surface de l'îlot sur la période 2004 et 2013 avec toutefois un arrêt temporaire de sa croissance entre 2007 et 2009. Plusieurs bancs de beachrocks sont présents en avant plage de la pointe sud-ouest et jouent un rôle protecteur pour le rivage en limitant son érosion. Toutefois, même si sur la période récente cette zone est stable, la distance entre les bancs de beachrock et le rivage actuel qui peut atteindre une quarantaine de mètres, indique qu'un recul du trait de côte s'est opéré entre la date de lithification des beachrocks et aujourd'hui.

Figure 60 : Les bancs de beachrocks de la pointe sud-est de l'îlot Goldfield

2.4.2. Petit Ténia (Ronhua)

Figure 61 : Évolution 2004-2007-2011-2013 Petit Ténia

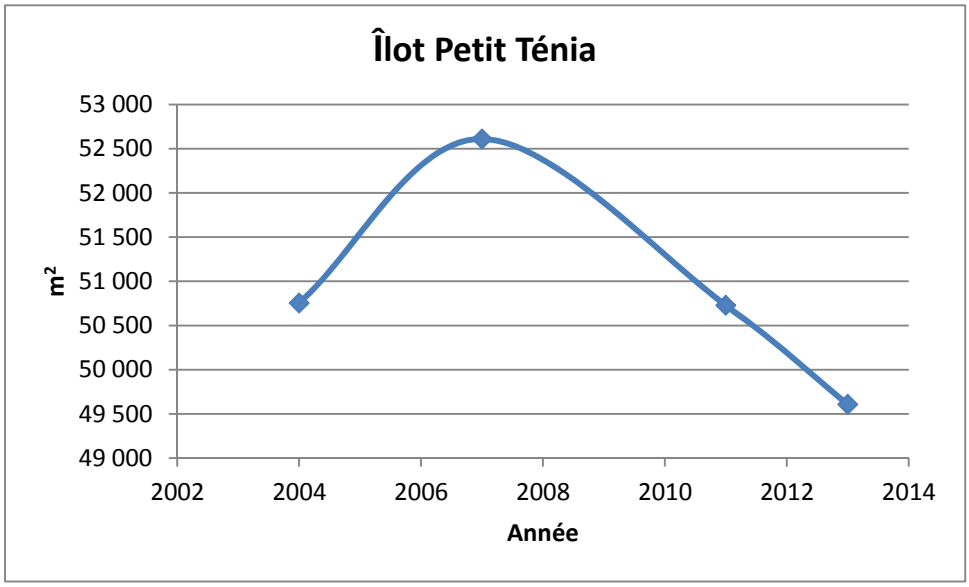


Figure 62 : Évolution de la surface de l'îlot Petit Ténia de 2004 à 2013 (m²)

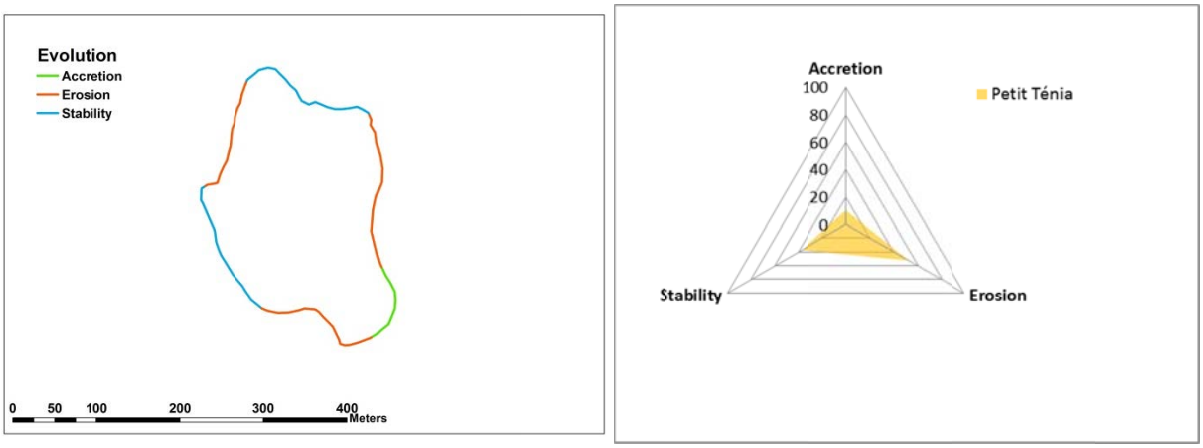


Figure 63 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Petit Ténia

Petit-Ténia est un îlot très évolutif sur la période 2004-2013. Sa surface augmente entre 2004 à 2007 puis décroit rapidement de 2007 à 2013 de 3 000 $m^{2,}$ soit une baisse de presque 6 % en 6 ans. Entre 2004-2007, la pointe nord progade de 34 m puis se stabilise de 2007 à 2013. Entre 2004 et 2007, le recul de la plage est atteint 6 m environ alors que les autres secteurs restent quasi-stables. Entre 2007 et 2011, un fort recul affecte la plage orientale et peut atteindre 26 m au nord de celle-ci (soit -5 m/an). Conjointement, on remarque une accrétion de la plage nord ; entre 2011 et 2013 le recul de la plage est (Figure 64) se poursuit et atteint 13 m ce qui représente une perte de 6 m/an. Le recul total dans ce secteur atteint 39 m entre 2004 et 2013 (soit une vitesse moyenne du recul de 4,3 m/an).

Durant des périodes plus anciennes, des évolutions importantes ont affecté cet îlot comme l'indique la distance importante entre certaines plages et les beachrocks de la pointe sud-est (jusqu'à 60 m) et de la côte nord-ouest (jusqu'à 23 m). Il faut de surcroit signaler la présence de deux bancs de beachrocks complètement obliques par rapport au rivage de la plage orientale actuelle. Ceci confirme qu'au cours du temps la géométrie de cet îlot a beaucoup évolué.

Figure 64 : Forte érosion et recul du trait de côte du nord de la plage est de l'îlot Petit Ténia

2.4.3. Ténia

Figure 65 : Évolution de l'îlot Ténia de 1943 à 2013

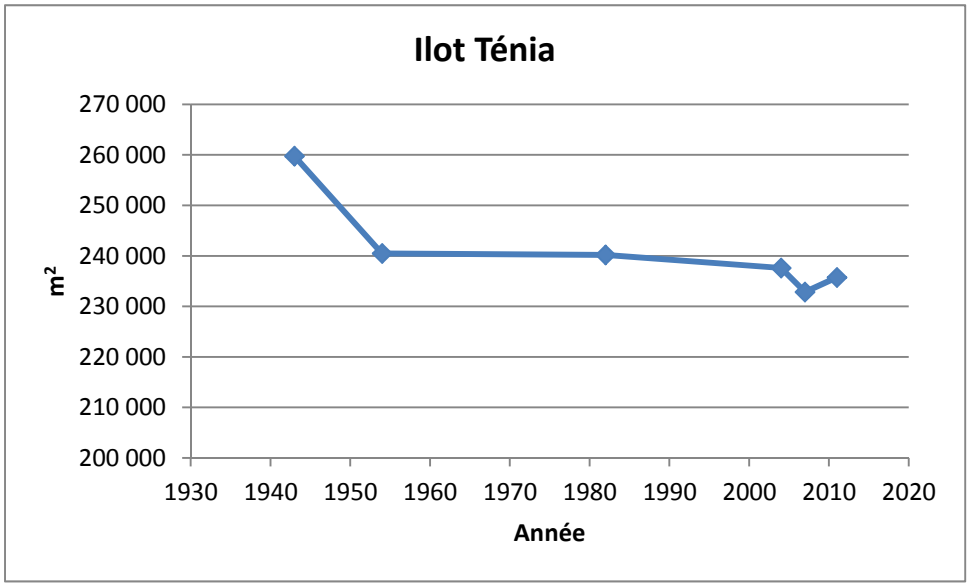


Figure 66 : Évolution de la surface de l'îlot Ténia de 1943 à 2011(m²)

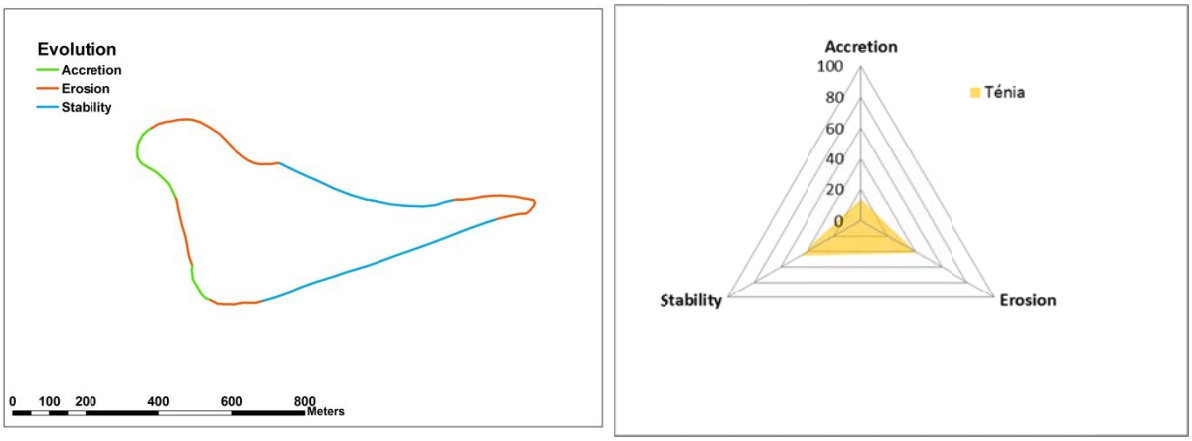


Figure 67 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Ténia

L'îlot Ténia est le second en termes de surface parmi les îlots étudiés (235 743 m^2). Cet îlot de forme triangulaire est situé sur un appendice de la barrière récifale oblique (WSW-ENE) par rapport à la direction principale de celle-ci dans ce secteur (NW-SE). Des photographies aériennes anciennes de 1943 et 1954 permettent de restituer son évolution sur le plus long terme. L'analyse des évolutions de sa surface (Figure 66) montre qu'entre 1943 et 1954, une forte érosion l'a affectée aboutissant à une perte de 20 000 m² durant cette période (soit un peu plus de 7 %). De 1954 à 2004, sa superficie a peu diminuée (perte d'environ 3 000 m^2) puis plus fortement entre 2004 et 2007 (-5 000 m²) pour enfin retrouver sa superficie de 2004 en 2011. L'analyse de l'évolution de la limite de végétation permanente montre des évolutions de sa forme, notamment des trois pointes qui le constituent. Sa pointe nord par exemple prograde de 87 m entre 1943 et 2004 (1,4 m/an incluant une phase de recul d'une trentaine de mètres entre 1954 et 1982) et de 55 m entre 2004 et 2011 (7,8 m/an). Par contre sa pointe orientale est affectée par un recul atteignant au total 147 m de 1943 à 2013 (mesure terrain GPS) ce qui représente une vitesse moyenne de 2,1 m/an mais avec des reculs de 55 m entre 2004 et 2011 soit une vitesse de recul de 7,8 m/an. L'îlot Ténia semble présenter des évolutions permanentes dans le temps. L'observation des bancs de beachrocks confirme que cette tendance c'est opérée sur le long terme.

Figure 68 : Erosion des pointes sud-ouest (à gauche) et est (à droite) de l'îlot Ténia

2.4.4. Kondoyo

Figure 69 : Évolution de l'îlot Kondoyo de 1954 à 2014

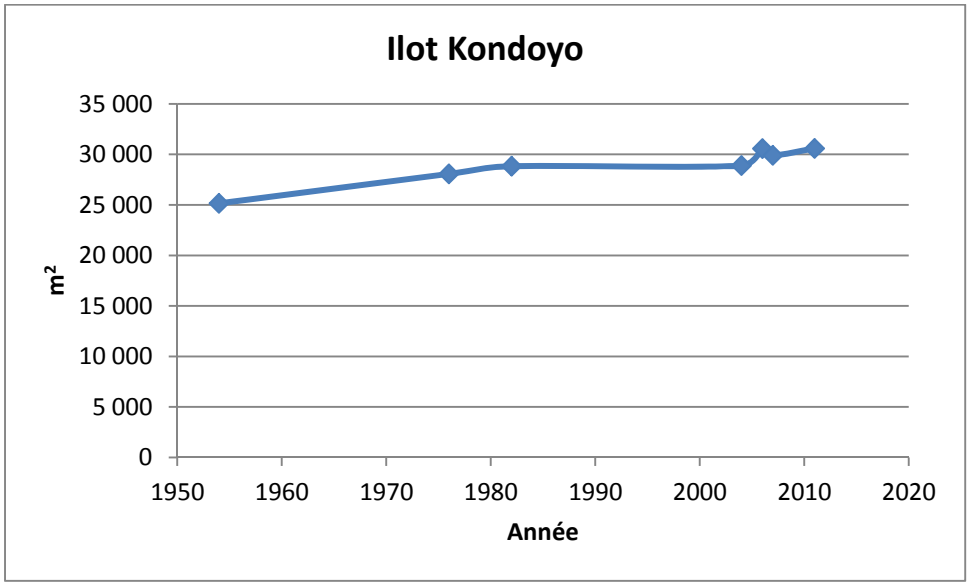


Figure 70 : Évolution de la surface de l'îlot Kondoyo de 1954 à 2014 (m²)

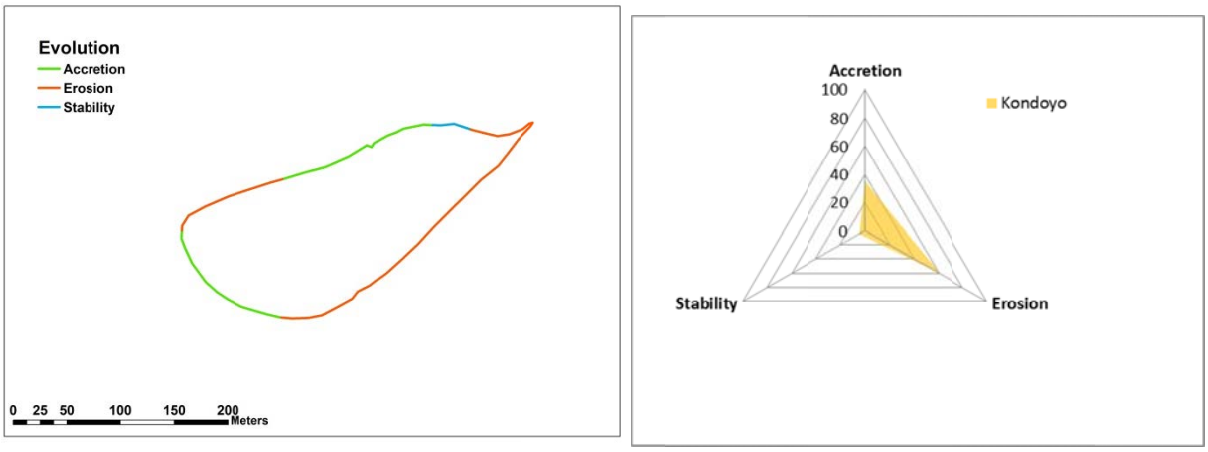


Figure 71 : Tendance évolutive actuelle (2014) de l'îlot Kondoyo

La surface de l'îlot Kondoyo a été en légère augmentation de 1954 à 2011 avec toutefois une oscillation autour de 2007. Entre 1954 et 1976, l'augmentation de la surface est liée à une accrétion de son flanc est. Ensuite, à partir de 1976, cet îlot montre durant toute cette période une mobilité et un déplacement permanent en direction de l'Ouest.

Ce déplacement s'effectue par érosion de son rivage est qui atteint 54 m entre 1976 et 2004 (-1,9 m/an) et 20 m entre 2004 et 2011 (-2,85 m/an), et par accrétion de sa plage nord et surtout de sa pointe ouest. Celle-ci avance de 48 m sur la période 1976-2011 (1,4 m/an) dont 17 m réalisés entre 2004 et 2011 (2,4 m/an). Les observations de terrain réalisées en 2013 et 2014 montrent que cette tendance se poursuit avec toutefois une érosion en 2014 de l'extrémité nord-ouest de l'îlot. L'ensemble de ces processus aboutit au déplacement du barycentre de l'îlot d'environ 55 m de 1976 à 2011. Les beachrocks confirment que cette mobilité n'est pas nouvelle. L'îlot Kondoyo apparaît comme l'archétype de l'îlot de taille modeste dont la surface reste relativement stable dans le temps, tout en montrant une très forte mobilité et capacité d'adaptation aux modifications des conditions environnementales.

Figure 72 : A gauche : Recul avec talus d'érosion du secteur nord-ouest de Kondoyo apparu entre les missions 2013 et 2014 ; à droite : érosion et recul du trait de côte (rivage est)

2.5. ILE DES PINS

2.5.1. Îlot Kutomërë (atoll de Nokanhui)

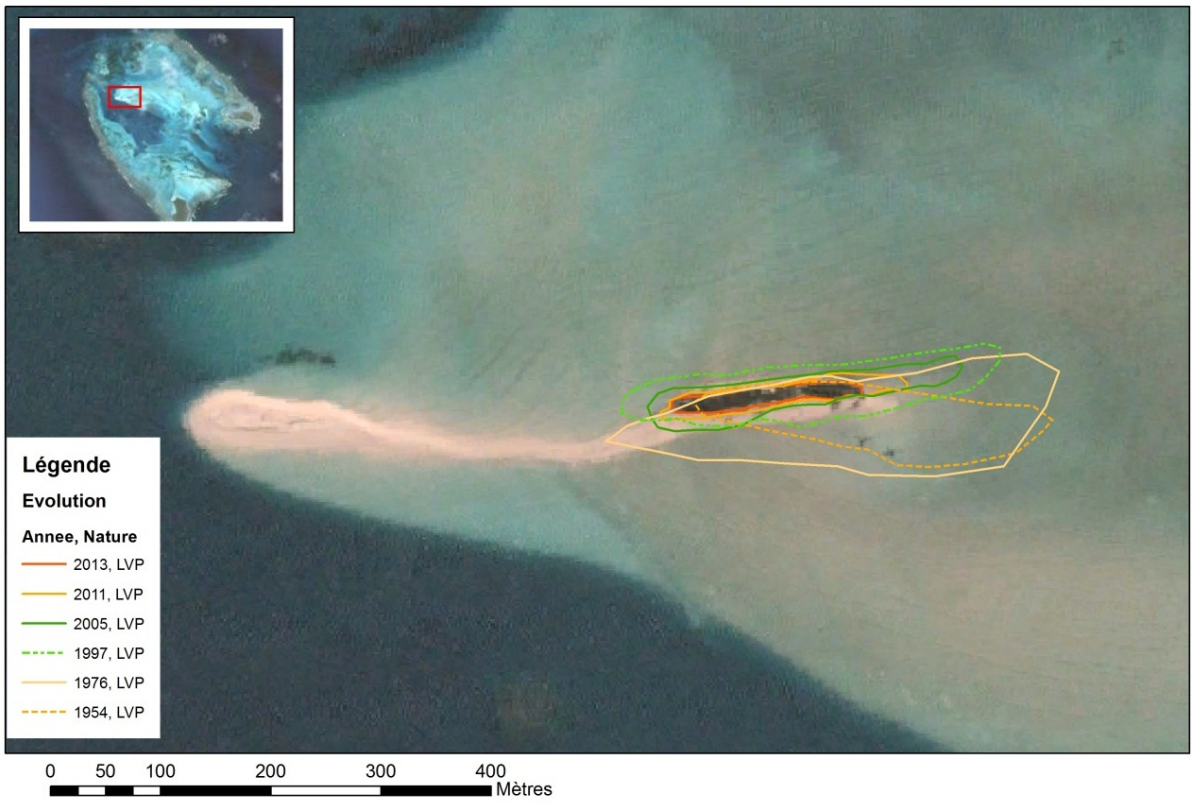


Figure 73 : Évolution de l'îlot Kutomërë de 1954 à 2013

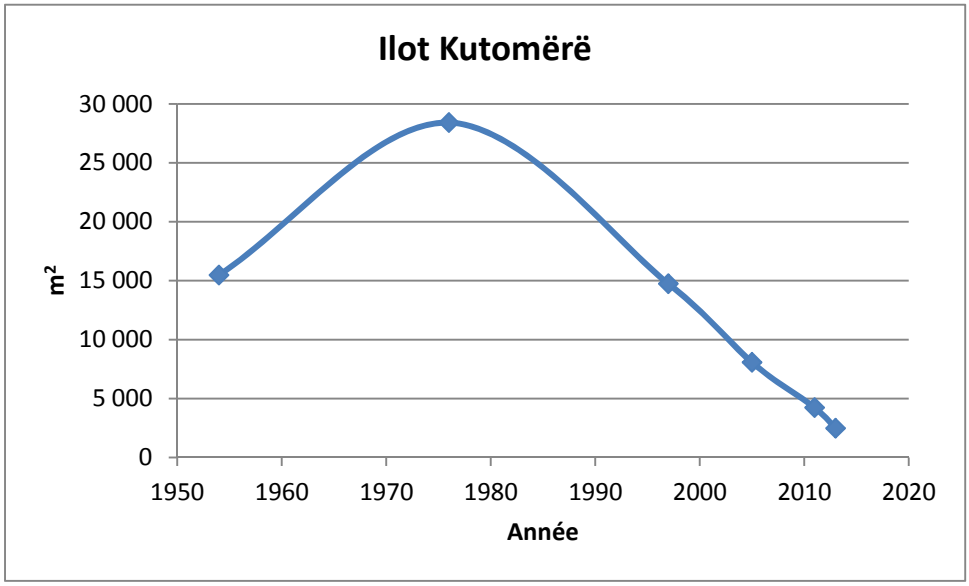


Figure 74 : Évolution de la surface de l'îlot Kutomërë (Nokanhui) de 1954 à 2014 (m²)

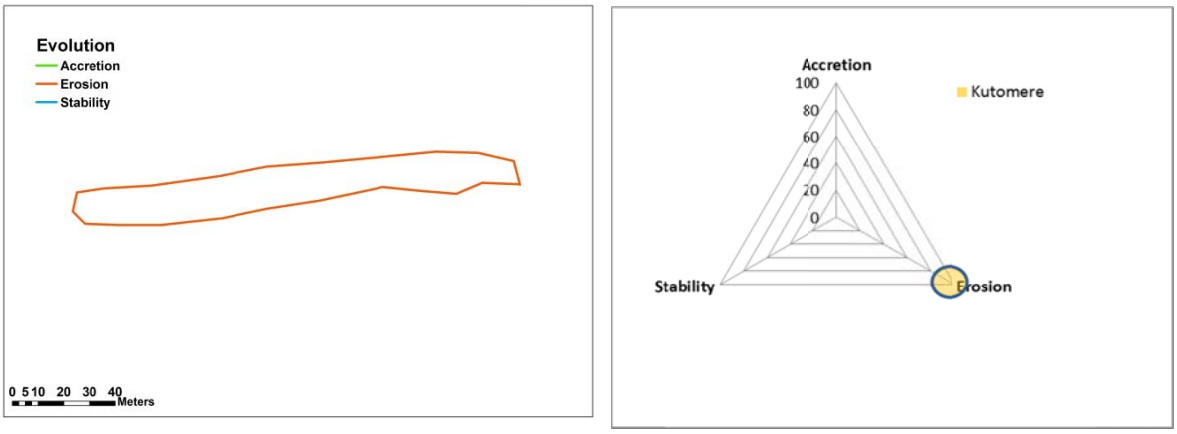


Figure 75 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Kutomërë

	Zone de végétation permanente		
	Longueur	**Largeur max**	**Surface m²**
1954	320	66	15 304
1976	400	92	28 474
1997	353	55	14 706
2005	285	40	8 121
2011	224	22	4 284
2013	170	15	2 331
2014[3]	127	14	2 010

Tableau 2 : Évolution des paramètres de l'îlot Kutomërë de 1954 à 2014

L'îlot Kutomërë est un îlot sableux localisé au Nord-Ouest à l'intérieur de l'Atoll de Nokanhui au Sud de l'Ile des Pins (Figure 80).

L'atoll Nokanhui est une structure en forme de fer à cheval ouvert vers le Sud-Est sur les deux extrémités duquel se trouvent des îlots de grande taille (Ana et Ami). Etant en dehors du lagon, Nokanhui est directement exposé aux houles océaniques australes et aux houles cycloniques. Les deux îles Ana et Ami se construisent à partir des débris coralliens arrachés aux fronts récifaux lors des tempêtes. Alors que les îlots du lagon de la Grande-Terre sont la plupart du temps constitués de sables fin à moyen. Les faces les plus exposées de ces deux îlots sont constituées de débris grossiers à très grossiers (pluri-décimétriques) formant des rides d'environ 4 m de haut et d'une quinzaine de mètres de large. (Figure 78). Les vagues générées par les fortes tempêtes où les houles australes auxquelles les îlots Ana et Ami sont directement exposés brisent le récif et apportent de nombreux débris bioclastiques grossiers aux côtes exposées de ces îlots. Les flancs SW à SE de ces îlots sont directement nourris en débris coralliens qui contribuent à maintenir le budget sédimentaire constant voire excédentaire.

[3] Source : levés au GPS 2014

Figure 76 : Rivage nord de l'îlot Kutomërë

Figure 77 : La pointe nord de l'îlot Kutomërë (notez l'extrême étroitesse de l'îlot)

Figure 78 : Les rides de dépôts coralliens grossiers de la face exposée de l'île Ana (Nokanhui)

Figure 79 : Détail des dépôts coralliens grossiers de la face exposée de l'île Ana (Nokanhui)

L'analyse de l'évolution de la limite de végétation de l'îlot Kutomërë à l'aide des photographies aériennes et des images satellites de 1954 à 2013, et des observations de terrain réalisées en 2014, montre une très importante variation de la superficie de cet îlot.

De 1954 à 1976, la surface de cet îlot augmente très fortement puisqu'elle passe d'environ 15 300 m^2 à près de 28 500 m^2 (soit +86 % en 22 ans ou l'équivalent d'un accroissement régulier de +2,9% par an soit en moyenne un gain de 600 m^2/an sur la période). Ensuite on assiste à une décroissance avec une vitesse quasiment constante de la surface de l'îlot (Figure 74) qui n'atteint plus que 2330 m^2 en 2013 et, d'après nos mesures de terrain au GPS, 2010m^2 en 2014 (soit une perte de surface de 26 464 m^2 en 38 ans soit 696 m^2/an en moyenne). Bien qu'ayant vu pour d'autres îlots calédoniens des évolutions très rapides, le cas de Kutomërë apparaît comme exceptionnel.

En effet, Kutomërë est un îlot très particulier qui, contrairement aux îlots de la Grande-Terre ou même à Ana et Ami, ne repose pas sur un platier récifal. Il est constitué par des sables fins, homogènes, sans débris corallien grossier et avec de fins débris coquillers (observation de débris de gorgones (*gorgonacea*). Les apports sédimentaires participant à la construction de cet îlot ne proviennent donc pas de la destruction d'un édifice corallien proximal contrairement

aux autres îlots. L'observation des images satellites montre que l'îlot Kutomërë se situe dans le prolongement de grandes langues sableuses prenant naissance dans l'ouverture du « fer à cheval » de Nokanhui à une distance d'environ 1,8 km (Figure 80). Les zones sources de matériaux bioclastiques semblent être des zones à constructions coralliennes probablement non contiguës ni massives qui n'émergent pas et qui sont localisées à une certaine profondeur (quelques mètres ?). L'îlot Kutomërë semble être issu de l'émergence d'une de ces langues sableuses qui a été dans le passé fortement alimentée provoquant l'apparition puis l'expansion de l'îlot. Après 1976, il est probable que les apports sableux à l'origine de l'îlot aient fortement diminué ou se soient arrêtés. L'îlot qui n'est alors plus alimenté et qui subit l'assaut des vagues, s'érode et en l'absence d'apport sédimentaire se réduit pour ne plus représenter actuellement que 7 % de sa surface de 1976. La faible surface de l'îlot Kutomërë, sa faible largeur tout comme sa continuelle érosion depuis 1976 rendent cet îlot extrêmement vulnérable et probablement voué à disparaître (au moins temporairement). Seule l'occurrence d'un événement générateur de forts apports sédimentaires permettrait son « ré-engraissement » et au moins la stabilisation de l'îlot actuel.

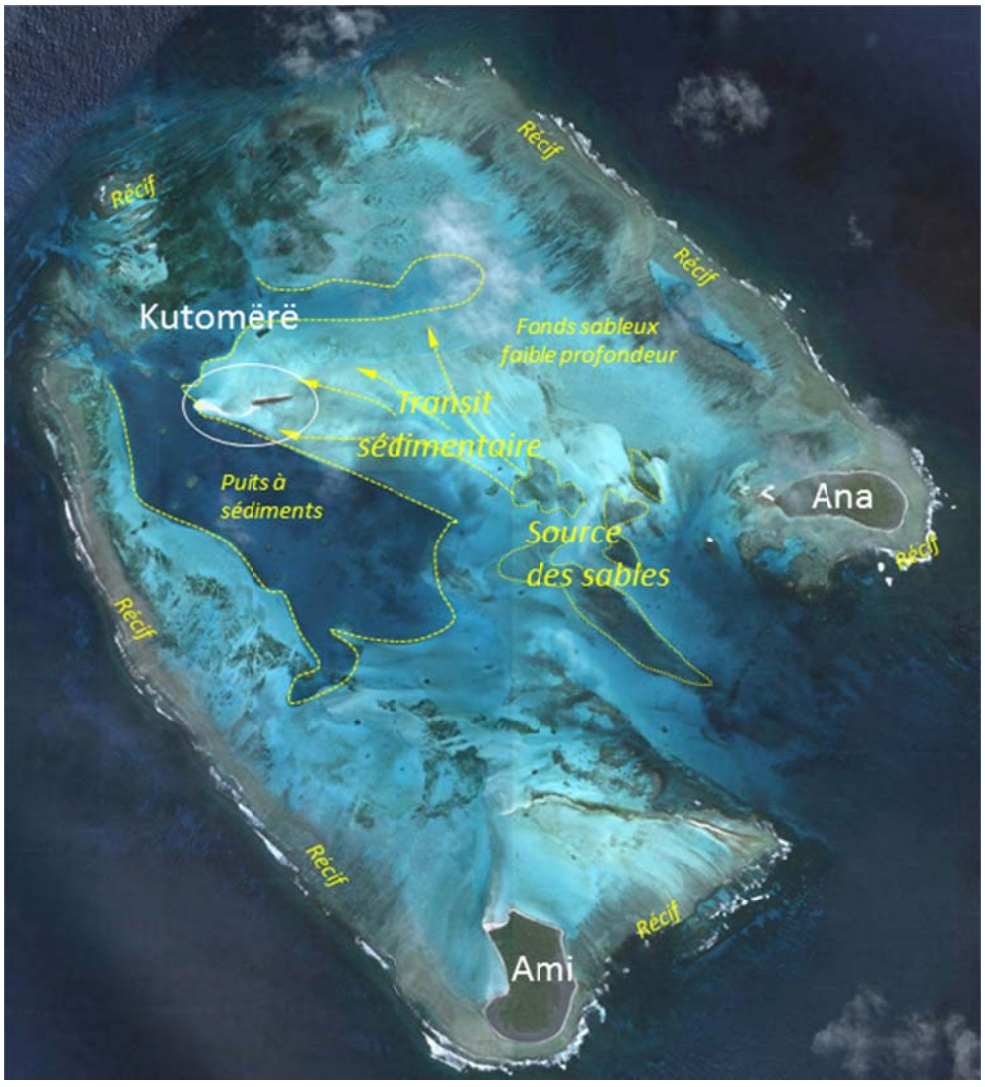


Figure 80 : Hypothèse sur les causes de l'évolution de l'îlot Kutomërë

2.6. COTE EST – POINDIMIE

2.6.1. Tibarama

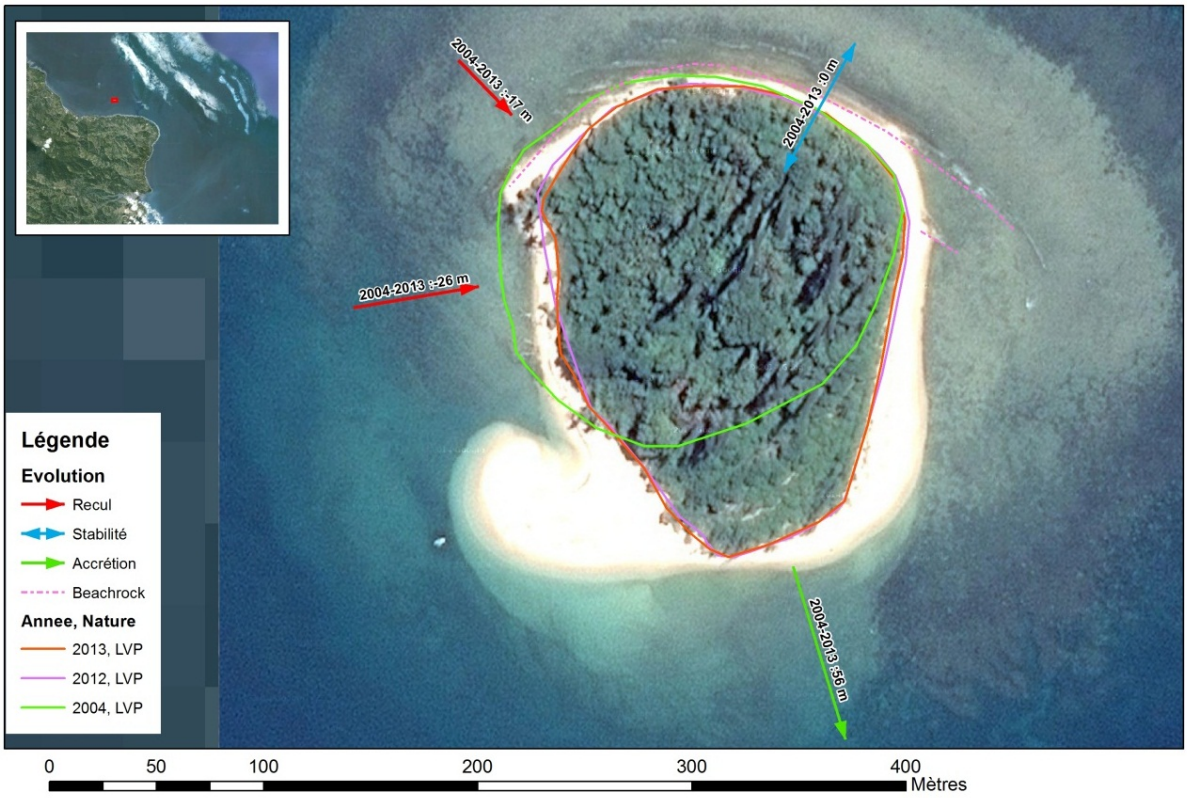


Figure 81 : Évolution de l'îlot Tibarama de 2004 à 2013

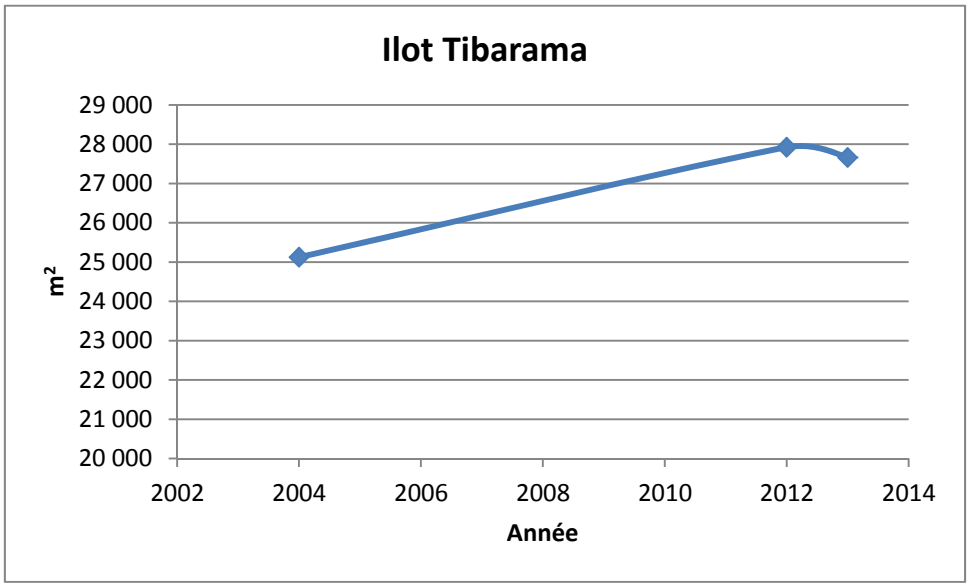


Figure 82 : Évolution de la surface de l'îlot Tibarama de 2004 à 2013 (m²)

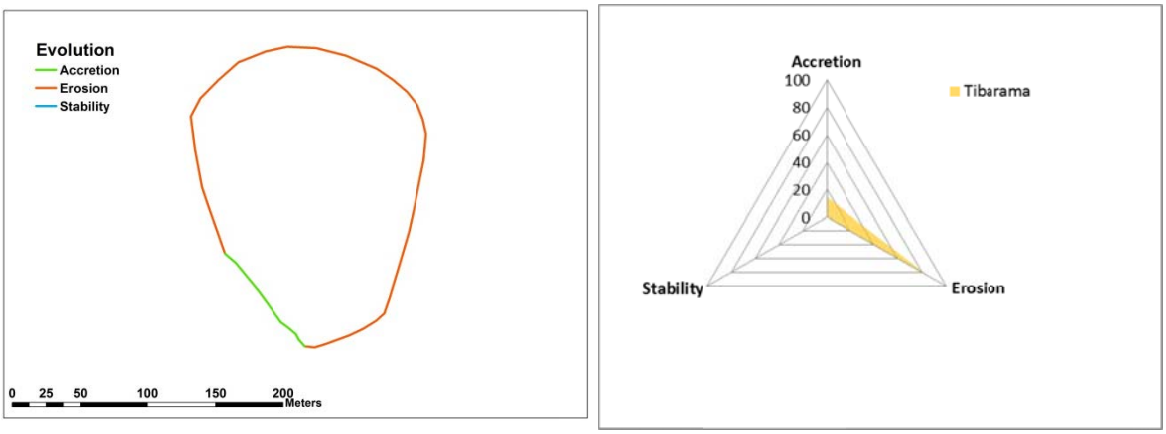


Figure 83 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Tibarama

La superficie de L'îlot Tibarama augmente significativement entre 2004 et 2012 avec un gain de près de 2 800 m^2 soit 11 %. Cet accroissement de surface a été réalisé par une accrétion importante de la partie sud de l'îlot avec une avancée de l'ordre de 56 m entre 2004 et 2013 (+6,2 m/an). Dans le même temps, l'érosion affecte la côte nord et surtout la côte ouest avec un recul de 26 m en 9 ans (-2.9 m/an). Suite à cette rapide croissance, une légère réduction de la surface de l'îlot se produit dès 2012. Les observations de terrain de 2014 confirment que cette érosion initiée en 2012 se poursuit actuellement, avec notamment une érosion de la langue sableuse méridionale. La forme de l'îlot quasi circulaire en 2004, semble indiquer qu'il n'y avait pas d'anisotropie des directions de vagues. Par contre en 2012, on remarque que l'accrétion de la partie sud de l'îlot aboutit à une élongation nord-sud de l'îlot. S'agit-il d'une conséquence de l'apparition d'une direction dominante des vagues NS ? Au Nord-Ouest et au Nord, des beachrocks bien développés affleurent et protègent partiellement ces secteurs de l'érosion. Au Nord-Ouest, les bancs de beachrocks sont très obliques par rapport au rivage actuel et sont éloignés jusqu'à une cinquantaine de mètres du rivage actuel indiquant un fort recul.

Figure 84 : Beachrock démantelé en base de plage, talus d'érosion et souches sur la côte ouest de l'îlot Tibarama

2.6.2. Bois de Fer

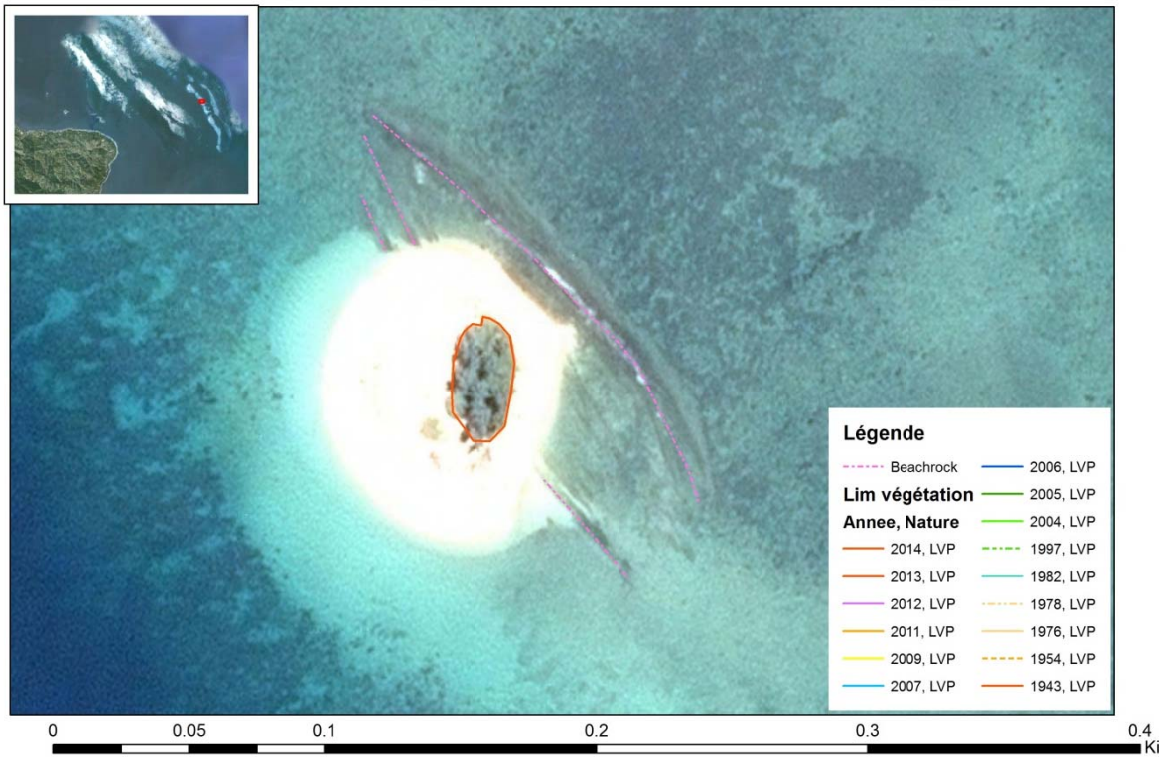


Figure 85 : L'îlot Bois de Fer en 2013

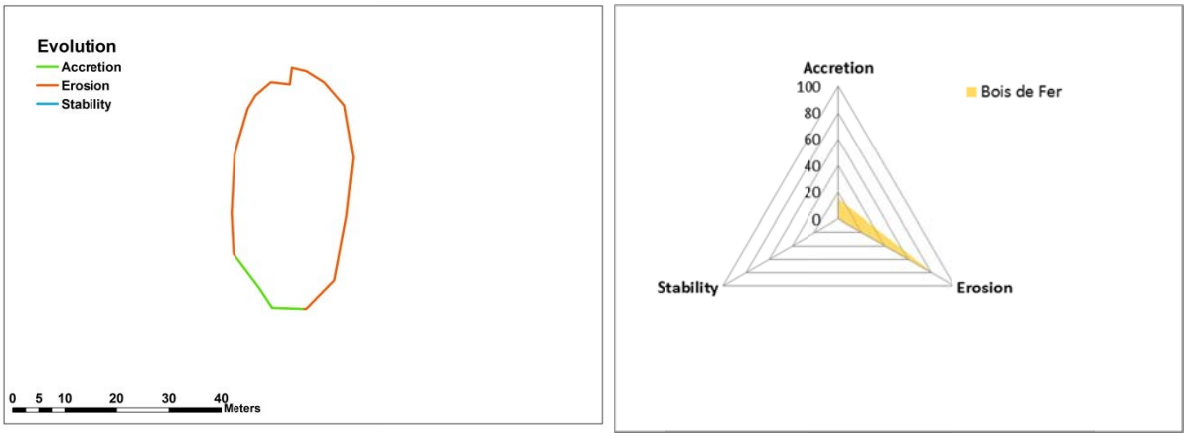


Figure 86 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Bois de Fer

Bois de Fer est un petit îlot de la côte est à environ 9,5 km du point le plus proche de la Grande-Terre. L'absence de photographie aérienne et d'image satellite ancienne ne permet pas de retracer l'évolution récente de cet îlot. Toutefois, les observations de terrain réalisées montrent que cet îlot est très résiduel et soumis à l'érosion. Sa surface a été nettement plus grande comme l'indiquent les bancs de beachrocks matérialisant ses anciennes plages. L'îlot à cette période avait une dimension de l'ordre de 200 m de long par 50 m de large et une surface de l'ordre de 7 000 m^2 c'est-à-dire largement plus étendu qu'aujourd'hui puisque sa surface en

2013 n'est plus que d'environ 815 m^2 (soit près de 12%). La position de l'îlot actuel est d'ailleurs excentrée par rapport à celui de l'îlot plus ancien indiquant un transport des sédiments arrachés à l'îlot en direction du Sud-Ouest

Figure 87 : Vue d'ensemble de l'îlot Bois de Fer

Figure 88 : Îlot Bois de Fer : Beachrock sud matérialisant l'ancienne plage sud (gauche) ; talus d'érosion rivage sud

2.6.3. Îlot Baye

Figure 89 : Évolution de l'îlot Baye de 2012 à 2013

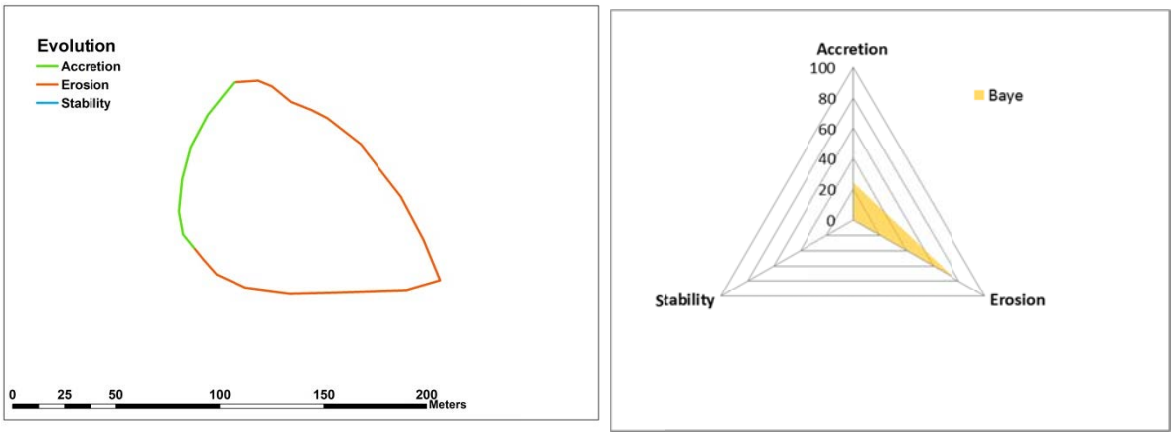


Figure 90 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Baye

Deux images satellites avec seulement un an d'intervalle existent pour cet îlot de surface modérée, il est donc difficile d'en déduire une tendance d'évolution à long terme. Toutefois, on note aussi bien sur le terrain que sur les images satellites que le secteur nord-ouest de l'îlot est constitué d'une plage étendue à relativement faible pente qui s'accroit visiblement entre 2012 et 2013 (progression de la limite de végétation de l'ordre de 7 m). Les autres rivages de l'îlot sont par contre affectés par l'érosion comme l'indique la présence de talus d'érosion, de souches et d'arbres morts etc. Un banc de beachrocks en arc est visible à une quarantaine de mètres du rivage nord actuel indiquant un fort recul de l'îlot.

Figure 91 : L'îlot Baye vue de l'Ouest

Figure 92 : Îlot Baye : en haut érosion du rivage sud ; en bas à gauche le beachrock est, à droite le beachrock nord.

2.6.4. Îlot Faux-Tabac

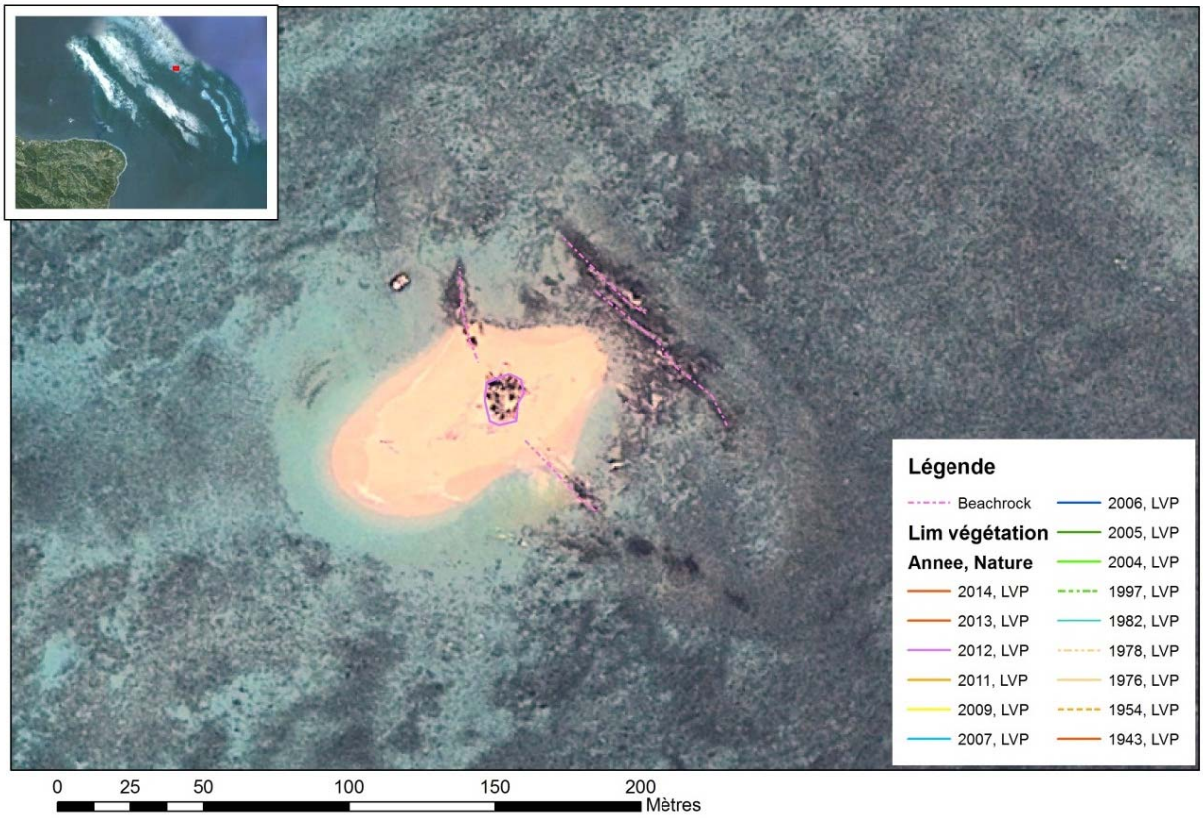


Figure 93 : L'îlot Faux-Tabac en 2012

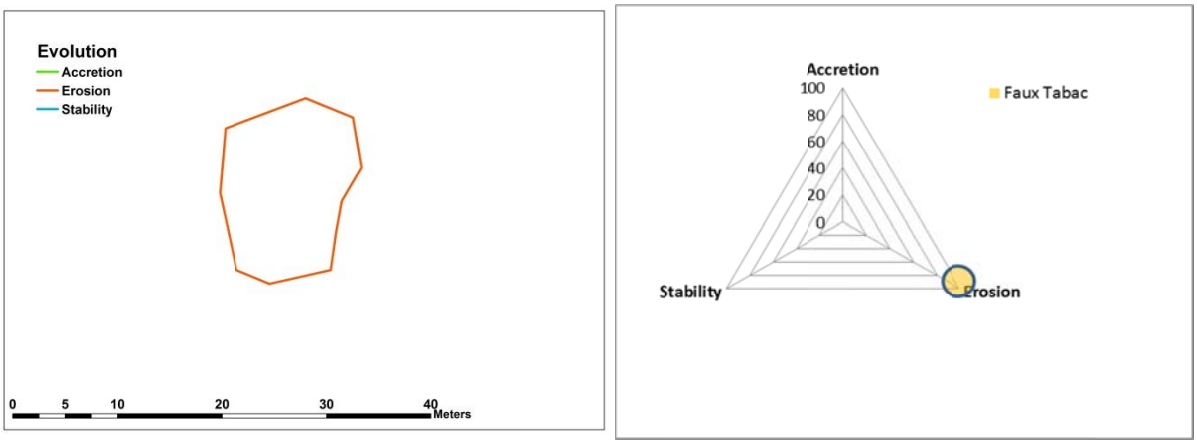


Figure 94 : Tendance évolutive actuelle (2013-2014) de l'îlot Faux-Tabac

L'îlot Faux-Tabac est un îlot de très petite taille (181m^2) situé à 300 m en arrière du front de la barrière, à 540 m de la passe de la Fourmi et à environ 8,6 km du point le plus proche de la Grande-Terre. Il n'existe que deux images satellite prises en 2012 de cet îlot ne permettant pas d'analyse de son évolution récente. Cet îlot apparait comme très résiduel et en voie de disparition. C'est le témoin d'un ancien îlot dessiné par les limites de beachrocks de 150 m de long et distant d'une cinquantaine de mètres (surface de l'ordre de 6700m^2). L'îlot actuel, centré sur le banc de beachrocks qui correspondait à son ancien rivage sud, présente sur le terrain de

multiples indices d'érosion, il ne représente que 3% environ de ce qu'il a été au moment de la lithification des beachrocks.

Figure 95 : L'îlot Faux-Tabac vu du Sud-Ouest (gauche) ; plage et talus d'érosion (droite)

Figure 96 : L'îlot Faux-Tabac reposant sur le beachrock sud

2.7. SYNTHESE ET DISCUSSION

2.7.1. Caractéristiques actuelles des îlots

Les observations réalisées et les données récoltées montrent que les situations sont variables selon les îlots et que certains sont relativement stables dans le temps tandis que d'autres évoluent très vite et voient leurs surfaces diminuer fortement. Les pourcentages de leurs rivages actuellement affectés par l'érosion, l'accrétion ou la stabilité sont très variables comme le montre la Figure 97. Ce graphique permet de faire apparaître la dispersion des caractéristiques de la population des îlots étudiés. Tous montrent à l'heure actuelle qu'au moins 50 % de leurs côtes sont en érosion. Plusieurs ont la totalité de leurs rivages actuellement soumis à l'érosion. Toutefois cette érosion peut aussi indiquer une translation ou une adaptation des formes, les îlots sont, en effet, par nature beaucoup plus mobiles que les traits de côte observables sur la Grande-Terre ou les rivages des îles Loyauté.

Très peu d'îlots montrent une tendance significative à l'accrétion et à l'augmentation de leur surface. 54 % de la longueur cumulée des côtes des îlots est en érosion, 30 % stable et 16 % en accrétion.

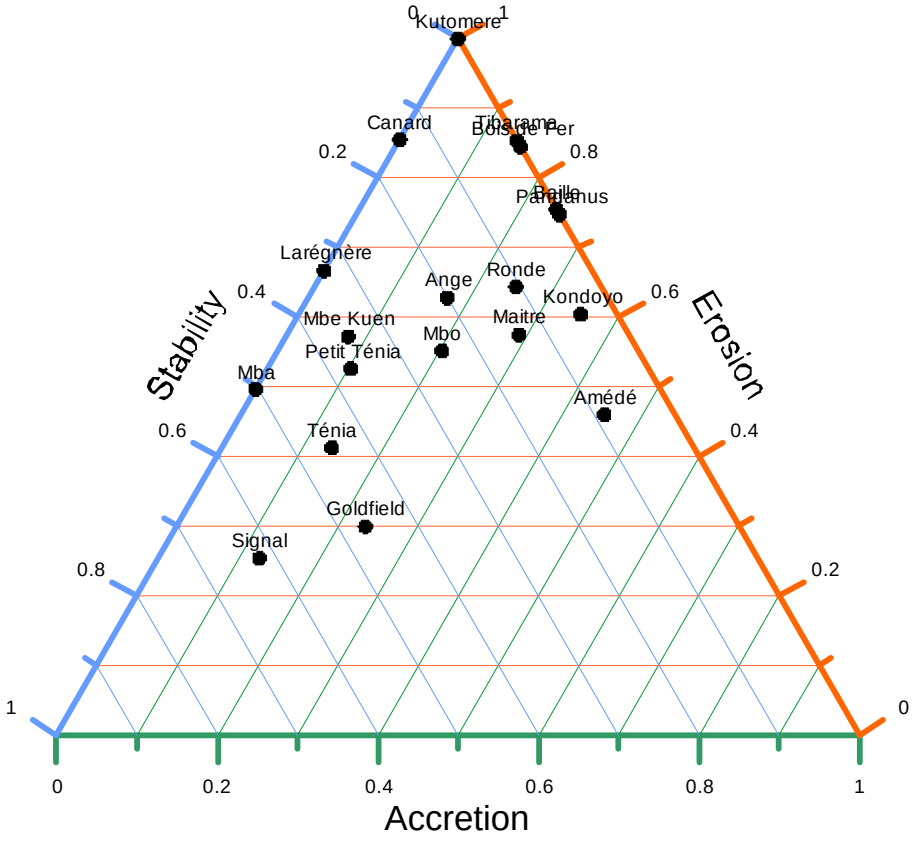


Figure 97 : Diagramme ternaire représentant les pourcentages de longueur de côte en érosion, stabilité et accrétion actuels pour chaque îlot (Nota Les îlots Goéland et Faux Tabac sont sur le même point que Kutomërë : 100 % en érosion)

2.7.2. Du rôle des beachrocks

Le rôle des bancs de beachrocks a été noté pour de nombreux îlots. Ils constituent une protection naturelle contre l'érosion et le recul du trait de côte surtout lorsque plusieurs générations de beachrock sont présentes. Sur certains îlots, nous avons observé des beachrocks dont l'altitude est supérieure à celle du niveau marin actuel, ils se sont probablement formé lors du haut niveau marin de l'Holocène (période de 6000 à 2800 ans BP ; Yamano et al. 2014). Les îlots ayant de tels beachrocks sont généralement des grands îlots dont les altitudes moyennes sont sensiblement plus élevées. Les sables constituant leurs cœurs sont généralement plus sombres et sont souvent fortement bioturbés par les oiseaux (nids de Puffins et autres Pétrels de Mba, Signal, etc.).

Toutefois, les beachrocks n'ont pas empêché l'érosion de certains îlots et leur destruction partielle voir totale de ceux-ci (Faux-Tabac, Bois de Fer, Goéland, Baron, etc.). Il s'agit le plus souvent d'îlots de taille relativement modeste, de faible altitude et donc probablement plus récents que ceux précédemment évoqués. Les variations du niveau marin qu'elles soient dues aux cycles ENSO ou à la remontée relative du niveau marin (origine climatique) rendent ces îlots de basse altitude beaucoup plus vulnérables à l'érosion.

2.7.3. Les stades d'évolution des îlots calédoniens

Les observations réalisées sur le terrain associées aux analyses des évolutions récentes et historiques des îlots nous conduisent à proposer un schéma évolutif des îlots. Ce schéma définit plusieurs stades d'évolution (Figure 99) qui sont contrôlés/induits par différents paramètres environnementaux tel que les conditions hydrodynamiques locales, l'évolution des climats de vents et de vagues au cours du temps, de la configuration locale de la plateforme récifale sur laquelle chaque îlot est installé, de l'évolution et du développement du récif et du niveau marin. Ce dernier est d'une part lié à l'histoire climatique du quaternaire (plus précisément celle de l'Holocène) mais aussi à la variabilité et aux oscillations climatiques naturelles interannuelles (cycles ENSO, IPO) ainsi évidemment qu'aux effets du changement climatique d'origine anthropique.

Nous distinguons six phases principales qui sont présentées et illustrées ci-dessous (Figure 99). Ces phases ne s'enchaînent pas nécessairement de façon séquentielle et des retours à un stade antérieur est parfois possible (Figure 100).

Stade 1 : Nucléation

Apparition d'un banc de sable bioclastique issu de l'arrachement de bioclastes au récif lors des tempêtes (Exemple : îlot Sable). Cette accumulation de sédiments est rendu possible par :

- la conjonction d'événements hydrométéorologiques énergiques capables de générer des sédiments bioclastiques arrachés au récif,
- d'un régime de vagues créant des courants de fond qui vont transporter les sédiments de la zone de production vers la zone d'accumulation. Ces courants peuvent changer de directions au cours du temps (variation annuelles ou inter-annuelles) mais la résultante dominante doit converger vers la zone d'accumulation,
- l'existence d'une zone favorable à la sédimentation qui est en général un haut-fond, un point de convergence de plusieurs courants ; cette zone ne doit pas constituer un puits à sédiments.

Stade 2 : Croissance

Stabilisation d'une partie du banc de sable, végétalisation et accroissement de surface par apport de sédiments bioclastiques. Ces nouvelles surfaces sont progressivement colonisées par la végétation. Le bilan sédimentaire y est positif c'est-à-dire qu'il y a plus d'apport de sédiment que d'érosion

Stade 3 : Maturité

Nous distinguons trois variantes de ce stade qui peuvent évoluer de l'une à l'autre (Figure 100).

- **Stade 3a : stable**

Stabilisation de l'îlot pendant un certain temps avec établissement d'un équilibre entre érosion et accrétion. Le bilan sédimentaire est quasi-nul, potentiellement une phase de lithification se produit et permet la cimentation des beachrocks si les conditions le permettent fossilisant ainsi la forme et la position de l'îlot.

- **Stade 3b : Migration**

Il s'agit d'une d'adaptation de l'îlot aux contraintes et aux forçages environnementaux aboutissant d'une part à l'érosion de certains rivages de l'îlot et d'autre part à l'accrétion sur les autres, ce qui conduit à la migration progressive de l'îlot. Cette migration est limitée par l'extension de la plateforme récifale et la position de l'îlot par rapport à celle-ci. Si lors de la migration l'îlot se retrouve en bord de plateforme, le transport sédimentaire peut engendrer l'export des sédiments au-delà de la plateforme dans les zones plus profondes du lagon (*puits sédimentaire*). Dans cet exemple l'îlot quitte le stade 3b pour passer dans le stade 4. La phase de migration n'est pas systématique et peut être générée par des processus autophages c'est-à-dire que le côté en accrétion est nourri par les sédiments produits par la face de l'îlot qui subit l'érosion (*tapis roulant sédimentaire*, exemple Kondoyo).

- **Phase 3c : Adaptation**

Il s'agit d'une évolution de la géométrie de l'îlot induite par les modifications des contraintes et facteurs de forçage environnementaux sans pour autant avoir de migration ni perte ou gain de surface. Les processus conjoints d'érosion et d'accrétion conduisent à une évolution de la forme de l'îlot. Ce peut être par exemple une évolution des pointes de l'îlot qui change de forme et de position (exemple Ténia).

Phase 4 : Décroissance

C'est une phase durant laquelle le bilan sédimentaire est négatif (plus d'érosion que d'apport), c'est-à-dire que l'îlot perd de la surface (plus ou moins rapidement). On observe alors un îlot partiellement ou totalement en retrait par rapport aux limites antérieures indiquées par les beachrocks (quand ils existent). Les zones qui étaient préalablement bien végétalisées (arbres) sont en érosion (exemple Mbe Kouen, Figure 53), la présence de souches et d'arbres morts sur la plage ou en avant plage en sont des indices.

Phase 5 : Relique

L'îlot a une géométrie très différente de celle de la phase mature indiquée par les bancs de beachrocks, sa surface est elle aussi de taille très inférieure. L'îlot a un caractère résiduel et

peut parfois être très excentré par rapport aux beachrocks. Le bilan sédimentaire est négatif, de nombreuses souches et restes d'arbres sont observables en mer à l'ancien emplacement de l'îlot. La réduction de la surface de l'îlot peut être très rapide, son avenir est compromis si le déficit d'apport perdure et que les conditions hydrodynamiques restent identiques. On remarque souvent sur les images satellites un panache sableux en « queue-de-comète » s'étalant sur la plateforme récifale. Ce panache correspond à l'épandage des sédiments issus de la destruction de l'îlot qui ont été transportés par les courants (Exemple îlot Faux-Tabac, Figure 93 ; Kutomërë, Figure 73).

Phase 6 : Disparition

Le stade ultime est la disparition de l'îlot, son existence préalable n'est indiquée, dans le meilleur des cas, que par les beachrocks qui l'encadraient, des bancs de sables résiduels et des panaches sableux en « *queue-de-comète* » (Figure 98). Il est possible, si des conditions environnementales favorables réapparaissent, qu'un nouvel îlot se reconstruise à partir des restes du précédent (Figure 100).

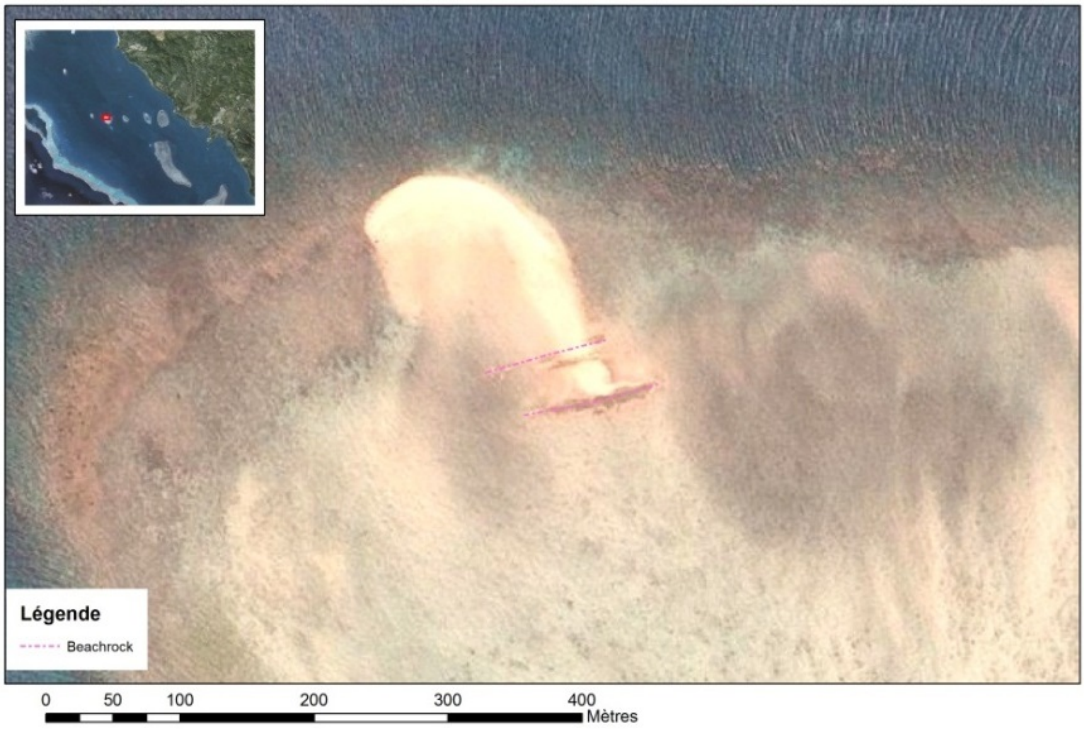


Figure 98 : Exemple d'îlot disparu, l'îlot Baron au large de Koumac, seuls les beachrocks demeurent visibles ainsi qu'un panache de sable en « queue-de-comète » issu de la destruction de l'îlot

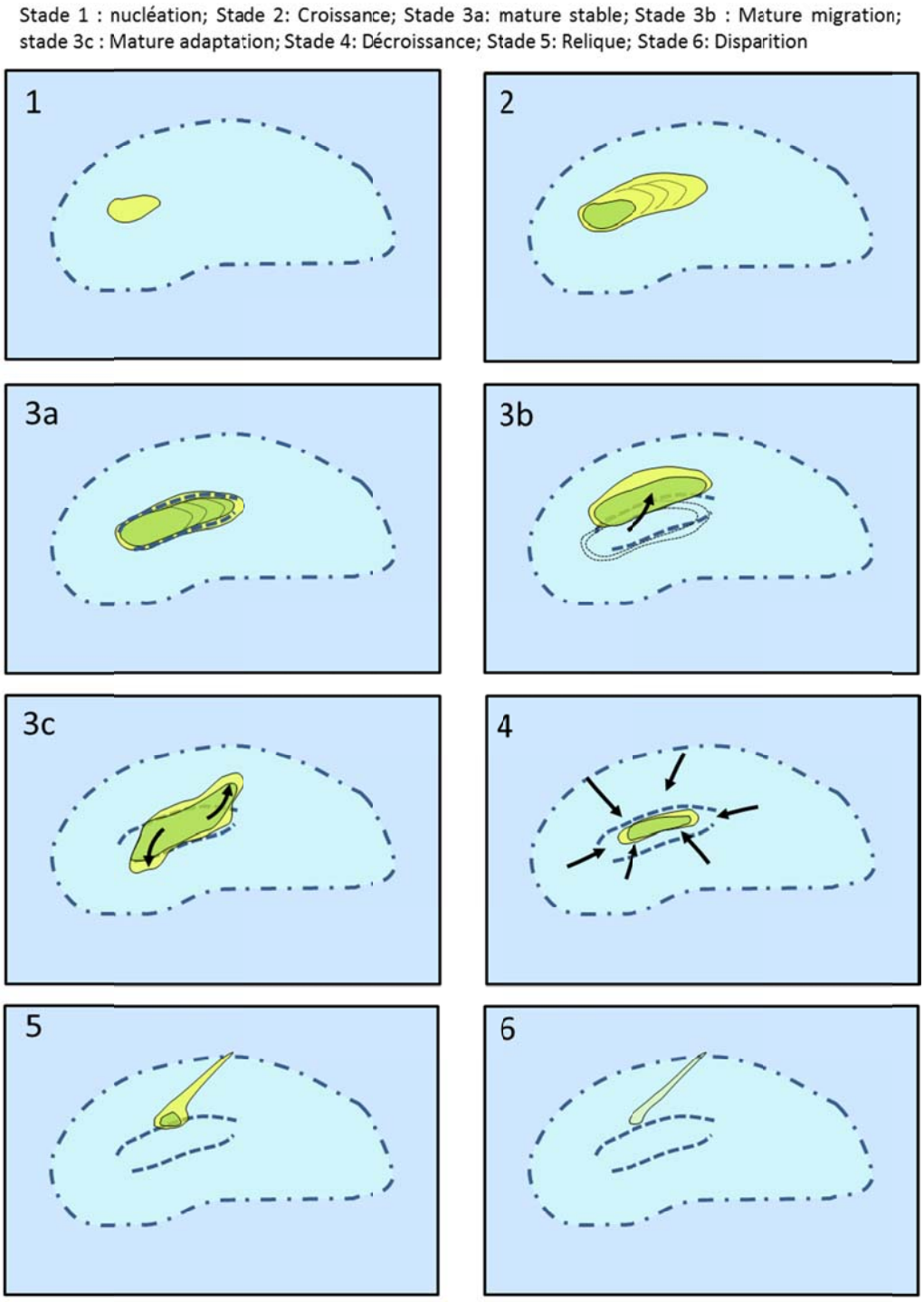


Figure 99 : Les différents stades d'évolution des îlots calédoniens

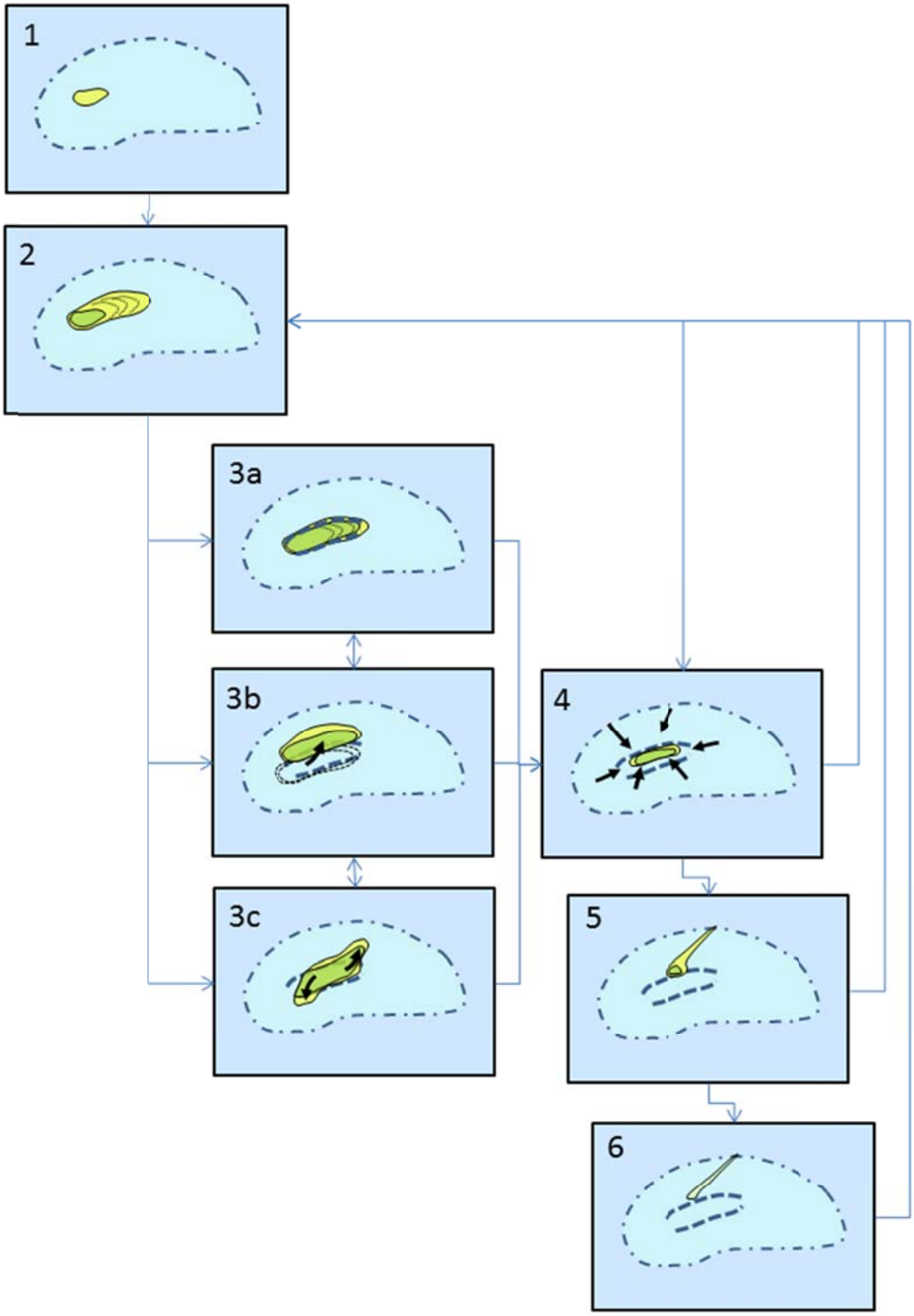


Figure 100 : Cycle de vie des îlots calédoniens et séquences successives possibles

2.7.4. Les îlots sont-ils menacés ?

Des études et recherches ont été réalisées ou initiées depuis quelques années sur l'analyse des facteurs contrôlant l'évolution des îles basses océaniques (atoll) dans le cadre de la problématique plus large de l'avenir de ces îles dans un contexte de changement climatique et de remontée du niveau marin (Woodroffe et al. 1999 ; Woodroffe et al. 2008 ; Webb et Kench 2010 ; Yates et al. 2013, etc.). De la même façon, on peut se poser la question suivante : les îlots calédoniens sont-ils menacés de disparition à cause de la remontée du niveau marin due au changement climatique ? Quel est leur avenir à plus ou moins long terme ?

Les travaux réalisés dans le cadre de l'OBLIC en 2013 et 2014 ont permis de recueillir, sur le terrain et par analyse des photographies aériennes et des images satellitaires, un certain nombre de données et d'informations sur les îlots. L'étude qui a été réalisée n'est, pour le moment, pas exhaustive dans le sens où tous les îlots n'ont pas fait l'objet d'une étude individuelle. Toutefois, elle a permis de recueillir des données sur un nombre significatif d'îlots de taille et de localisations variées (plus ou moins anthropisés, proche des terres, au milieu du lagon, près de la barrière, lagon SW, lagon Est, hors lagon etc.).

L'analyse des îlots, présentée dans les fiches synthétiques précédentes, montre la variabilité des cas de figure rencontrés en termes d'état actuel des îlots mais aussi en termes d'évolution au cours des dernières décennies ou des dernières années. L'une des premières informations que l'on peut retenir est que les îlots ne sont pas tous dans le même état, n'ont pas eu la même évolution et que chacun a ses propres particularités. L'évolution passée et future de chaque îlot est conditionnée par sa localisation, ses relations avec le complexe récifal qui le porte, son exposition aux vagues saisonnières (liées aux alizées, aux vagues australes, etc.) ou en lien avec l'occurrence et les caractéristiques d'un événement météorologique cyclonique particulier (trajectoire, durée, force des vents, pression, distance). De surcroit la variabilité climatique et les différents modes de fonctionnement océaniques tel que les épisodes El Niño/La Niña, les phases positives ou négatives de l'IPO (*Interdecadal Pacific Oscillation*) sont des facteurs qui jouent un rôle important dans l'évolution des îlots. En effet, ces cycles influent sur le niveau marin moyen dans le pacifique Sud-Ouest, ce qui dans le cas des îles sableuses influe directement sur l'évolution des rivages. De même, ces cycles modifient l'intensité et les directions des alizés avec des répercussions sur les climats de vagues et donc les processus d'érosion ou d'accrétion. Les phases/périodes La Niña ou neutres des dernières années, ainsi que le fait que l'on soit dans une phase IPO négative, ont conduit à un renforcement des alizés et une augmentation temporaire du niveau marin sur la Nouvelle-Calédonie, facteurs favorisant les processus d'érosion des îlots ce qui est en accord avec les témoignages recueillis auprès des usagers des îlots (Garcin et al. 2015).

Du point de vue des impacts attendus du réchauffement climatique, on constate que la remontée du niveau marin est variable selon les régions océaniques concernées. Dans le cas de la Nouvelle-Calédonie où cette remontée se situe dans la moyenne mondiale, les effets attendus seront plutôt défavorables à la stabilité des îlots et auront tendance à favoriser leur érosion et leur rétraction même si les systèmes coralliens qui les portent sont capables de s'accommoder en partie au rythme de cette variation eustatique. Enfin, toujours à propos de cette remontée du niveau marin, se pose la question des éventuels franchissements de seuil : à partir de quelle vitesse de remontée ou de quelle valeur du niveau marin les processus engendrés ne permettent plus au système récif-îlot de s'adapter et conduit à la rétraction des îlots puis à leur disparition ? L'augmentation du niveau marin favorise par ailleurs la submersion partielle ou totale des îlots lors des événements extrêmes ce qui facilite leur érosion.

Par ailleurs, le contexte géologique dans lequel se trouve l'îlot et plus particulièrement l'incidence des éventuels mouvements verticaux joue un rôle primordial. En effet, un îlot se

trouvant dans un secteur affecté de mouvements verticaux positifs (surrection) sera moins menacé qu'un îlot localisé dans une zone subsidente.

Les actions anthropiques peuvent, dans une certaine mesure, modifier (au moins à très court terme) l'évolution d'un îlot. A titre d'exemple, l'installation de plusieurs rangées de sac de sable sur le rivage de l'îlot Canard contrecarre à très court terme l'érosion et le recul du trait de côte en le fixant artificiellement. Toutefois, ces actions ont des effets indirects sur l'évolution de la zone située en avant de ces aménagements en modifiant les processus *cross-shore* et en favorisant la remobilisation des sédiments puis leur export dans des zones plus profondes. De même ces actions ont des incidences sur les écosystèmes infratidaux et tidaux par modification des substrats, des morphologies, etc. Enfin, dans cet exemple, les effets positifs ne peuvent être durables si les conditions qui conduisent à ces érosions et à la rétraction de l'îlot perdurent.

Il n'est donc pas réaliste ni possible de proposer une réponse unique et valable concernant le futur de tous les îlots. Par contre, en utilisant les observations et les données acquises, il est possible de donner des informations sur l'ampleur de la menace pour chaque îlot en fonction de paramètres tel que sa surface, sa trajectoire évolutive sur les dernières années, les processus actuellement actifs sur son rivage (érosion, stabilité ou accrétion), son altitude et son exposition aux forçages océaniques. Ces paramètres permettent par ailleurs de placer chaque îlot dans un stade d'évolution (Figure 99), et à partir de ces informations d'évaluer le degré de menace de disparition à plus ou moins court terme de l'îlot. Cette estimation prend comme postulat que les conditions environnementales de forçage actuelles persisteront dans les années futures et ne peut tenir compte d'éventuels événements météorologiques majeurs qui pourraient survenir dans les prochaines années (cyclones). Ces événements majeurs pourraient selon les cas avoir des conséquences négatives sur la survie de l'îlot en occasionnant des érosions importantes voire dans certains cas une disparition totale de l'îlot ou, dans d'autres cas, positives en apportant d'important volumes de sédiments bioclastiques favorisant le « ré-engraissement » de l'îlot et donc sa persistance.

Le postulat de la continuité des conditions actuelles dans les années futures n'est pas nécessairement vrai notamment pour les ENSO par exemple. La situation qui a prévalue lors des dernières années étant plutôt défavorables à la persistance des îlots, notre hypothèse apparaît comme plutôt sécuritaire. Toutefois, nous avons constaté que de rares îlots avaient eu au cours des années précédentes une augmentation de leur superficie ; il est possible que pour ces rares îlots, le changement de mode les fasse basculer dans un mode plus érosif et éventuellement passer dans un autre stade.

L'évaluation du degré de menace de disparition de l'îlot à court terme est présentée dans le Tableau 3. La légende du tableau est la suivante :

- Rouge : situation très critique disparition très probable à court terme (quelques années), forte érosion s'appliquant sur un îlot relique de petite superficie ;
- Orange : situation critique, disparition possible à court terme,
- Jaune : situation à surveiller, évolution rapide qui pourrait mener à la disparition de l'îlot à moyen terme ;
- Bleu clair : îlot de superficie limitée en faible accrétion ou îlot avec réduction modérée mais de grande taille ; pas de disparition à court terme ni à moyen terme
- Bleu foncé : îlot stable ou avec une faible réduction de surface mais avec une superficie importante, pas de disparition à moyen terme.

Le Tableau 3 donne une évaluation de la menace à court terme ; à moyen et long terme (échelle décennale à pluri-décennale). La remontée du niveau marin d'origine climatique va très

probablement jouer un rôle de plus en plus important. La capacité des récifs à s'accommoder à cette remontée du niveau marin en fonction notamment des impacts de la température de l'océan et de son acidité sur leur santé sera un facteur déterminant. La quantité de matériaux bioclastiques qu'ils pourront fournir en fonction des climats de vagues et des événements extrêmes seront, tout comme l'altitude moyenne de l'îlot et la présence ou non de beachrocks, des paramètres clés dans leur capacité de résilience.

Si l'on se base sur l'ensemble des 21 îlots étudiés, nous obtenons par catégorie les pourcentages suivants :

- 19% d'îlots dans une situation très critique avec disparitions très probable à court terme,
- 9,5% d'îlots en situation critique avec disparition possible à court terme,
- 19% d'îlots dans des situations à surveiller avec des évolutions rapides qui pourraient mener à leur disparition à moyen terme,
- 9,5% d'îlots avec risque de disparition à moyen terme peu probable,
- 43% d'îlots sans risque de disparition à moyen terme.

Ces chiffres donnent une indication de la situation actuelle même si la représentativité des îlots étudiés par rapport à l'ensemble des îlots calédonien n'est pas assurée.

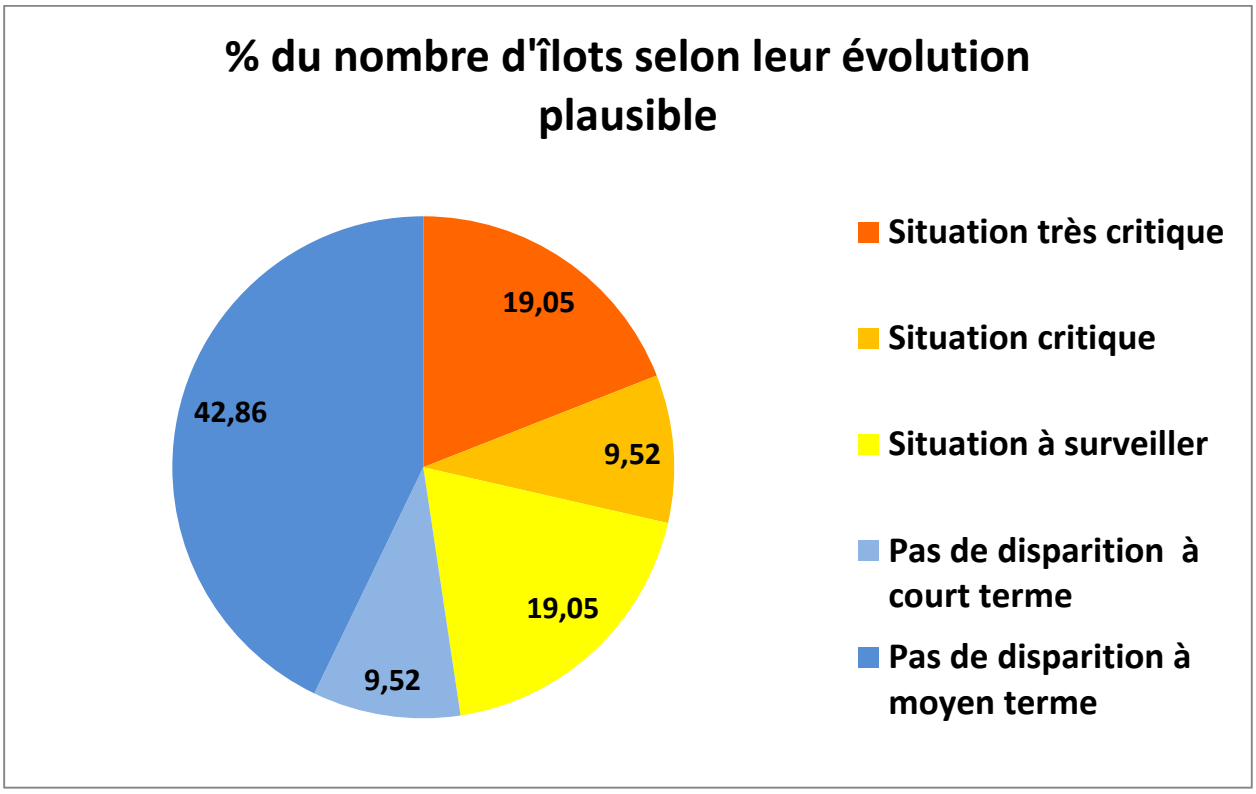


Figure 101 : Pourcentage d'îlots en fonction de leurs évolutions futures plausibles

Îlot	% du linéaire côtier en…				Stade actuel	Tendance d'évolution récente (surface)
	accrétion	érosion	stable	Surface (m2)		
Faux Tabac	0	100	0	181	Relique	Forte réduction
Bois de Fer	16	84	0	831	Relique	Forte réduction
Goeland	0	100	0	1 399	Relique	Forte réduction
Mbe Kouen	8	57	35	1 938	Décroissance	Faible réduction et déplacement
Pandanus	25	75	0	2 249	Décroissance à Relique	Forte réduction
Kutomërë	0	100	0	2 481	Relique	Forte réduction
Canard	0	85	15	8 431	Décroissance	Forte réduction(*)
Baye	25	75	0	8 832	Décroissance	Légère accrétion
Larégnère	0	67	33	11 572	Décroissance	Réduction
Tibarama	15	85	0	27 663	Mature	Gain de surface
Kondoyo	35	60	4	30 588	Mature migrant	Léger gain, très mobile
Goldfield	23	30	47	37 170	Mature s'adaptant	Stable à très léger gain de surface
Petit Ténia	10	53	37	49 608	Décroissance	Réduction
Ange	17	63	20	49 988	Mature stable	Stable
Ronde	25	64	11	50 785	Mature s'adaptant	Réduction
Amédée	45	46	9	61 165	Mature stable	Stable
Maître	29	57	14	79 246	Mature s'adaptant	Faible réduction
Signal	13	25	62	143 820	Mature stable	Stable après phase de réduction
Mbo	20	55	24	174 116	Mature stable	Quasi-stable
Ténia	14	41	45	235 743	Mature s'adaptant	Quasi-Stable
Mba	0	50	50	360 704	Mature stable	Stable

Tableau 3 : Tableau d'évaluation de la menace de disparition à court terme des îlots (îlot fortement anthropisé dont les aménagements visant à contrer l'érosion perturbe son évolution naturelle)*

Le Tableau 3 fait ressortir, bien que la surface de l'îlot ne soit pas le seul critère, qu'en dessous d'une surface de 5 000 m^2 les îlots ont des faibles capacité d'adaptation qui les mettent en danger, entre 5 000 m^2 et 50 000 m^2 les avenirs des îlots sont très contrastés et variés (de la forte réduction de surface les mettant en danger à assez court terme à un gain de surface leur assurant à priori une certaine longévité), au-dessus de 50 000 m^2 les îlots sont matures et ont une forte capacité d'adaptation et de résilience.

3. Fiches Grande-Terre

3.1. GENERALITES

3.1.1. Introduction

Le comité utilisateurs de l'OBLIC a, dès 2013, identifié une dizaine de sites pilotes (en dehors des îlots) répartis sur les 3 provinces de la Nouvelle-Calédonie. Cette liste a évolué en 2014 au vu des résultats obtenus, des priorités et des nouvelles demandes émanant des collectivités. Des sites-tests ont ainsi été ajoutés en province Nord, à l'île des Pins, à Nouméa et à Thio. Au cours des missions de terrain réalisées en octobre-novembre 2013 et novembre-décembre 2014, une vingtaine de sites-tests ont fait l'objet d'observations qui ont été complétées par l'analyse des évolutions dans le temps à l'aide de photographies aériennes anciennes et des images satellites. Seuls 10 sites font l'objet d'une fiche dans ce rapport, les autres sites seront traités dans le rapport 2015. Ces travaux ont permis de récolter des informations sur les états et les évolutions actuelles de chaque site tout en les replaçant dans leurs trajectoires évolutives.

3.1.2. Méthode

La méthode suivie est proche de celle appliquée pour les îlots et peut être résumée en 9 étapes :

1. Observations de terrain des rivages de chaque site (indices d'évolution : érosion, accrétion etc., géomorphologie, sédimentologie etc.) avec géo-référencement de ces observations par GPS puis compilation des informations sous SIG,
2. Collecte de photographies aériennes anciennes et d'images satellites pour les périodes récentes puis géo-référencement de ces images,
3. Digitalisation des limites de végétation permanente des linéaires côtiers à chaque date afin d'analyser l'évolution des sites d'une échelle pluriannuelle à une échelle pluri-décennale. La limite de végétation permanente est en effet une approche classique utilisée pour analyser l'évolution des traits de côte à l'échelle de plusieurs années (Thieler and Danforth, 1994, Crowell et al., 1991; Garcin et al., 2008; Ford, 2012; Webb and Kench 2010; Yates et al. 2013),
4. Evaluation des vitesses d'évolution de ces limites pour chaque période : avancée ou recul de la limite de végétation en mètre et en mètre par an,
5. Découpage du linéaire côtier en segments homogènes quant à leur comportement et leur tendance d'évolution ou en fonction de la nature même de la côte (exemple : une zone de côte rocheuse correspond à un segment),
6. Mesure des évolutions et des vitesses par segment et par période,
7. Cartographie des comportements actuels observés pendant les campagnes 2013 et 2014 sur les rivages : érosion, stabilité, accrétion (ces comportements et ces évolutions peuvent différer de ceux observés à plus long terme),
8. A partir de cette cartographie, calcul des pourcentages de linéaire affectés par chaque comportement (érosion, stabilité, accrétion) pour chaque site-test et création de graphiques ternaires,
9. Synthèse de l'ensemble de ces données, interprétation et confrontation aux facteurs de forçage.

Concernant la seconde étape, pour chaque site, des photographies aériennes historiques et des images satellites ont été sélectionnées. Les photographies aériennes IGN et DITTT pour les dates plus anciennes et les ortho-photographies aériennes DITTT pour celles plus récentes ont été utilisées. Les dernières acquisitions de ces photographies datant, pour certaines, de 2007/2008, cette série de données a été complétée par des images satellites récentes (2012 à 2015) disponibles sous Google Earth (DigitalGlobe ou CNES Astrium). Ensuite les images ont été géo-référencées dans un système commun afin de construire un ensemble de données précis et complet. La difficulté du géo-référencement sur ces zones littorales est que peu de points de référence sont exploitables pour le calage des photographies/images. En conséquence, les marges d'erreur (QM) sont variables et augmentent l'imprécision du calage. Dans ce cas, il a été décidé que compte tenu de la qualité de la numérisation, de la résolution de l'image, des erreurs de géoréférencement (QM) et de l'imprécision de la digitalisation, les évolutions moyennes du littoral (érosion ou accrétion) estimées à +/- 3 m ne sont pas considérées comme significatives et sont interprétées comme stables. Un tableau (Annexe 2) reprend pour chaque site-test les informations relatives aux photographies aériennes et aux images satellites utilisées (année de prise de vue, référence de la donnée, gestionnaire ou propriétaire de la donnée et erreur de géo-référencement).

Les principaux résultats analytiques sont présentés dans les fiches synthétiques ci-dessous qui fournissent pour chaque sites-tests :

- une cartographie de l'évolution dans le temps de la limite de végétation permanente. La durée couverte par chaque reconstitution est variable en fonction de la disponibilité de photographies aériennes et d'images satellites. Des flèches indiquant les évolutions (érosion, accrétion ou stabilité) ainsi que les vitesses d'évolution en mètre pour chaque période sont rapportées sur la carte,
- un graphique représentant pour chaque période et chaque segment les évolutions moyennes des linéaires côtiers (en mètres cumulés sur la période et en mètre par an). La taille des flèches indique la vitesse d'évolution selon des classes prédéfinies et leur couleur le type d'évolution (érosion, accrétion ou stabilité),
- sur ce même graphique est représentée la vitesse moyenne d'évolution mesurée entre la date la plus ancienne et la plus récente,
- une cartographie des processus actuels observés sur le terrain affectant chaque site représentant les segments en érosion, en accrétion ou stables,
- un graphique représentant le pourcentage de linéaire côtier affecté par les trois catégories de comportements actuels (2013-2014): érosion, accrétion ou stabilité. Ce graphique permet i) une caractérisation de chaque site, ii) d'avoir rapidement une idée des processus dominants qui l'affecte et enfin iii) de les comparer entre eux et de les catégoriser.

Les sites qui ont fait l'objet de cette étude sont présentés dans le Tableau 4. Les extensions des linéaires côtiers étudiés sont très variables et vont de 672 m pour le site du camping d'Amos à Ouégoa à 6156 km pour le site de Tiakan à Ponérihouen (Figure 2).

Les sites sont répartis sur l'ensemble du domaine côtier de la Nouvelle-Calédonie. En province Nord, ils sont uniquement localisés sur la côte Est et en province Sud sur la côte Ouest.

Ces sites sont situés dans des contextes différents notamment en regard à leur position par rapport à la barrière récifale et aux passes, à la présence de récif frangeant, à leurs expositions face aux houles, à leur degré d'anthropisation et d'aménagement, etc. (Figure 103, Figure 104).

Commune	Site pilote	Côte	Linéaire côtier (en m)
Païta	Karikaté	Côte ouest	4 693 m
Mont Dore	Ile Ouen - Baie de Ouara	Côte ouest	2 889 m
Ile des Pins	Baie de Kanumera	Sud	1 536 m
	Vao	Sud	4 627 m
Houaïlou	Plage de Nesson	Côte est	3 984 m
Ponhérihouen	Tiakan	Côte est	6 156 m
Touho	Anse Ponandou	Côte est	1 025 m
Touho	Amoa	Côte est	3 002 m
Touho	Tewaadé - Tipindjié	Côte est	2 262 m
Ouégoa	Camping d'Amos	Côte est	672 m

Tableau 4 : Liste des sites présentés dans ce rapport

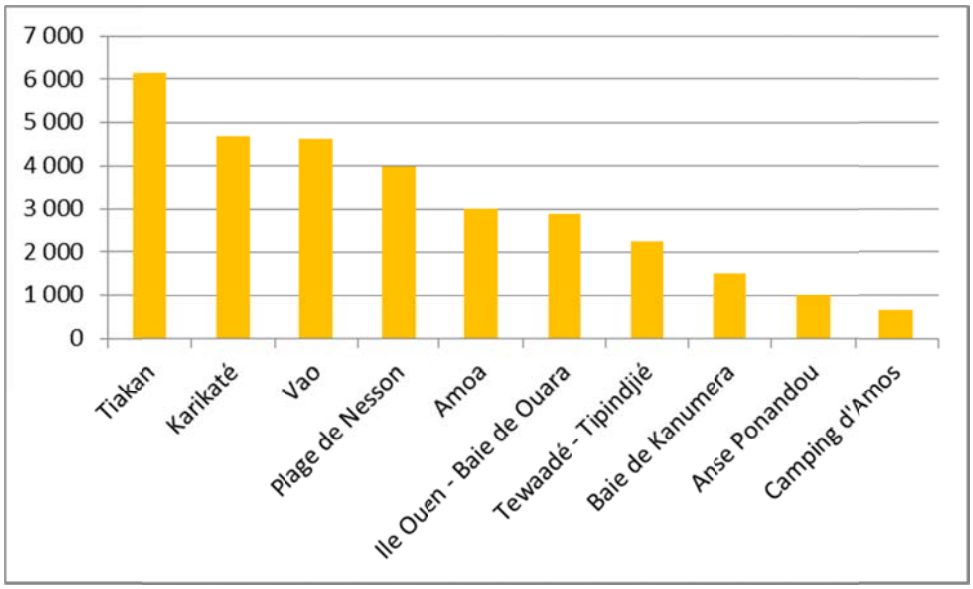


Figure 102 : Histogramme des linéaires côtiers des sites étudiés (en m)

Figure 103 : Localisation des sites pilotes de la Province nord

Figure 104 : Localisation des sites pilotes de la Province sud

3.2. PROVINCE NORD

3.2.1. Site 1 : Commune de Houaïlou, Plage de Nesson

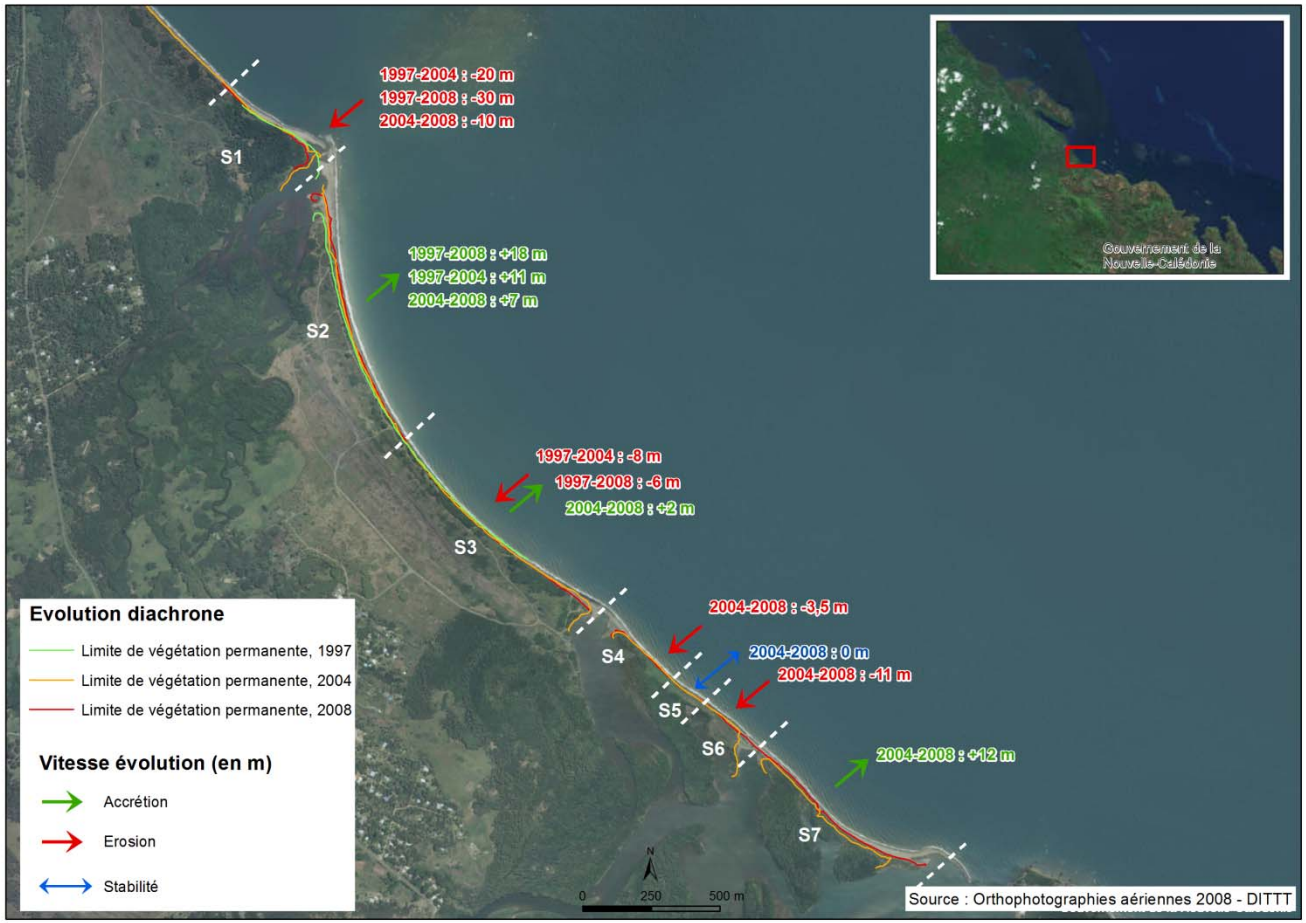


Figure 105 : Évolution de la plage de Nesson de 1997 à 2008

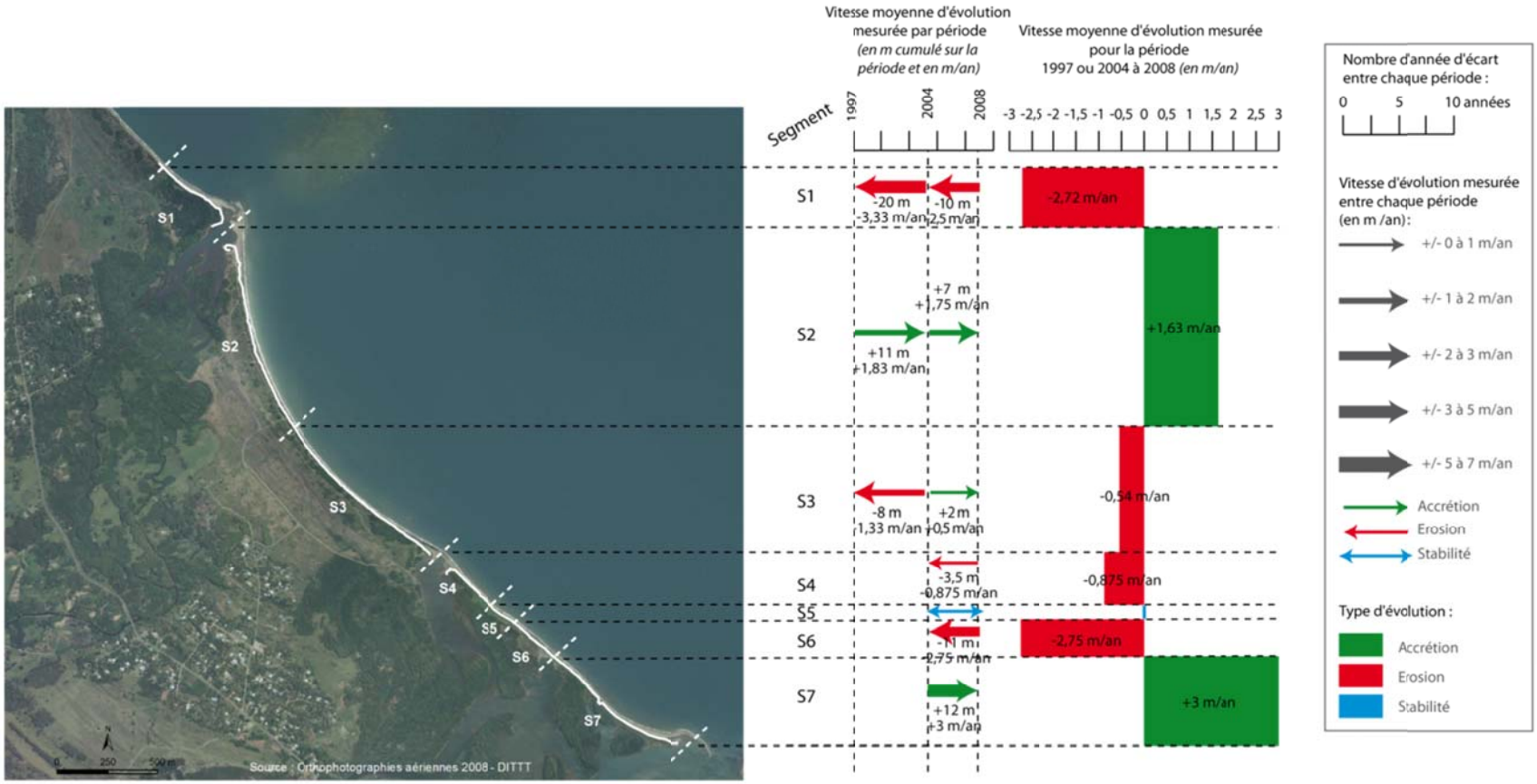


Figure 106 : Évolution mesurée par segment et par période (Plage de Nesson)

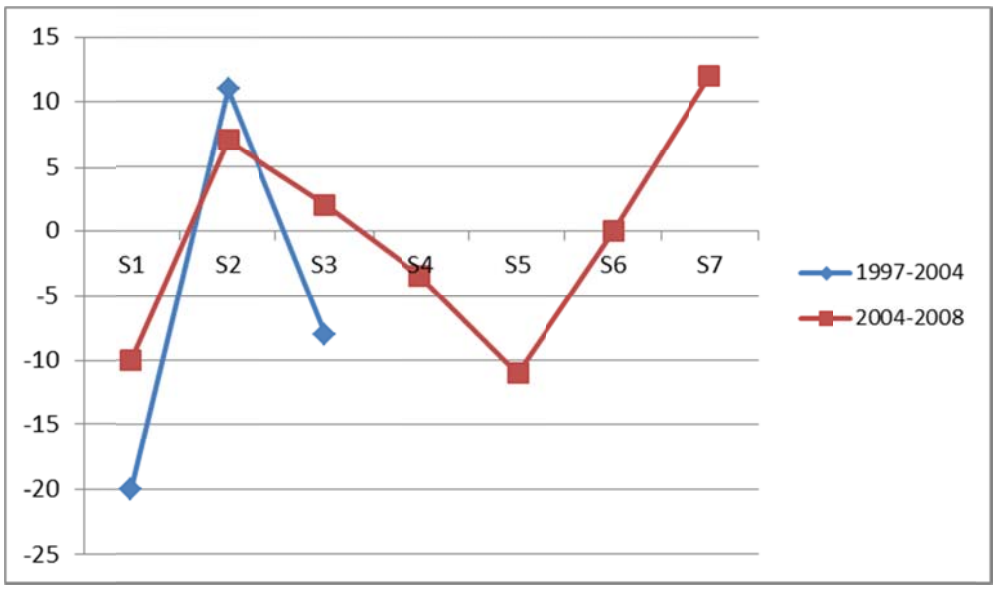


Figure 107 : Plage de Nesson : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment

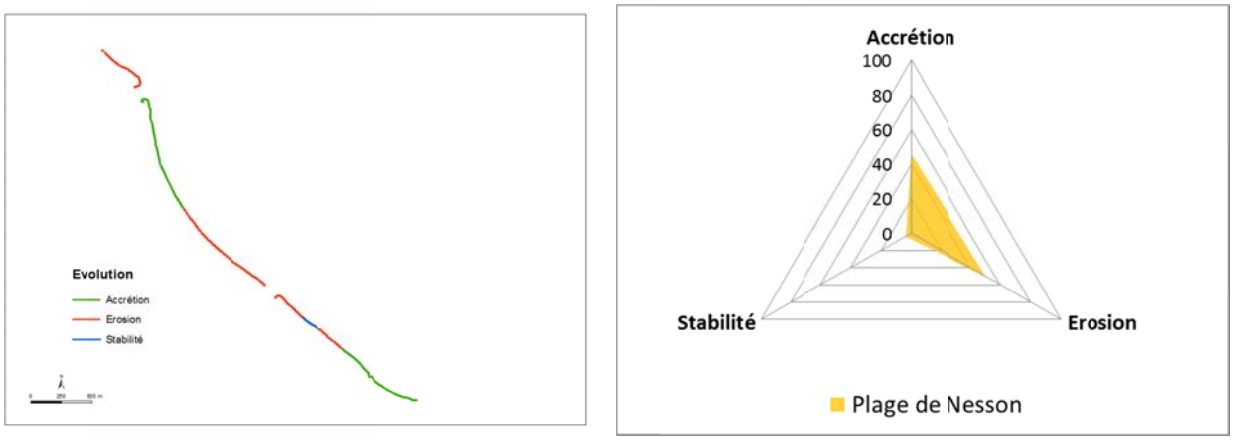


Figure 108 : Plage de Nesson : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution)

Les vitesses d'évolution mesurées sur la plage de Nesson de 1997 à 2008 sur la partie allant de l'embouchure de la Tuu au Nord-Ouest jusqu'au début de l'embouchure de la Houaïlou au Sud-Est montrent que les différents segments de la zone (S1 à S3) ont été affectés tantôt par des phases d'érosion tantôt par des épisodes d'accrétion.

La zone au Nord de l'embouchure de la Tuu exposée aux vents et aux houles océaniques a été fortement érodée (-30 m sur la période 1997-2008). Ce recul peut expliquer la dynamique sédimentaire observée en aval de la dérive littorale avec une alimentation en sable du segment 2 (S2).

Le segment 3 est quant à lui en érosion sur la période de 1997 à 2004 avec une vitesse de recul de l'ordre de -1 m/an, puis relativement stable de 2004 à 2008 avec une légère accrétion de 0,5 m par an.

Les évolutions des segments situés au niveau de l'embouchure de la Houaïlou (S4 à S7) n'ont pu être calculées que pour la période 2004-2008 car seules 2 photographies aériennes existent sur la zone. Il est donc difficile d'en déduire une tendance d'évolution à plus long terme. On observe aussi bien sur le terrain que sur les photographies aériennes l'instabilité de la zone avec une alternance de zones en recul et de zones en accrétion. Ces évolutions se compensent, le bilan sédimentaire est de fait quasi-nul sur ce secteur.

Figure 109 : Talus d'érosion de haut de plage végétalisé (plage de Nesson)

Figure 110 : Embouchure de la Houaïlou au Nord-Ouest

3.2.2. Site 2 : Commune de Ponérihouen, Tiakan

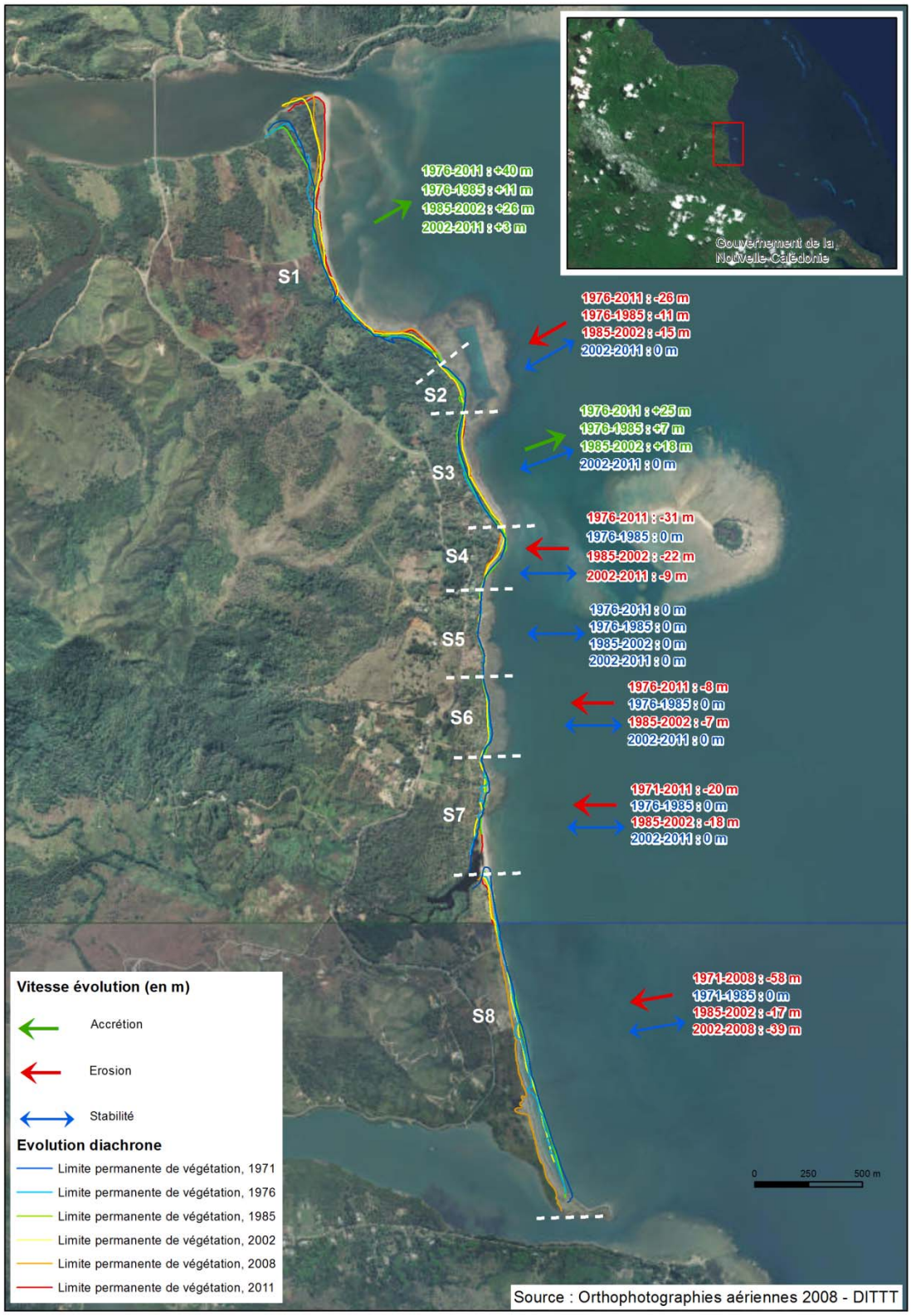


Figure 111 : Évolution du site de Tiakan de 1971 à 2011

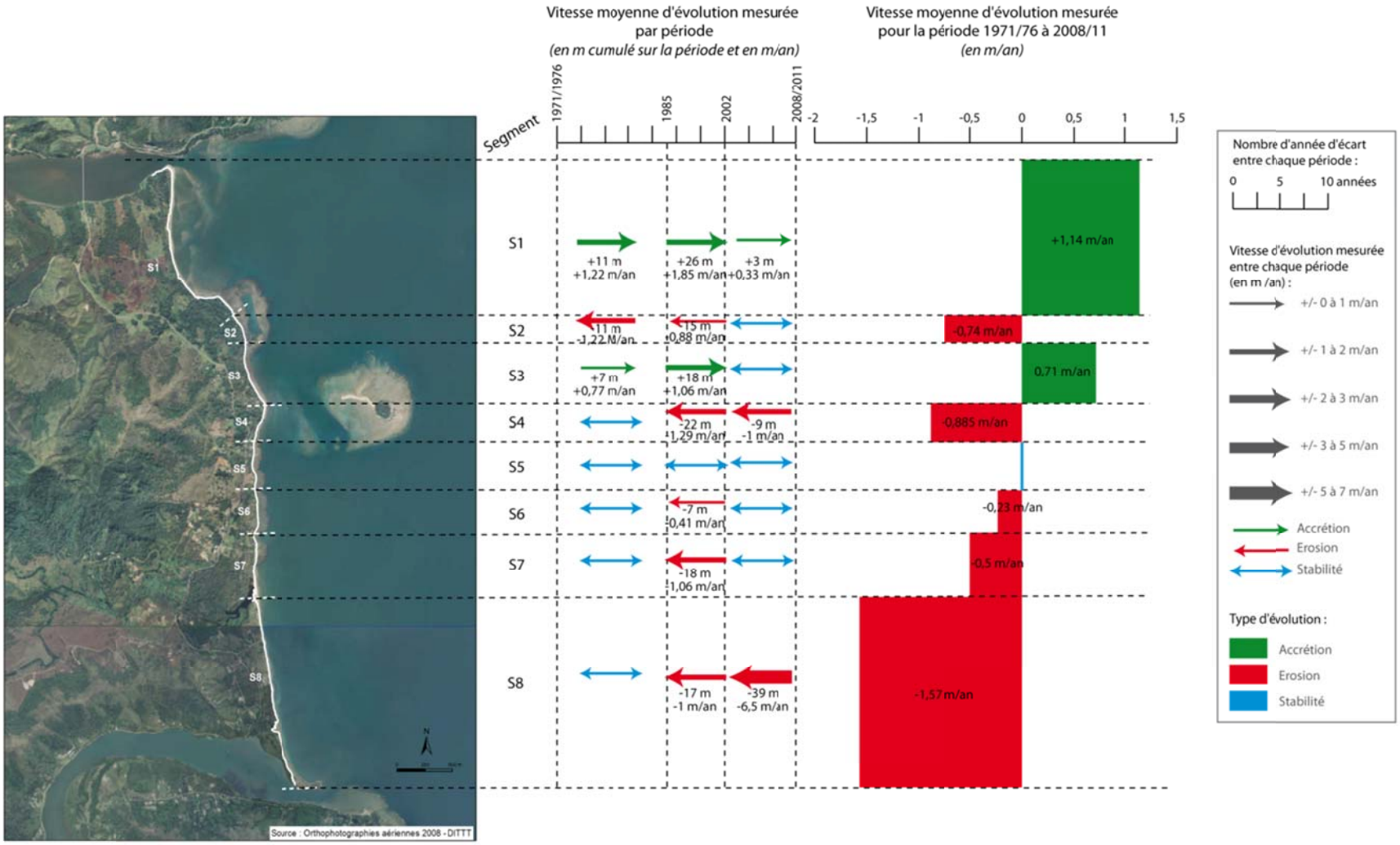


Figure 112 : Tiakan : Évolution mesurée par segment et par période (Tiakan)

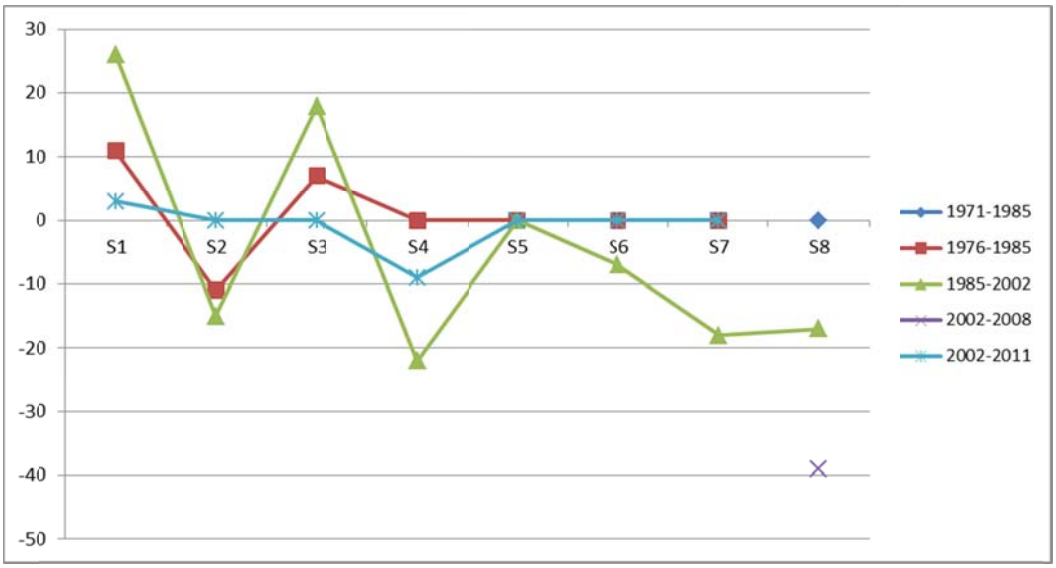


Figure 113 :Tiakan : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment

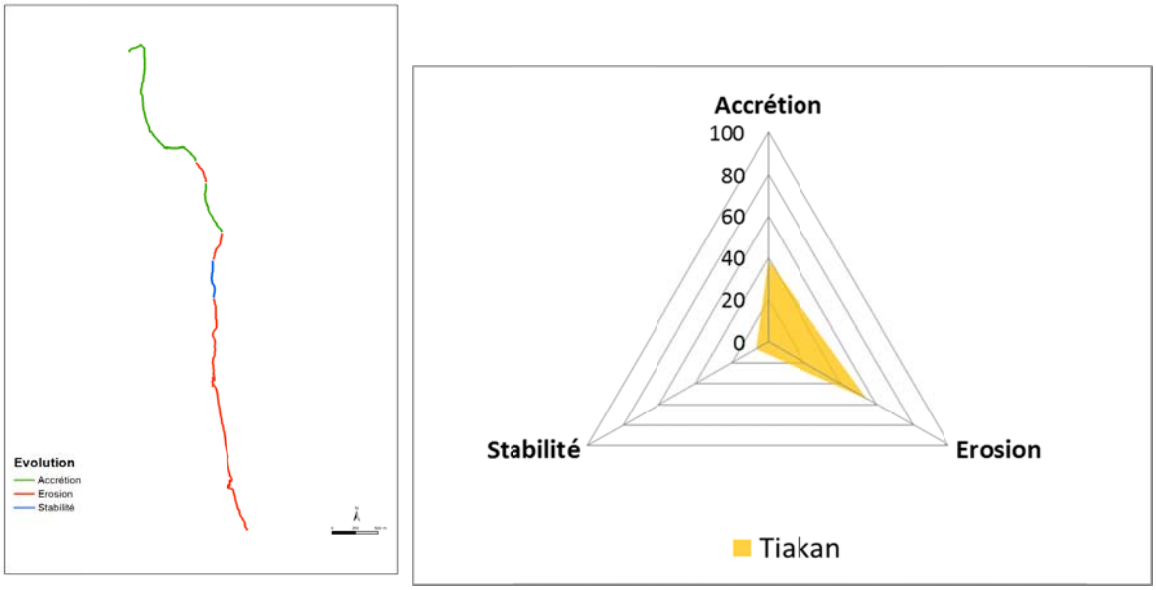


Figure 114 : Tiakan : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution)

Le site de Tiakan s'inscrit dans un contexte de dynamique sédimentaire très active. La zone est exposée aux vents et aux houles océaniques peu atténuées dans leur propagation du fait de la discontinuité du récif barrière et la présence de passes (cap Bayes et Ugué). De plus, le site se situe dans un système d'embouchures et de zones hydromorphes, bordé par les embouchures de la Tchamba au nord et de la Ponériouhen au sud. L'exutoire et la zone humide de la Népia au Sud jouent également un rôle non négligeable dans les processus côtiers du site.

La situation actuelle de la plage de Tiakan est en adéquation avec l'évolution majoritairement en érosion observée à partir des photographies aériennes anciennes depuis une quarantaine d'années (1971 à 2011).

Le segment 1 situé au nord et sur la rive droite de la rivière Tchamba est en nette progression (+ 40 m de 1976 à 2011). Il est probablement alimenté par la zone plus au Sud qui est-elle en érosion. La pointe nord de ce segment a été très mobile au cours de cette même période mais toujours avec une tendance à l'accrétion.

Une part importante du linéaire côtier de la plage sud (segment 6 à 8) est actuellement affectée par l'érosion. L'extrémité sud de la zone est la plus évolutive avec une tendance nette à l'érosion depuis 1985 (- 56 m soit 2,4 m/an) ; le recul est plus accentué sur cette partie du fait de l'absence de récif frangeant en avant-plage. Les levés réalisés sur le terrain en 2013 ont confirmé ce recul indiqué par des marqueurs d'une érosion très active : talus atteignant jusqu'à 1,8 m, arbres déracinés et souches d'arbres. Il est important de noter que lors de la mission 2014, un ré-ensablement du haut de plage a été observé et bien que n'occultant pas les traces de l'érosion, il indique clairement une phase de rechargement en sédiment et un début de cicatrisation. On remarque que sur la période de 2002 à 2008-2011 le recul a été modéré voire nul avec une quasi stabilité du trait de côte, hormis pour la pointe sud de la rive gauche de la Ponhériouhen qui subit l'influence estuarienne. L'érosion semble donc avoir été plus active sur la période 1985 à 2002 (en moyenne -1 m/an). Le segment 7 est caractérisé par la présence d'un plan d'eau alimenté par la rivière Népia et isolé de l'océan par un cordon sableux. Des traces d'*overwash* y ont été observées lors des missions de terrain (2013-2014) témoignant des franchissements de la mer lors de conditions marines énergétiques.

Figure 115 : Erosion de la partie sud de la plage (Tiakan)

Figure 116 : Estuaire de la Népia

3.2.3. Site 3 : Commune de Touho, Anse Ponandou

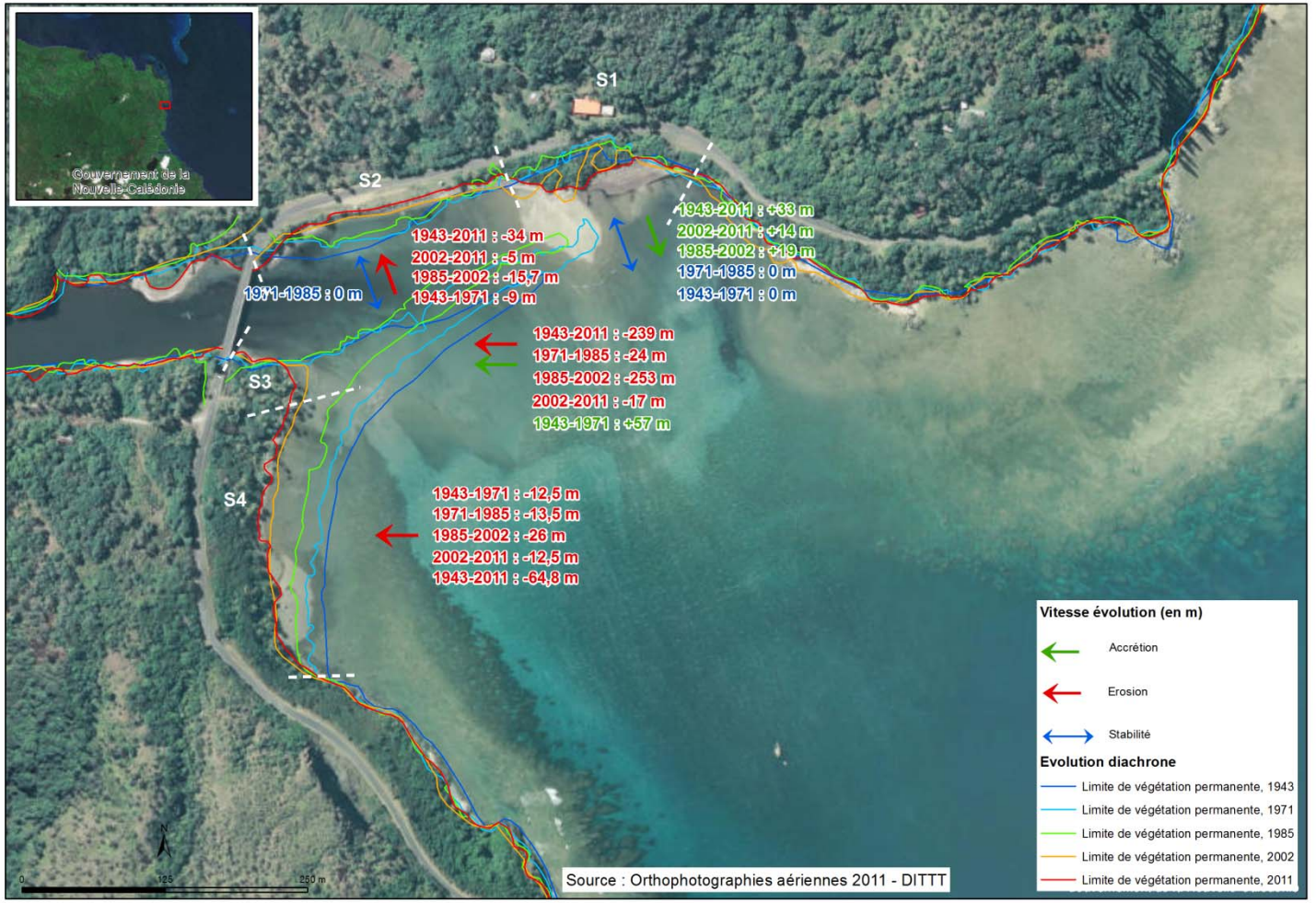


Figure 117 : Évolution du site de l'anse Ponandou de 1943 à 2011

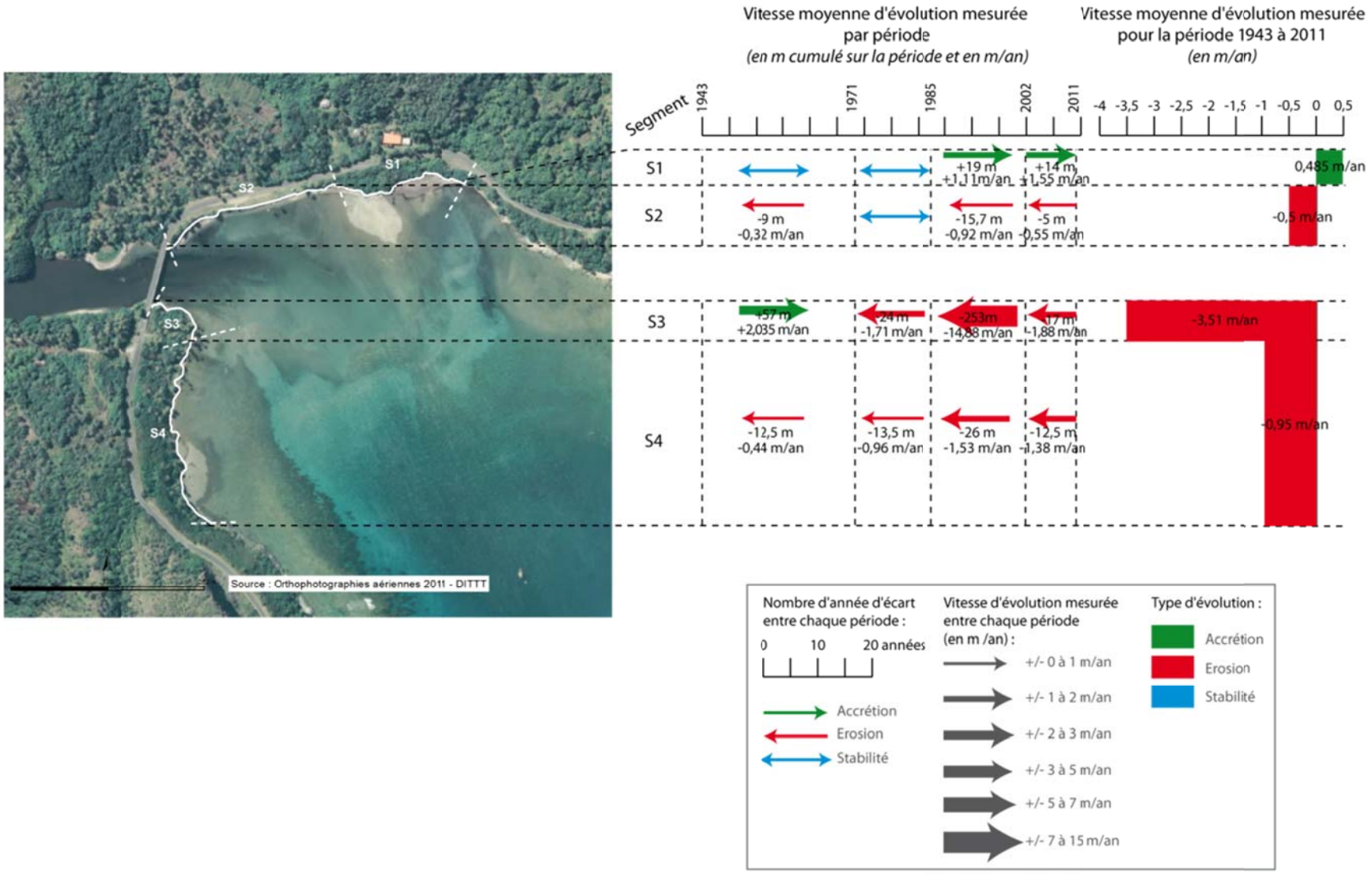


Figure 118 : Évolution mesurée par segment et par période (Anse Ponandou)

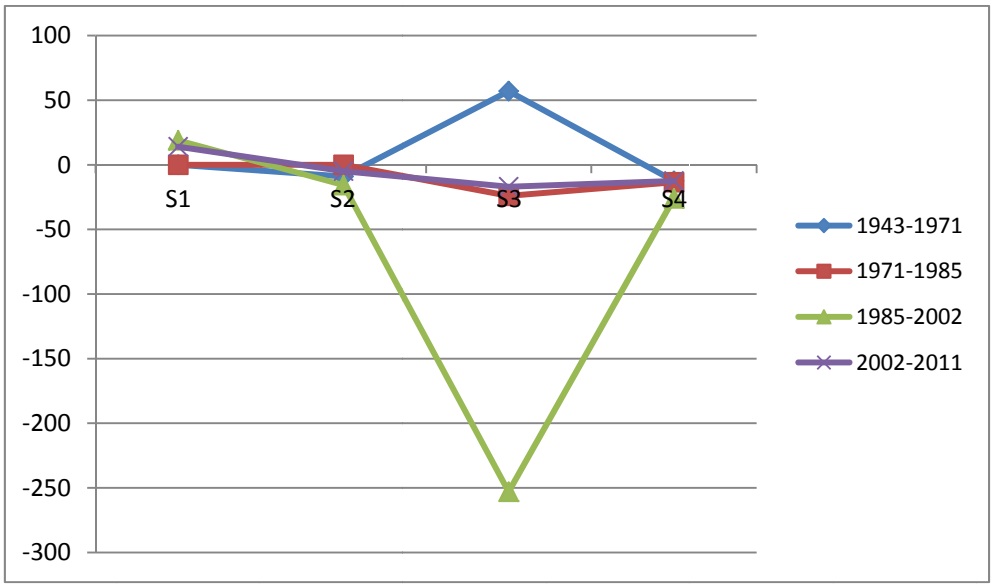


Figure 119 : Anse de Ponandou : mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment

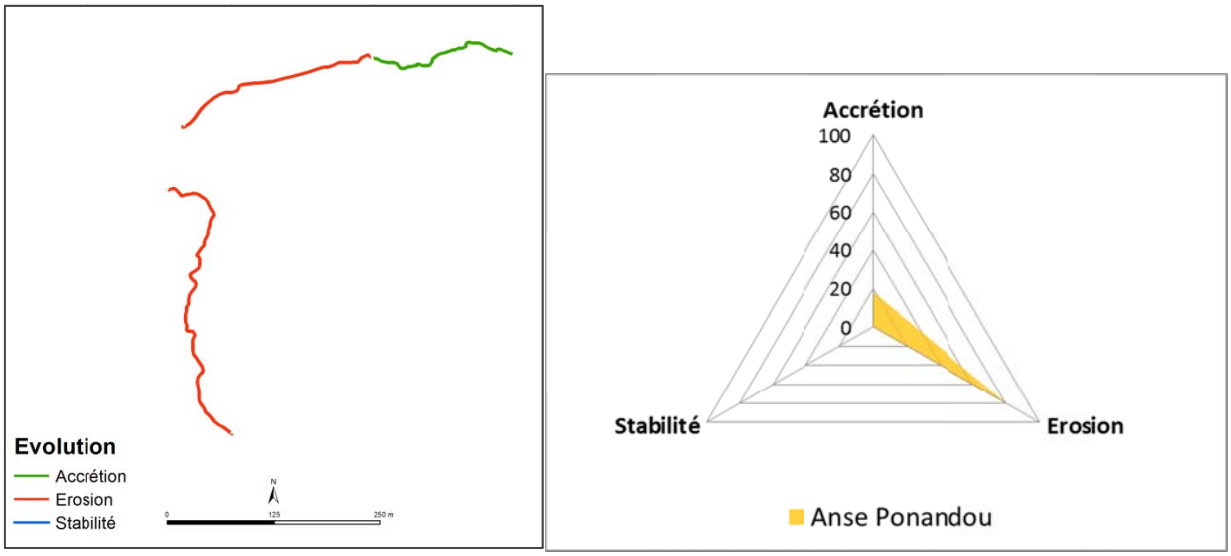


Figure 120 : Ansd de Ponandou : tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage du linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution)

L'analyse de l'évolution des limites de végétation à partir des photographies aériennes anciennes de 1943 à 2011 montre que l'embouchure de la Ponandou semble soumise à une forte dynamique morphosédimentaire. Celle-ci est probablement induite par une importante exposition aux houles de secteurs est à nord-est propagées par la Grande Passe de Touho et l'absence de barrière récifale dans le lagon et peut-être par une baisse des apports en sédiments par la Ponandou durant ces années.

Les secteurs à proximité de l'estuaire sont affectés par une érosion importante. Le segment 3 situé sur la rive droite de la rivière a progradé entre 1943 et 1971 allant jusqu'à former une flèche sableuse qui a ensuite disparu progressivement entre 1971 et 2011 (-294 m en 40 ans) (Figure 121). Le recul du trait de côte du segment 4 observé sur les photographies aériennes (-64 m de 1943 à 2001) est confirmé sur le terrain par la présence d'un talus actif, de souches d'arbres et d'arbres déchaussés. Cette érosion touche également la rive gauche (segment 2)

comme en témoigne les enrochements visant à protégés la RT1. Cette érosion a été active jusqu'en 2002 (-24 m de 1941 à 2002) puis s'est ensuite stabilisée. Cette stabilisation est liée à la mise en place des enrochements. Par contre, la réalisation de ces enrochements en 1978 (communication orale) a pu accélérer le phénomène de disparition de la flèche sableuse en rive droite déjà fragilisée par le passage des cyclones Alison en 1975 et Betty en 1996. En effet, la réflexion des vagues sur cet ouvrage de protection a potentiellement augmenté l'énergie des vagues atteignant la flèche sableuse et la rive droite de l'estuaire, amplifiant ainsi son érosion. Une analyse plus fine des facteurs ayant conduit à la disparition de la flèche sableuse reste à réaliser. Elle devra intégrer, en plus des paramètres météo-marins, les éventuelles variations d'apport solide de la rivière liées aux modifications de l'occupation du sol sur le bassin versant. Ces variations importantes d'apport sédimentaire joue en effet un rôle important dans la mobilité du trait de côte (Garcin et al. 2013).

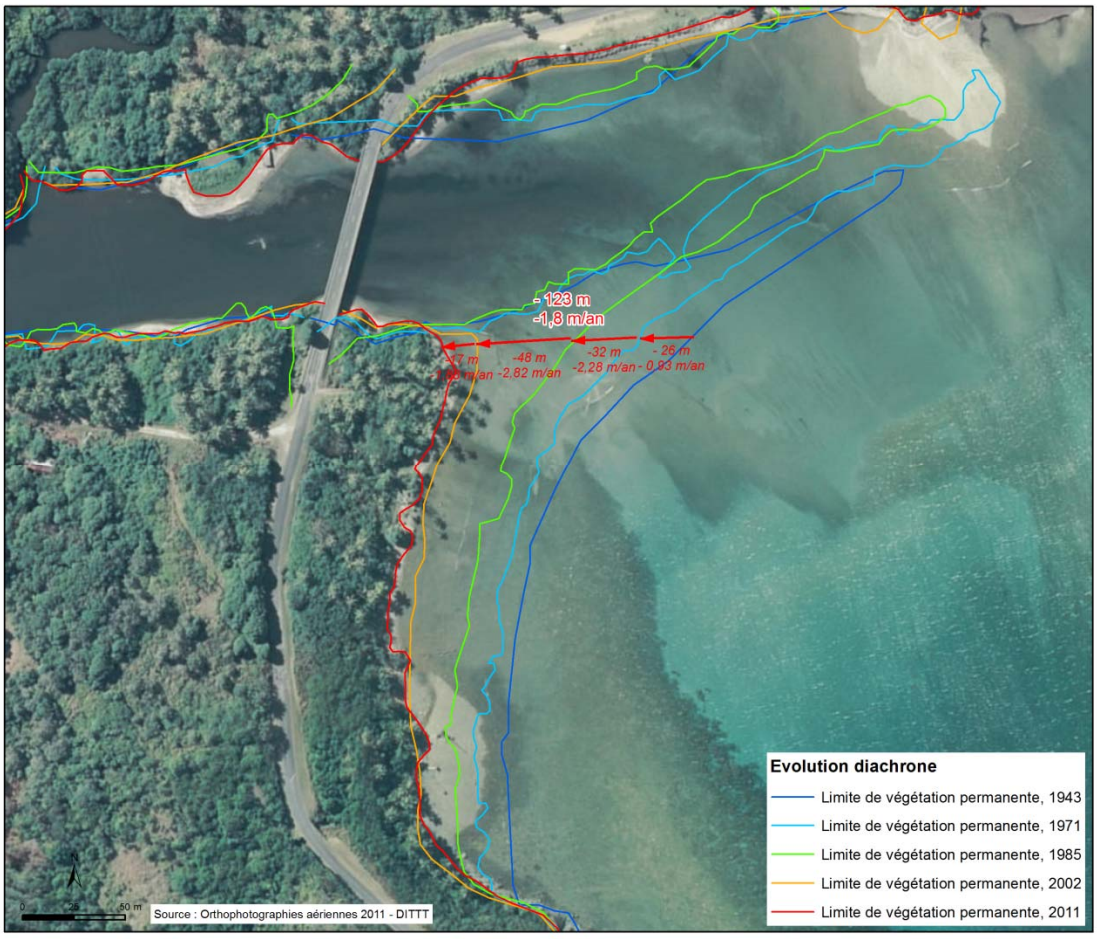


Figure 121 : Évolution de la fléche sableuse de 1943 à 2011

Le segment 1 est, quant à lui, en accrétion depuis 1985 (+33 m de 1985 à 2011 soit +1,3 m/an). Le récif frangeant situé en avant-plage semble offrir une protection naturelle et permet le rechargement de la plage en apportant des débits grossiers lors des évènements hydrométéorologiques importants.

L'érosion n'affecte pas les zones littorales situées au Sud et au Nord du site pour deux raisons :

- Il s'agit d'une côte rocheuse (formation métamorphique du Diahot-Panié) entrecoupée par des micro-plages de poche qui offrent une protection naturelle d'avant côte d'une part et d'avant plage de l'autre.
- Cette côte rocheuse est protégée par un récif frangeant.

Figure 122 : Forte érosion observée sur la rive droite de l'embouchure de la Ponandou

Figure 123 : Ouvrage de protection en rive gauche de la Ponandou

3.2.4. Site 4 : Commune de Touho, site d'Amoa

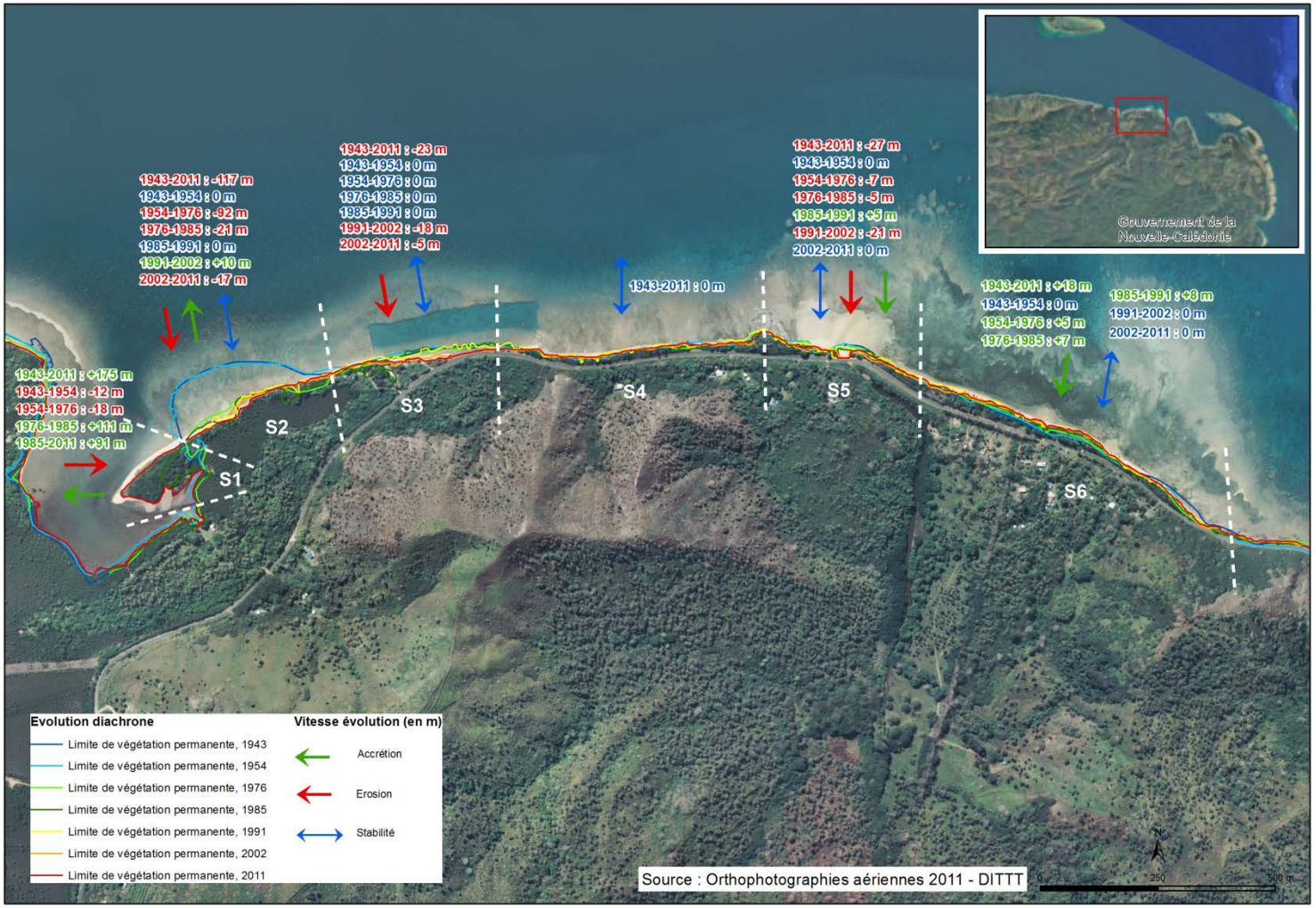


Figure 124 : Évolution du site d'Amoa de 1943 à 2011

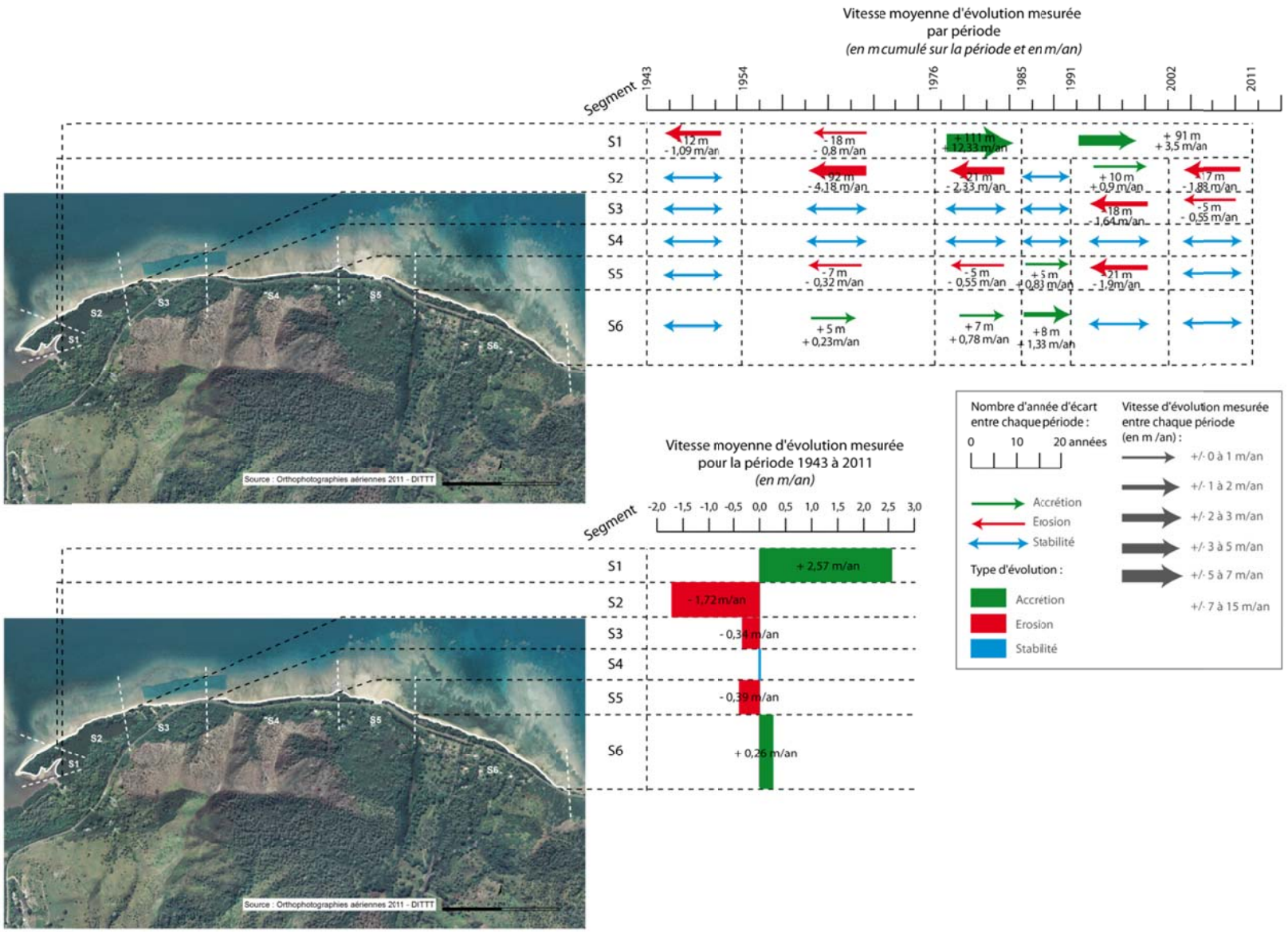


Figure 125 : Évolution mesurée par segment et par période (Amoa)

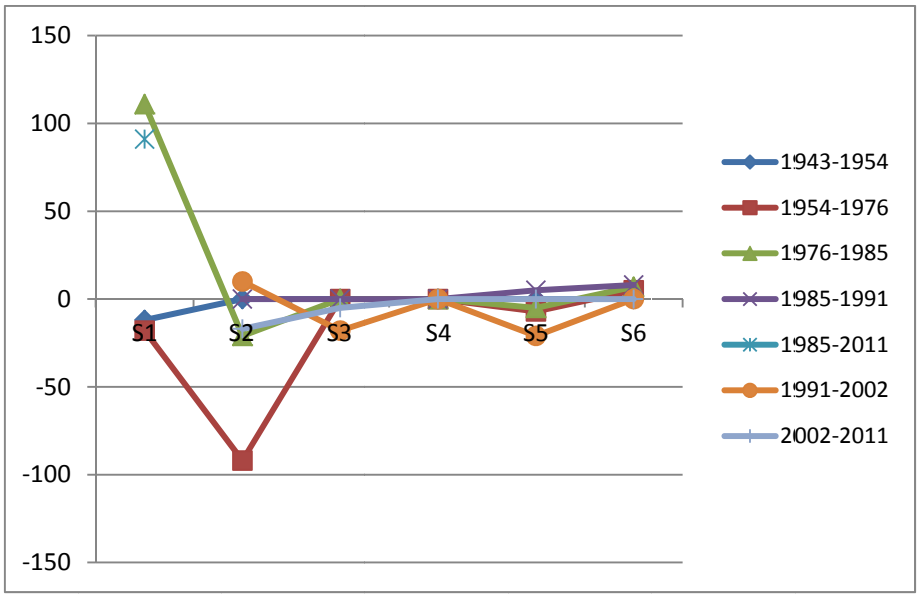


Figure 126 : Amoa : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment

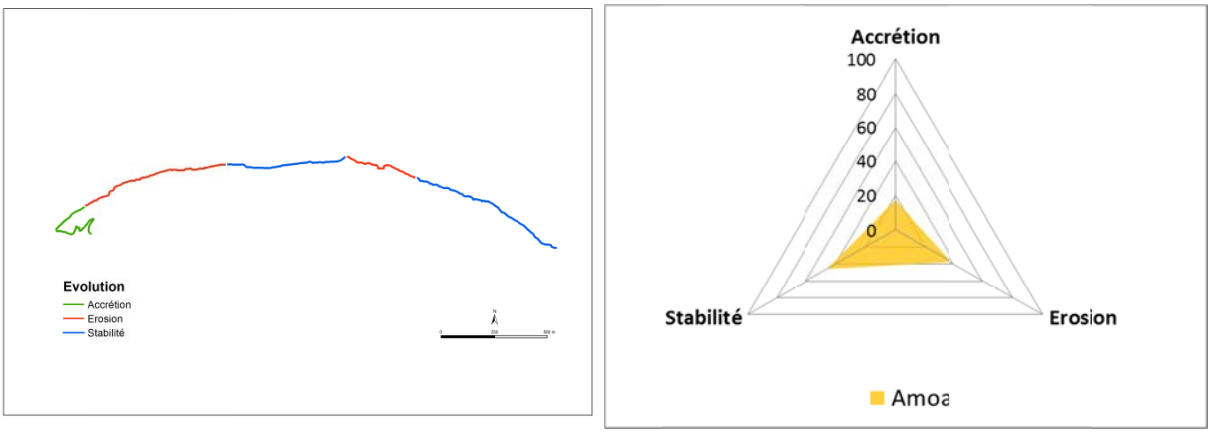


Figure 127 : Amoa : Tendance évolutive actuelle 2013-2014(pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution)

Le site d'Amoa, localisé sur la commune de Touho, est encadré par la baie du Vieux-Touho à l'Ouest et la baie de Poindia à l'Est. La mangrove située à l'Ouest et sur la rive droite de l'embouchure des rivières Tiwaé et Tiponites ne semble pas avoir subi de modification de ses limites depuis 1943 (date de la photographie aérienne la plus ancienne disponible). La côte rocheuse à l'Est et au niveau de la baie de Poindia est une zone stable protégée par un récif frangeant.

Les segments 1 et 2 subissent une mobilité importante comme en témoigne l'analyse diachronique des photographies aériennes anciennes. En effet, nous avons calculé une avancée de 175 m (2,6 m/an) au niveau du secteur 1 et un recul de 117 m (-1,7 m/an) sur le secteur 2. La Figure 125 montre que les sédiments et sables érodés à partir de 1954 sur la zone 2 ont été ensuite redistribués vers la zone 1.

Nous avons observé lors des missions de terrain de 2013 et 2014 des traces d'érosion (talus de 30 cm à 1 m, arbres déracinés) sur le segment 3. Cette zone est exposée à des vagues océaniques de secteur nord-est très énergétiques malgré la présence du récif Mengalia à

proximité. En effet, on observe sur la zone intertidale des blocs de coraux arrachés reposant sur le platier. Ces blocs sont issus du démantèlement du récif lors des tempêtes et sont accompagnés de dépôts bioclastiques assez grossiers. En avant-côte une grande fosse d'extraction de calcaire réalisée dans le récif (nommé localement « *katcha* » ou « *soupe de corail* ») est présente depuis 1985 et diminue sans doute fortement le rôle protecteur du récif.

Cette érosion affecte aussi le segment 4 comme l'indiquent les enrochements présents en haut de plage, visant à protéger la zone contre l'érosion.

L'embouchure du creek Pwöpéipum au niveau de la RPN10 sur le segment 5 est complètement ensablée avec un colmatage par le sable des buses passant sous la route. Cette zone d'embouchure, naturellement mobile, a été perturbée par la présence d'un ouvrage de franchissement. Celui-ci fait partiellement barrage aux écoulements et aux redistributions sédimentaires ; perturbant ainsi la dynamique sédimentaire naturelle du site. À partir des images satellites récentes, on remarque depuis 2012 la disparition du stock sableux en avant-plage dans l'axe de l'exutoire du creek et le développement d'une plage à l'Ouest, en rive gauche. La route se retrouve alors directement exposée à l'action des vagues à marée haute et aux événements hydrométéorologiques marins. Les sables de plage résiduels sont depuis refoulés vers l'amont du creek tandis que la route est menacée.

Enfin, la relative stabilité du rivage du segment 6 est sans doute liée à la présence d'un récif frangeant qui le protège.

Figure 128 : Traces d'érosion au niveau du segment 3 (Amoa)

Figure 129 : Ouvrage de protection en enrochement (segment 4 ; Amoa)

Figure 130 : Etat actuel de la RPN10 au niveau du pont sur la Pwöpéipum (Amoa)

3.2.5. Site 5 : Commune de Touho, Tewaadé-Tipindjié

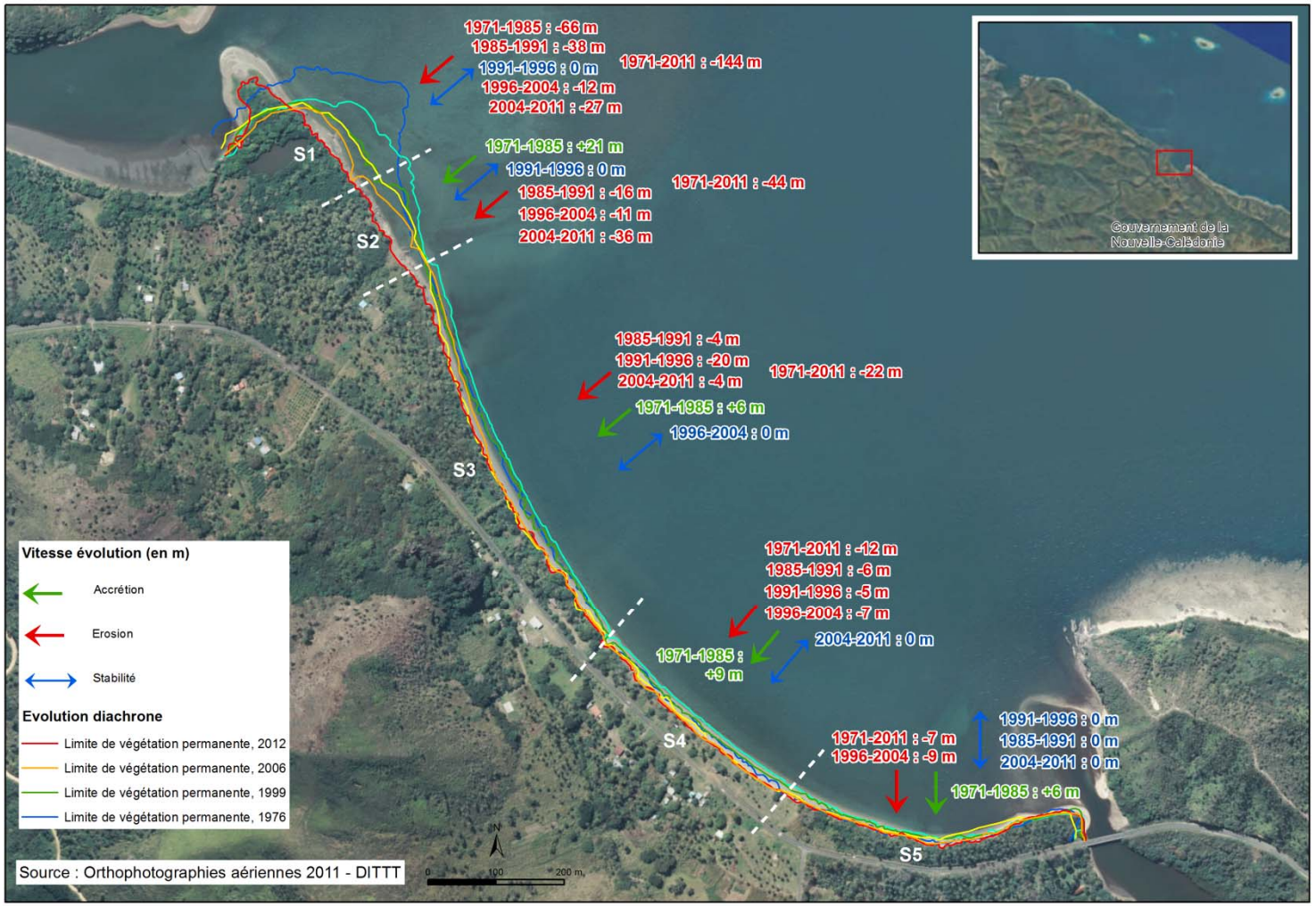


Figure 131 : Évolution du site Tewaadé-Tipindjié de 1971 à 2011

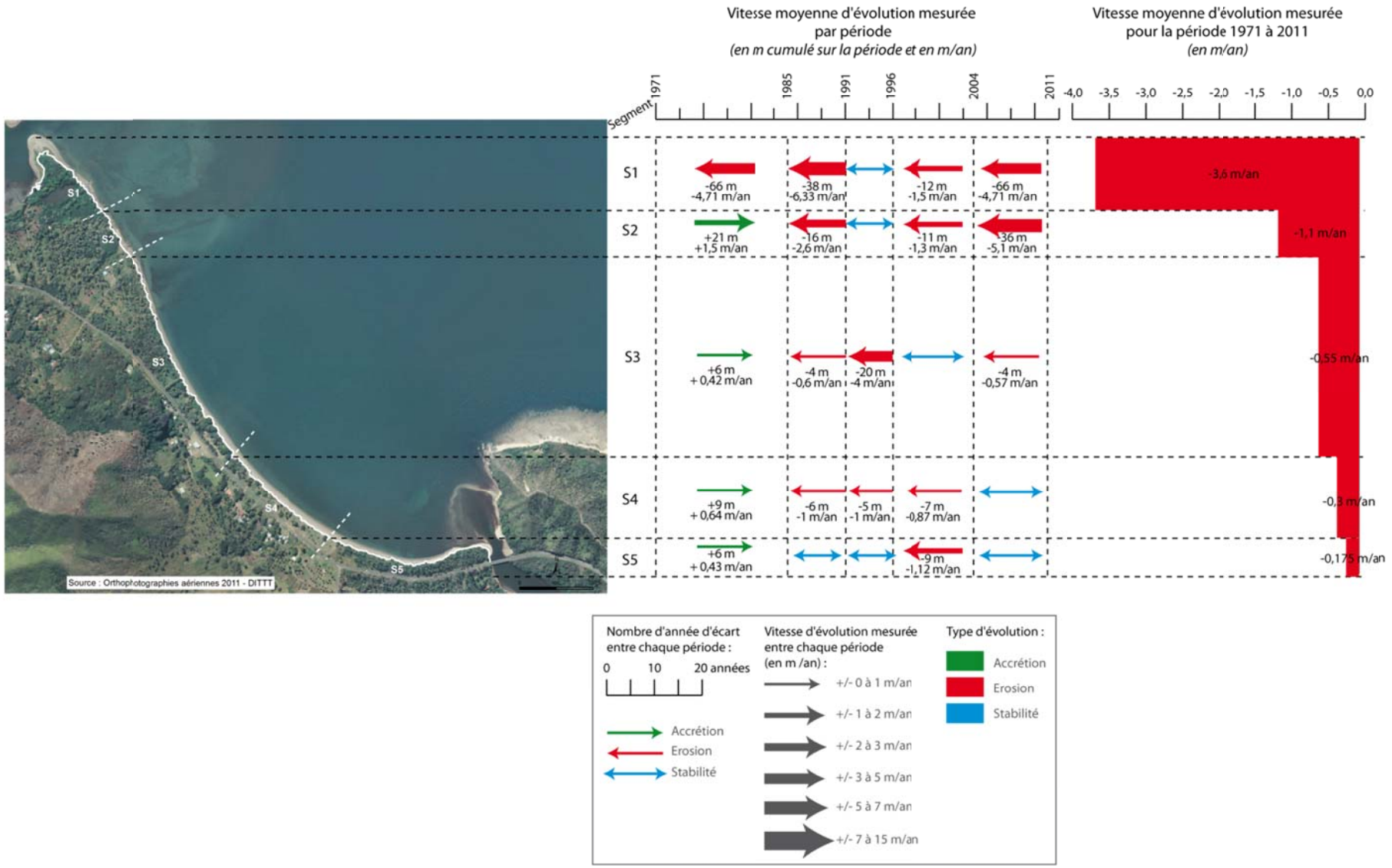


Figure 132 : Évolution mesurée par segment et par période (Tewaade-Tipindjié)

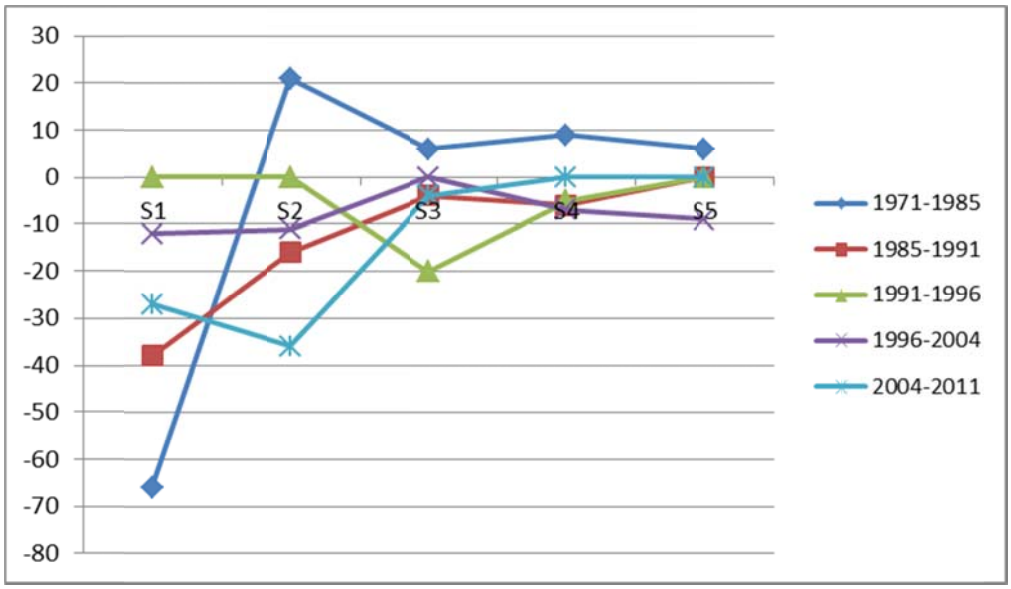


Figure 133 : Tewaadé-Tipindjié : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment

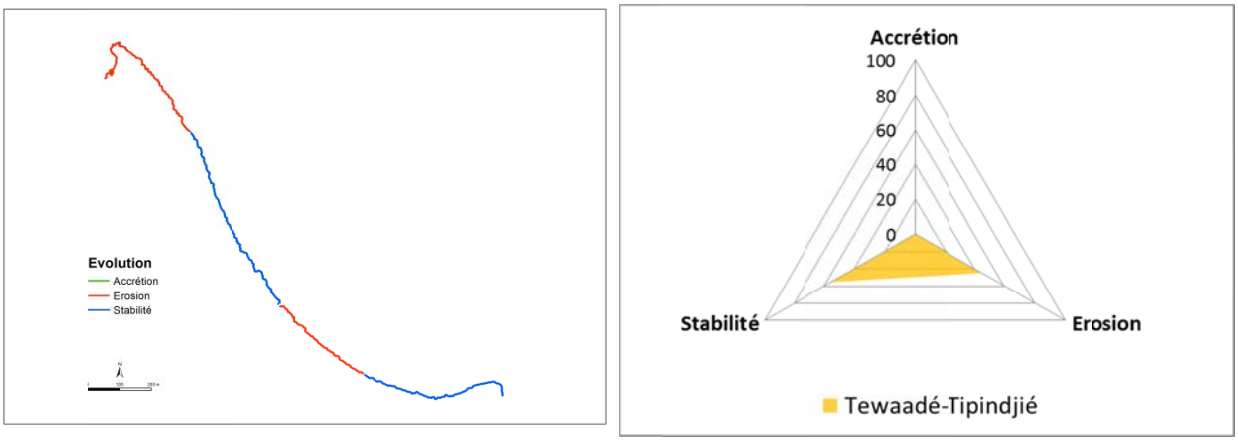


Figure 134 : Tewaadé-Tipindjié : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution)

Cette baie est encadrée par les embouchures de la rivière Tipindjié au Nord-Ouest et par la Dahot Tiwadé au Sud-Est. Sa situation centrale par rapport à ces deux embouchures en fait un site influencé par la dynamique sédimentaire des deux rivières ; ceci est principalement vérifié pour les segments 1 et 5.

La discontinuité de la barrière récifale et la présence de passes ouvertes et larges (Passe de Hiengu et Grande Passe) permettent aux houles océaniques de secteur nord-est à est de se propager jusqu'à la baie. Les vagues de Sud-Est soulevées par les alizés sont réfractées au niveau de la pointe Balépaik pour être redistribuées directement face au rivage.

L'analyse des photographies aériennes et images satellites disponibles sur la zone à différentes dates montre que l'ensemble du site a subi des phases de recul de son linéaire côtier depuis 1971. Si on regarde les vitesses moyennes d'évolution du littoral pour chaque période, on constate des comportements différents par segments et par périodes avec des alternances de cycles de propagation ou de stabilité et des cycles d'érosion de la plage.

Le secteur 1, situé à l'extrémité nord-ouest de la baie sur la rive droite de la Tipindjié, est placé sous l'influence du delta externe et de ses mouvements ; d'où la présence de flèches sableuses très mobiles.

Figure 135 : Embouchure de la rivière Tipindjié

On observe au niveau des segments 1 et 2 une érosion intense depuis 2004 (-3,6 et -1,1 m/an de 2004 à 2011) comme en témoignent les arbres déracinés et les vestiges d'une dalle appartenant à une ancienne habitation.

Figure 136 : Arbres déracinés, souches d'arbres et dalle de bâtiment disloquée (en position horizontale en 2013 sur la photo de gauche et inclinée en 2014 sur la photo de droite) situés au niveau de l'embouchure de la rivière Tipindjié

L'érosion du secteur nord-ouest, prégnante depuis 2004, a permis la mobilisation d'un stock sableux et sa redistribution par la dérive littorale qui a participé au rechargement naturel des secteurs plus au Sud contribuant à leurs stabilités.

Les observations réalisées au cours des missions de terrain 2013 et 2014 ont montré des traces d'érosion anciennes au niveau du segment 3 avec un talus érosif non actif re-végétalisé. Les vitesses d'évolution moyennes calculées sur la zone à partir de l'analyse des photographies aériennes anciennes ont elles aussi montré que l'érosion a été considérablement ralentie et que la plage est relativement stable depuis 1996. Le bilan sédimentaire semble donc équilibré sur ce secteur depuis cette date.

Une succession de deux talus d'érosion a été observée au niveau du segment 4 : le plus bas en haut de plage atteint 40 à 50 cm de haut et permet d'observer des dépôts constitués de débris végétaux et coralliens, le second se situe en arrière et peut atteindre jusqu'à 2 m de hauteur. Il affecte des sédiments plus indurés et composés d'un mélange de terre végétale, de galets et de matières organiques d'origine marine. Ce dernier talus est la cicatrice d'une phase d'érosion plus ancienne que le petit talus du bas sub-actuel. Une végétation herbacée et rampante a recolonisé ces 2 talus. L'analyse des photographies aériennes indique que la plage semble être relativement stable au plan du bilan sédimentaire depuis 2004, ce qui confirme les observations de terrain.

Figure 137 : Talus d'érosion du secteur 4 (Tewaadé-Tipindjié)

3.2.6. Site 6 : Commune de Ouégoa, Plage du camping d'Amos

Figure 138 : Évolution du site de la plage du camping d'Amos de 1976 à 2012

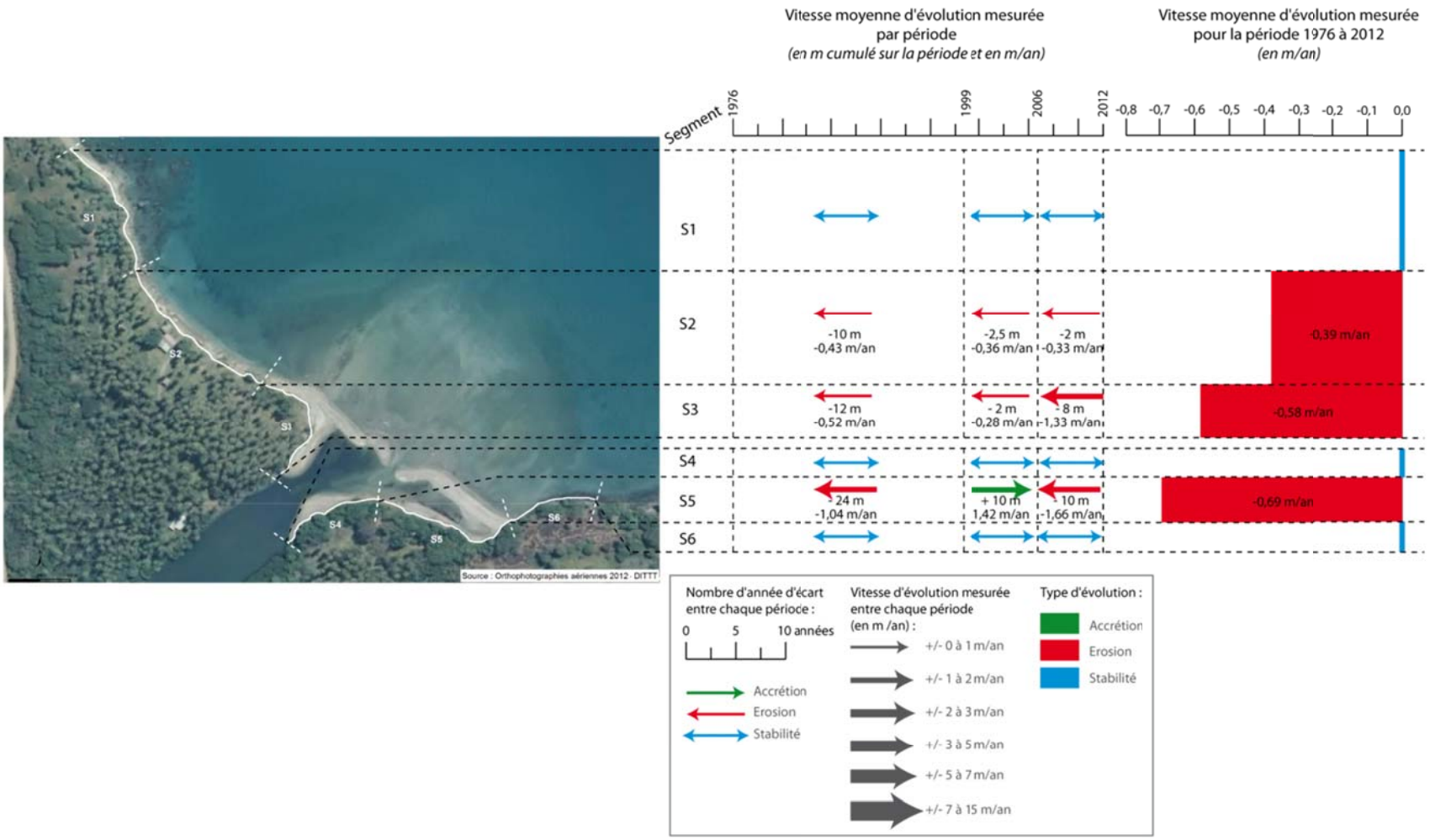


Figure 139 : Évolution mesurée par segment et par période (Amos)

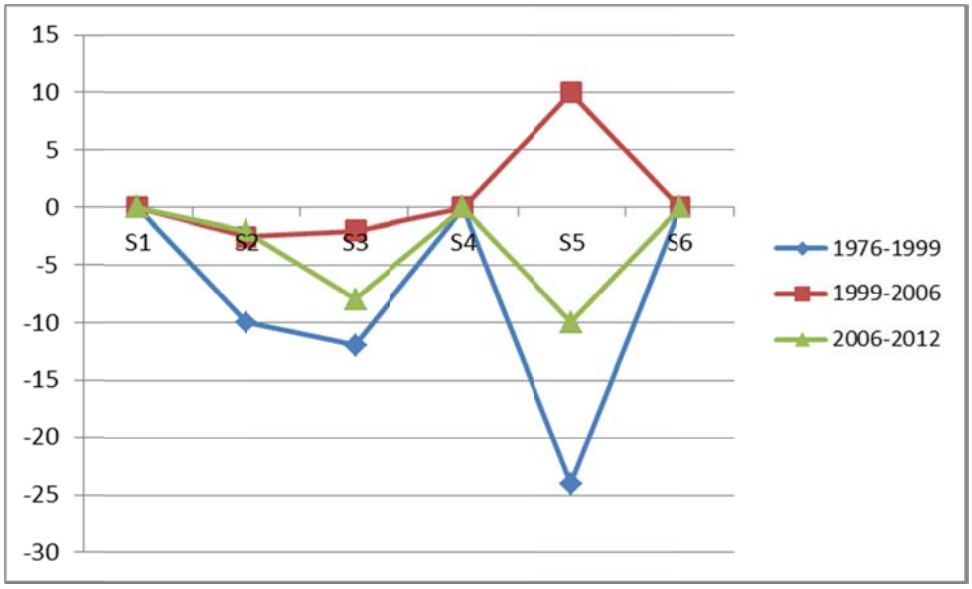


Figure 140 : Plage du camping d'Amos : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment

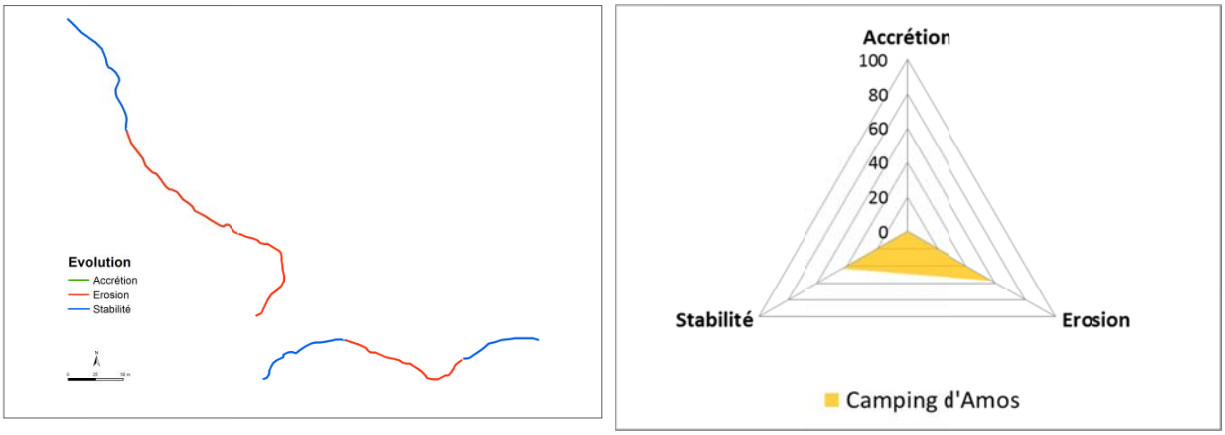


Figure 141 : Plage du camping d'Amos : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution)

La plage du camping d'Amos est localisée sur la pointe nord de la côte Est de la Nouvelle-Calédonie. Le site est partagé en deux par l'embouchure du creek d'Amos qui délimite les communes de Ouégoa au Nord et de Pouébo au Sud. Le camping est situé sur une cocoteraie d'environ 5 hectares. Des structures et aménagements en lien avec le camping sont présents en bord de plage.

La discontinuité de la barrière récifale et la présence de passes (Passe d'Amos et Passe de Ballade) face au site conduisent l'exposer directement aux houles océaniques pour les secteurs compris entre N45°NE et N135°SE.

La plage des segments 2 et 3 située au niveau du camping est actuellement affectée par une érosion importante indiquée par :

- les éléments de la dalle d'un bâtiment du camping basculés et endommagés,
- les cocotiers déracinés,
- un talus d'érosion qui atteint une hauteur de 1,5 m,

- les enrochements réalisés en octobre 2014 par les propriétaires du site visant à protéger les installations du camping.

Cette érosion constatée sur le terrain est confirmée par l'analyse diachronique des photographies aériennes et des images satellites anciennes sur 2 décennies. Un recul du trait de côte de l'ordre de 14 à 21 m de 1976 à 2012 a été calculé. Cette érosion semble s'être accélérée, notamment au niveau du secteur 3, au cours des 10 dernières années.

À noter que les segments 3, 4 et 5 sont directement situés sur la zone d'embouchure du creek d'Amos, donc placés sous influence estuarienne. Ce delta est en constante évolution et est caractérisé par un lobe sableux très mobile comme en témoignent les variations observées sur les différentes photographies aériennes et images satellites. Les sédiments constituants ce delta sont composés par un mélange de débris coralliens et de détritiques terrigènes confirmant la double influence marine et continentale qui contrôle son évolution.

Les côtes rocheuses des segments 1 et 6 situés au Nord-Ouest et au Sud-Est de la zone ne présentent pas, du fait de leur nature, d'évolution notable du trait de côte.

Figure 142 : Traces d'érosion observées sur les segments 2 et 3

Figure 143 : Lobe sableux au niveau du delta du creek d'Amos

Figure 144 : Ouvrage de protection en enrochement (camping d'Amos)

3.3. PROVINCE SUD

3.3.1. Site 7 : Commune de Païta, Karikaté

Figure 145 : Évolution du site du Karikaté de 1950 à 2013

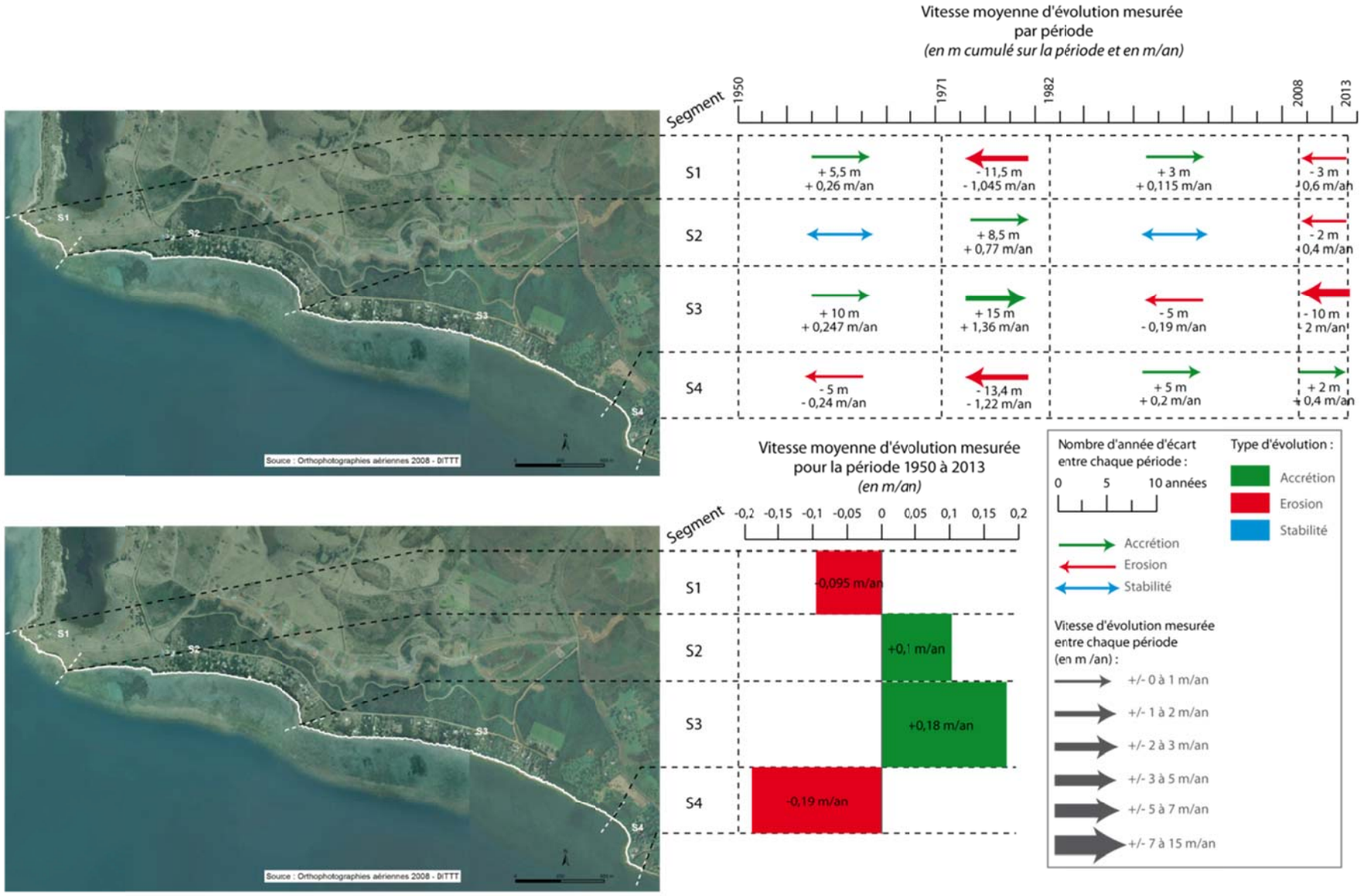


Figure 146 : Karikaté : Évolution mesurée par segment et par période (Karikaté)

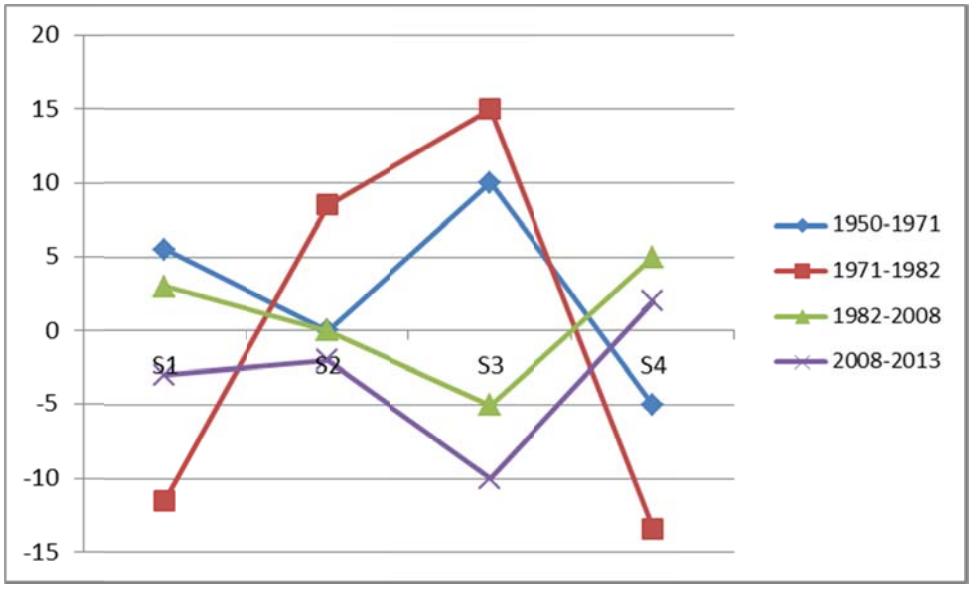


Figure 147 : Karikaté : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment

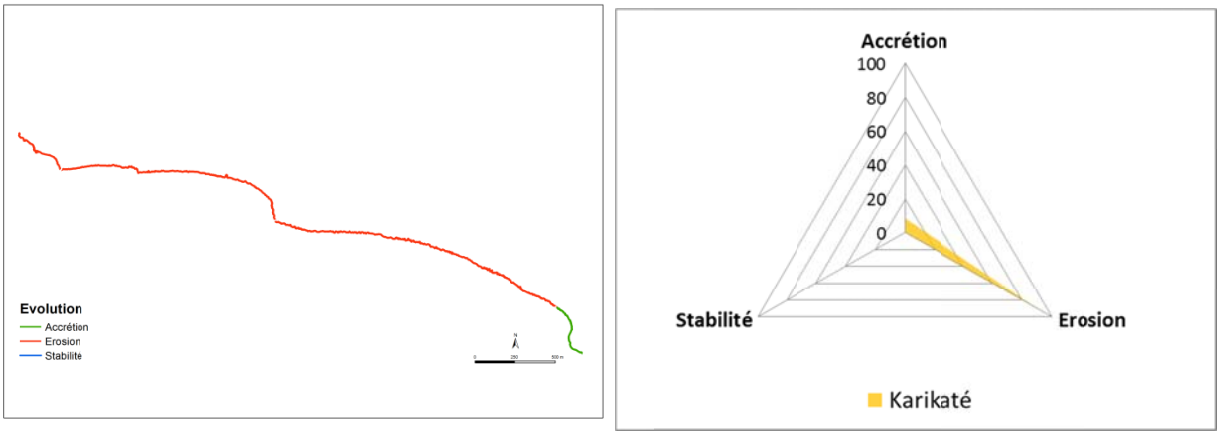


Figure 148 : Karikaté : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution)

Le site de Karikaté situé sur la commune de Païta fait partie du grand ensemble de la Baie de Saint Vincent et de la cellule sédimentaire de l'Anse Longue entre les pointes Naouigué et Namaoura. La plage est orientée ONO-ESE et est exposée aux houles océaniques malgré la présence :

- des îlots M'bé, Abu et Moro à une faible distance de 3 km,
- du récif barrière à environ 10 km,
- d'un platier carbonaté d'une largeur allant de 150 à 400 m et présent le long de l'Anse Longue, qui devraient protéger la plage de l'action directe des vagues et casser leur énergie.

Malgré ce contexte à priori protecteur, la passe d'Uitoé, située au Sud-Ouest de la plage de Karikaté à plus de 11 km, joue un rôle non négligeable en permettant la pénétration des houles qui dans certaines conditions (« coups d'Ouest ») atteignent le rivage (communication orale, témoignages).

À partir des analyses diachroniques des photos aériennes et images satellites, on constate que actuellement les segments 1, 2 et 3 sont affectés par une érosion allant de - 2 m pour le secteur 2 entre 2008 et 2013 à - 10 m pour le secteur 3 pour la même période (soit 2 m/an). Des indices de recul du trait de côte (talus d'érosion, arbres déracinés, souches d'arbre, etc.) observés sur le site attestent cette analyse. Les falaises de flysch volcanoclastique (couverture sédimentaire Éocène) présentes sur les secteurs 1 et sur la partie orientale du segment 2 sont elles aussi affectées par l'érosion. Elle se manifeste par des effondrements et éboulements de blocs participant au recul de la falaise. Les aménagements de protection contre l'érosion de nature très variée (plaque de béton, débris végétaux, muret, pneus de camions, rondins de bois, etc.) mis en place par les propriétaires des terrains situés aux abords de la plage sont d'une efficacité très relative, comme en témoignent les observations réalisées sur le site (trait de côte actuel en retrait de plusieurs mètres par rapport aux dispositifs mis en place). Ces aménagements ont pu modifier la dynamique sédimentaire de la plage notamment la dynamique *cross-shore* et ainsi altérer la capacité de la plage à se reconstituer après des phases érosives.

À l'inverse, le segment 4 est en phase d'accrétion avec une vitesse d'avancée du trait de côte de l'ordre de 0,4 m/an depuis 2008.

Toujours à partir de l'étude de l'évolution du trait de côte à différentes dates, on observe que ces 4 secteurs sont caractérisés depuis 1950 par une alternance de phase d'accrétion de stabilité et d'érosion. L'exemple du segment 3 démontre bien l'instabilité du site et la mobilité qu'a connue le trait de côte de 1950 à 1982 :

- un cycle d'engraissement allant jusqu'à + 15 m entre 1970 et 1982
- une érosion significative de -15 m entre 1982 et 2013.

L'analyse globale du site de Karikaté sur la période 1950 - 2013, montre toutefois que le bilan sédimentaire sur l'ensemble de la cellule est équilibré (Figure 146).

Figure 149 : Karikaté : Indice d'érosion sur le segment 2 (talus d'érosion et souche d'arbre)

Figure 150 : Karikaté : Exemple d'intervention individuel visant à lutter contre l'érosion

Figure 151 : Karikaté : Falaise rocheuse érodée

3.3.2. Site 8 : Ile des Pins, Baie de Kanuméra (Ka Nuê méra)

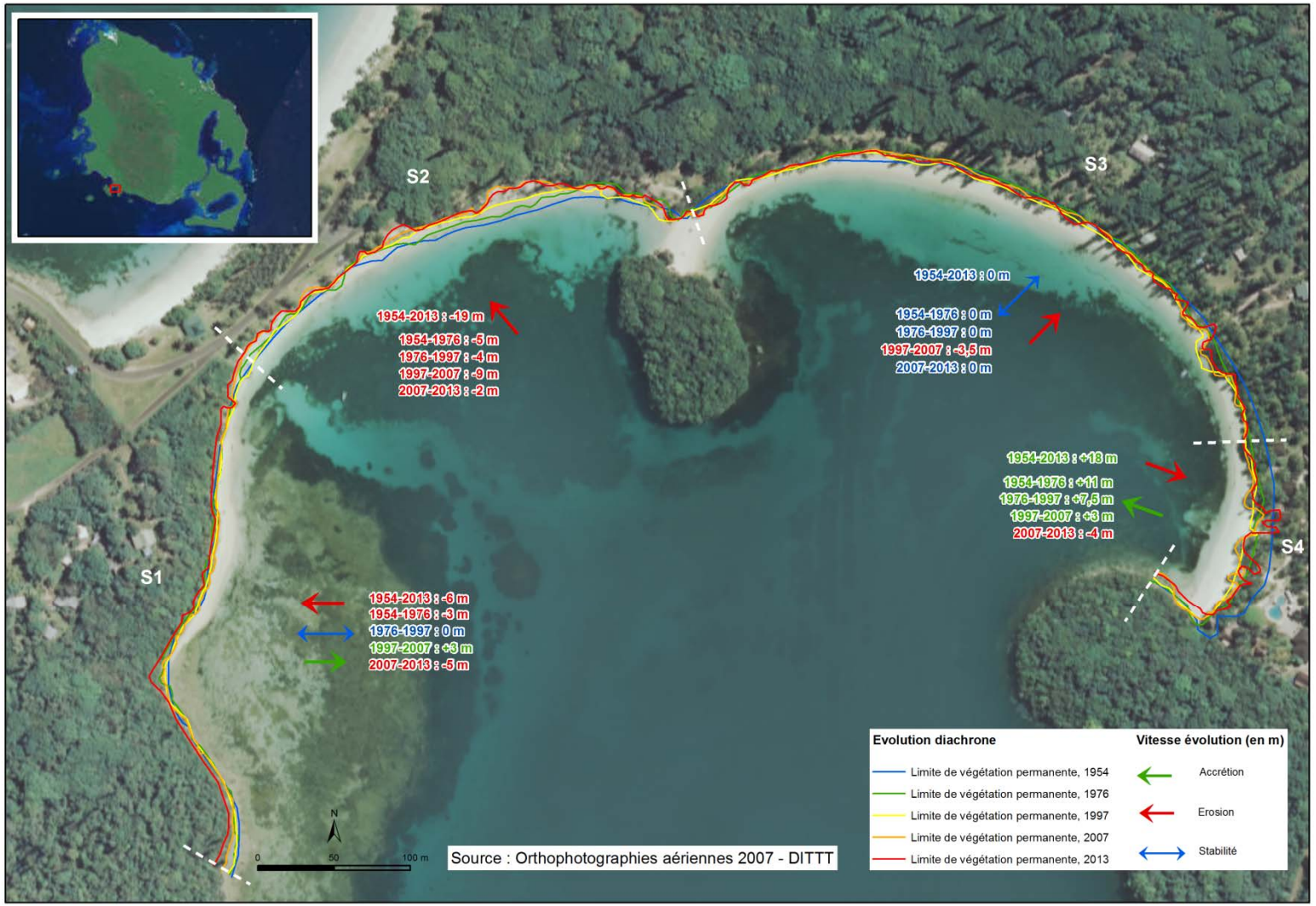


Figure 152 : Évolution de la Baie de Kanuméra de 1954 à 2013

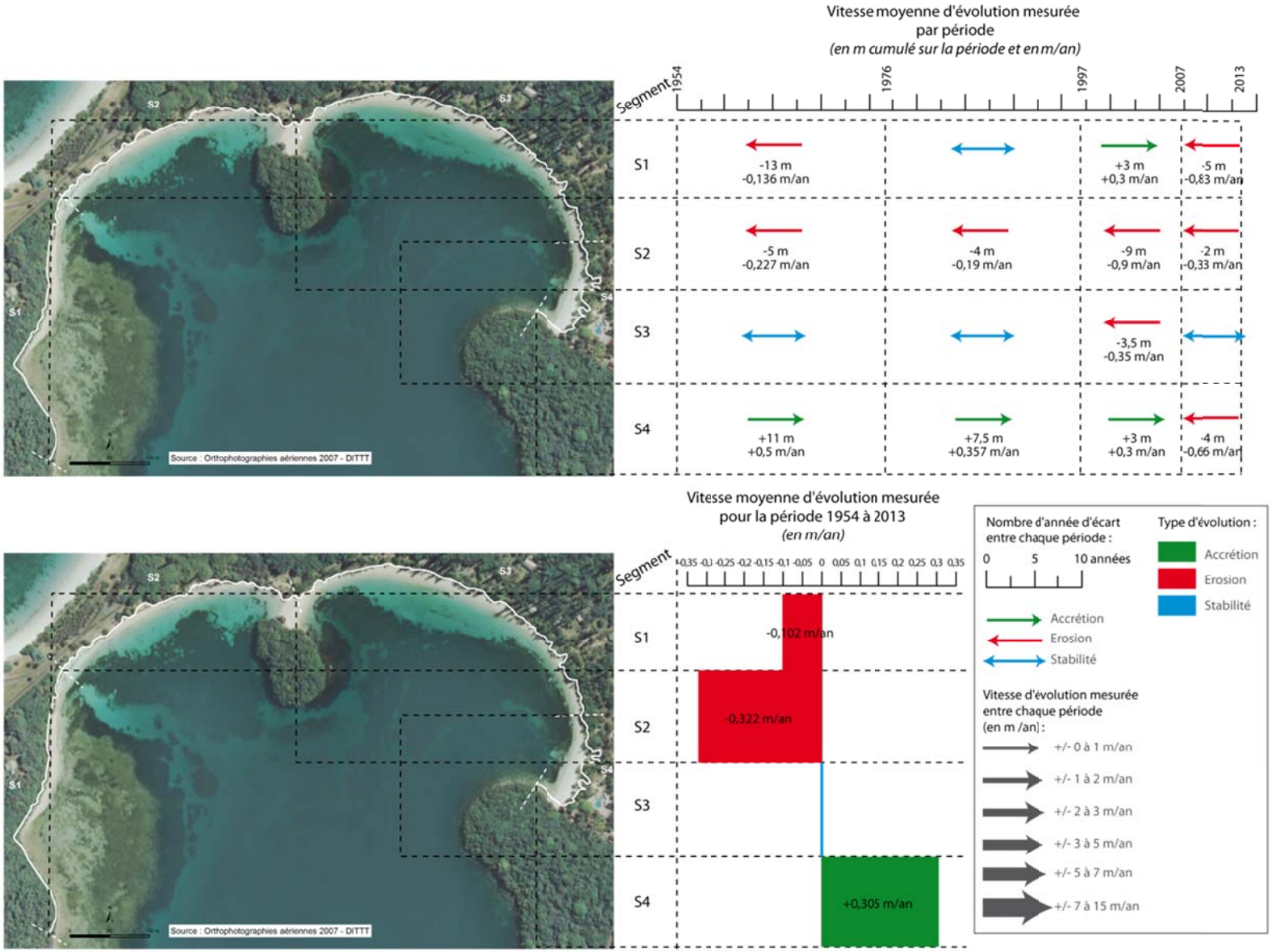


Figure 153 : Évolution mesurée par segment et par période (Kanuméra)

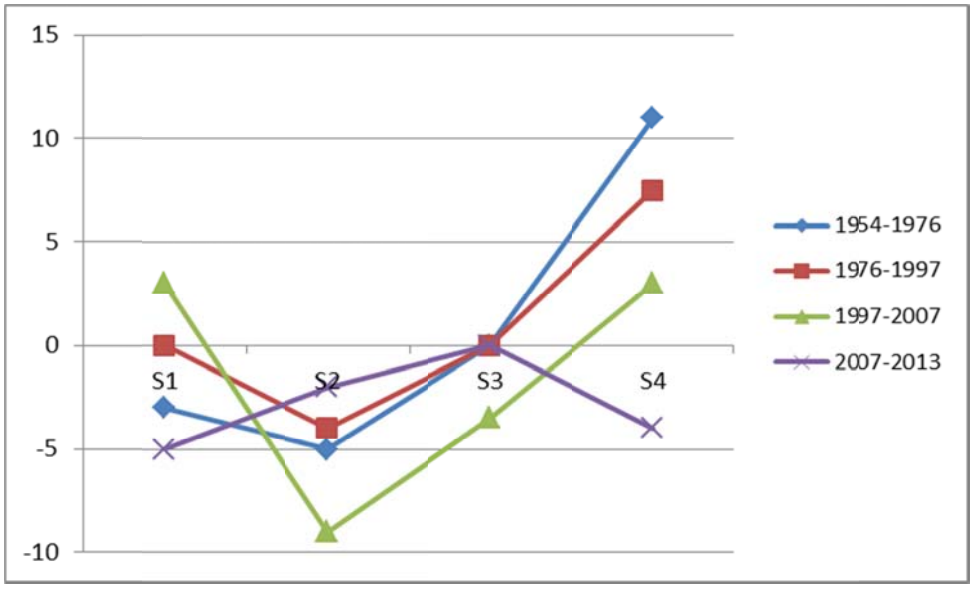


Figure 154 : Kanuméra : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment

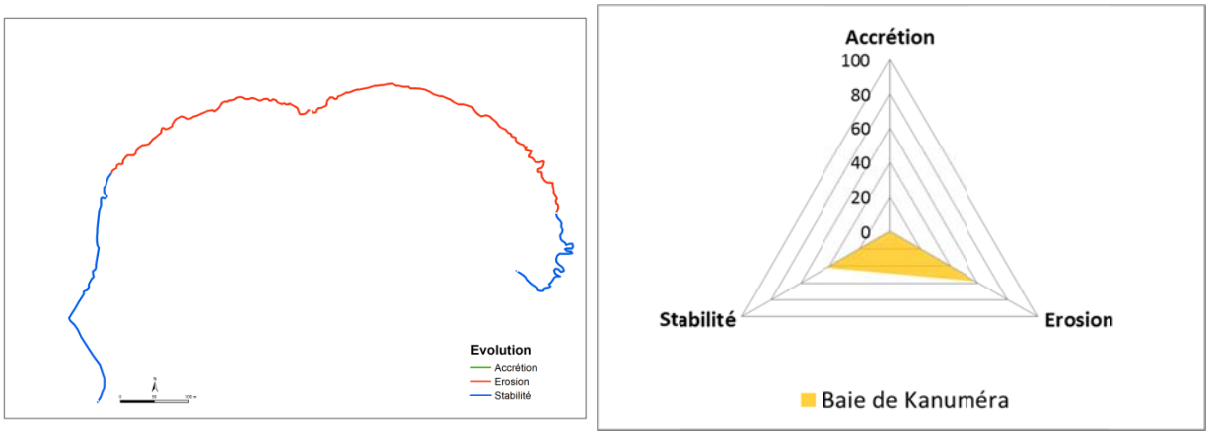


Figure 155 : Kanuméra : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution)

La baie de Kanuméra figure parmi les sites touristiques les plus connus de l'Île des Pins. Cette baie étroite (600 m) et profonde (900 m) est relativement fermée et protégée par les presqu'îles de Kuto et de Kooburékaré qui l'encadrent respectivement à l'Ouest et à l'Est. Ces deux extrémités sont constituées de falaises de calcaires récifaux soulevés sur lesquelles on peut observer des encoches d'érosion. Cette baie est ouverte vers le domaine océanique et l'absence de récif barrière l'expose aux houles malgré la présence d'un haut-fond au Sud.

On remarque que le segment 4 situé à l'Est de la baie qui connaissait, jusqu'en 2007, des phases régulières d'accrétion (+ 21,5 m de 1954 à 2007) est désormais affecté par une érosion de son rivage de l'ordre de - 4 m entre 2007 et 2013. La zone basse en arrière-plage et la faible pente de la plage en font une zone exposée à la submersion marine (cyclones, tempêtes et tsunamis). Des aménagements (bungalows, piscines, restaurant,…) liés à l'implantation d'un hôtel en 2003 ont été réalisés sur ce segment, amplifiant ainsi la fréquentation du site.

L'analyse de l'évolution du trait de côte à partir des photographies aériennes et des images satellites a montré que le segment 3 est affecté par une érosion récente mais néanmoins

modérée. Un talus mesurant de 20 cm à 1 m et des racines d'arbres apparentes observés lors des missions de terrain réalisées en 2013 et 2014 confirment ce constat.

Le rivage du secteur 2 a subi une forte érosion depuis 1954. Les aménagements en béton de l'ancien hôtel installé baie de Kanuméra et baie de Kuto jusque dans les années 1970 (ponton, quai, escalier,…) ainsi que les enrochements visant à maintenir ces constructions ont subi d'importantes dégradations. Ces ouvrages ont eu pour effet d'accentuer et aggraver l'érosion et le recul du littoral. Un talus atteignant une hauteur de 1,5 m, des arbres déracinés et déchaussés, des dalles et des poteaux de béton détruits constituent maintenant le trait de côte de ce secteur.

Même si les observations de terrain témoignent d'une zone apparemment stable où l'érosion observée en aval est quasi stoppée, l'analyse des anciennes photos aériennes montre que le segment 1 subit une dynamique sédimentaire cyclique caractérisée par une alternance de phases d'érosion, d'accrétion et de stabilité. Le mur d'un bâtiment de l'administration pénitentiaire construit sur un beachrock ainsi que les falaises de calcaires récifaux soulevés présentent des traces d'encoche d'érosion à leur base. Un platier récifal et un beachrock constituent une protection naturelle au site et une source d'apports en bioclastes coralliens.

Figure 156 : Erosion du rivage et dégâts sur les aménagements sur le secteur 2

Figure 157 : Mur de l'administration pénitentiaire et falaise calcaire du segment 1

3.3.4. Site 8 : Ile des Pins, Vao

Figure 158 : Évolution des sites de Vao de 1954 à 2014

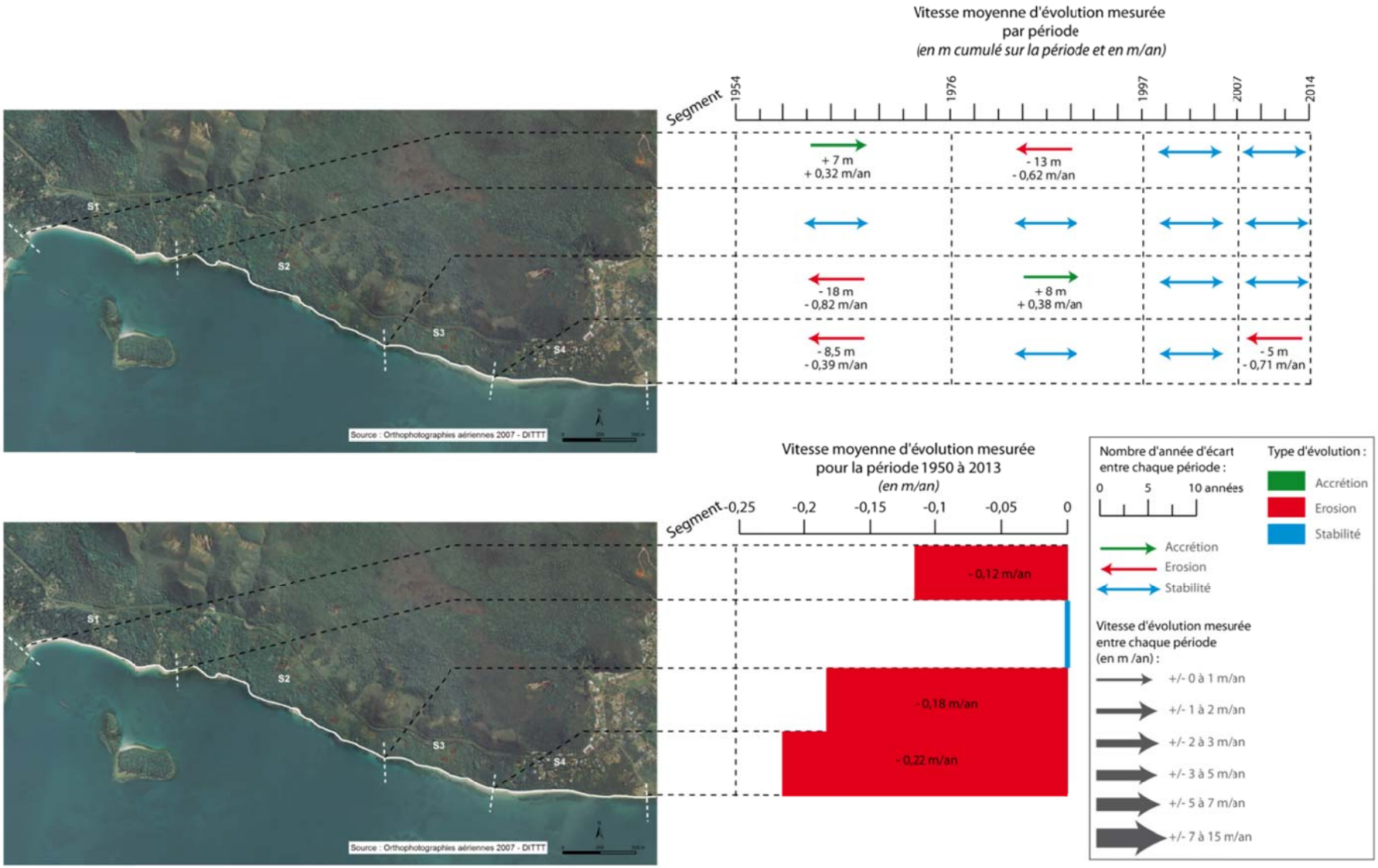


Figure 159 : Évolution mesurée par segment et par période (Vao)

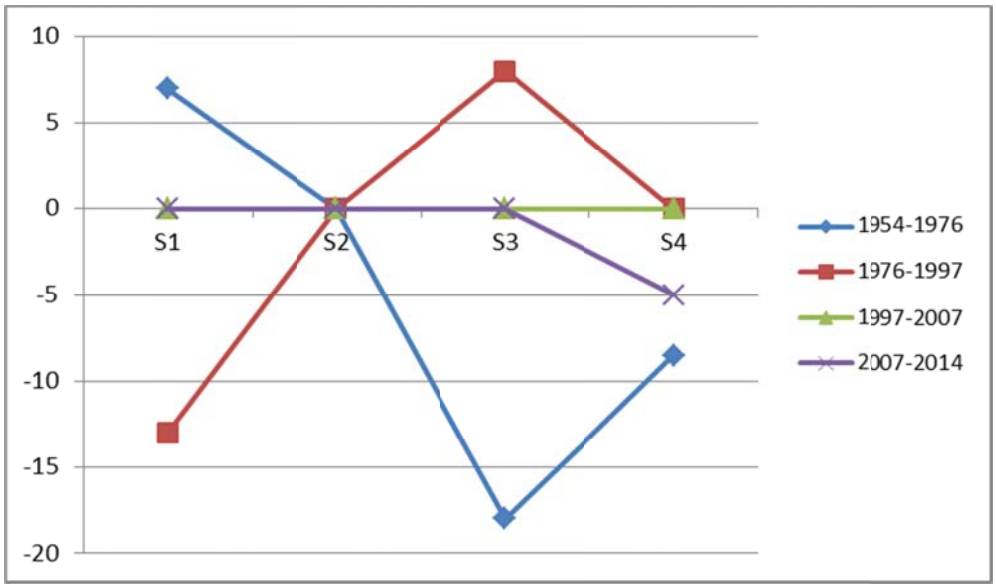


Figure 160 : Vao : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment m)

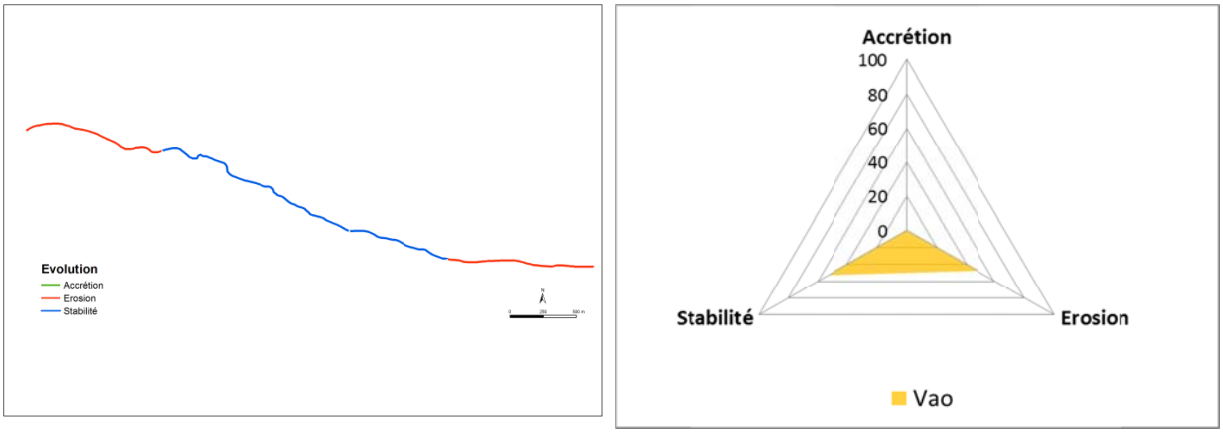


Figure 161 : Vao : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution)

Les 4,6 km de linéaire côtier étudiés sont situés au sud de l'Ile des Pins, à proximité du village de Vao. Les secteurs des tribus de Komania à l'Ouest et de Kéré à l'Est ont été visités au cours de la mission de terrain réalisée en 2014.

Ce site est ouvert vers le sud et orienté NO-SE. Il est en partie protégé des houles australes de Sud-Ouest par l'îlot Brosse et par un récif situé à 3,5 km.

En 2014, il a été observé que le segment 1 situé à l'Ouest au niveau de la tribu de Komania comportait des cicatrices d'une érosion ancienne (talus de 2 m et cocotiers déracinés en haut de plage) mais aussi d'une érosion plus récente mais très modérée (encoche d'une dizaine de centimètres en bas de plage). Ces observations sont confirmées par l'analyse des photos aériennes et des images satellites disponibles qui attestent d'un recul du trait de côte de 13 m entre 1976 et 1997 et une stabilité du même linéaire côtier dans les dernières années. L'arrière plage est une zone surélevée stabilisée par des pins colonnaires et des cocotiers. Ce secteur est limité à l'Est par des calcaires récifaux soulevés avec une encoche d'érosion ancienne.

Cette zone est caractérisée par une alternance de falaises de calcaires coralliens soulevés et de plages de poche de sables bioclastiques.

Quant au segment 3, il a subi au cours du temps une évolution non linéaire. De 1954 à 1976, il est affecté par une érosion de son rivage de 18 m, ensuite de 1976 à 1997, il connaît une phase d'engraissement et enfin son linéaire côtier se stabilise à partir de 1997. Cet alternance de phase d'érosion/d'accrétion/de stabilité témoigne de la mobilité et de la fragilité de ce secteur.

Le segment 4 situé sur la tribu de Kéré semble également très sensible aux variations environnementales. Après une première phase d'érosion de 1954 à 1976 (-8,5 m), il a connu une période de stabilité jusqu'en 2007 et depuis on assiste à un recul de son trait de côte de l'ordre de 5 m entre 2007 et 2014. Ces mesures sont confirmées par les traces d'érosion (talus d'érosion et arbres déchaussés et déracinés) observées sur le terrain et par le témoignage des habitants (communications orales recueillies au cours de notre campagne de terrain 2014). Les vagues de secteur sud-ouest (australes) frappent le rivage obliquement et participent ainsi à l'érosion d'une partie de la plage. Les sédiments sableux bioclastiques issus de cette érosion sont redistribués sur les segments côtiers voisins et participent à leur alimentation (Figure 163). En effet on observe en aval une plage très étroite, constituée de sable fin et de débris grossiers non stabilisés. Le haut de plage de cette zone d'engraissement et de dépôt est caractérisé par un talus d'érosion de 80 cm à 1 m. À l'arrière, une zone basse est limitée par une falaise calcaire d'une vingtaine de mètres.

Figure 162 : Vao : Traces d'érosion sur le segment 1 (talus d'érosion et arbres déracinés)

Figure 163 : Vao : À gauche la zone d'engraissement et de dépôts sableux alimentée par la zone d'érosion amont (à droite).

3.3.5. Site 9 : Ile Ouen, Baie de Ouara

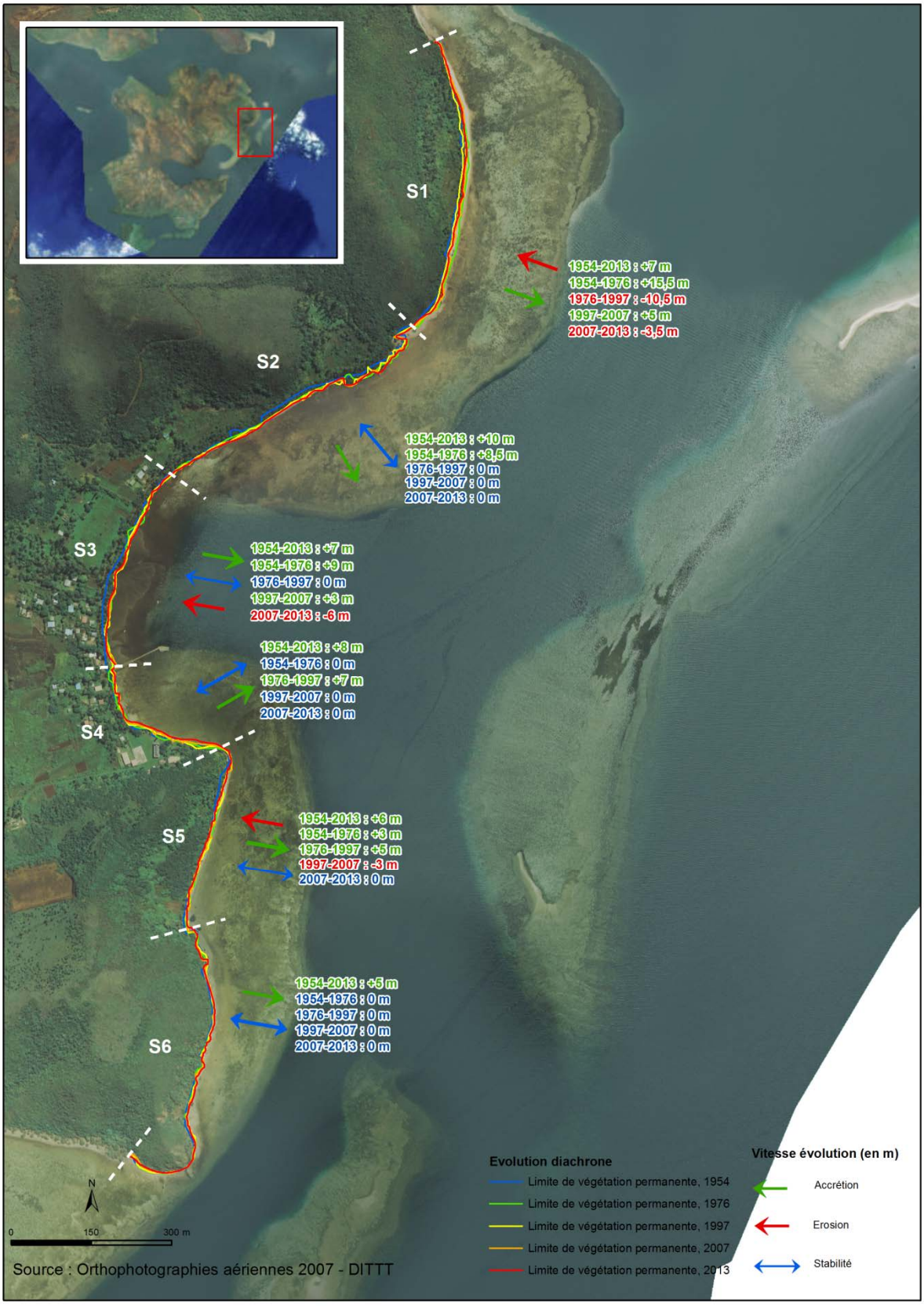


Figure 164 : Évolution de la Baie de Ouara de 1954 à 2013

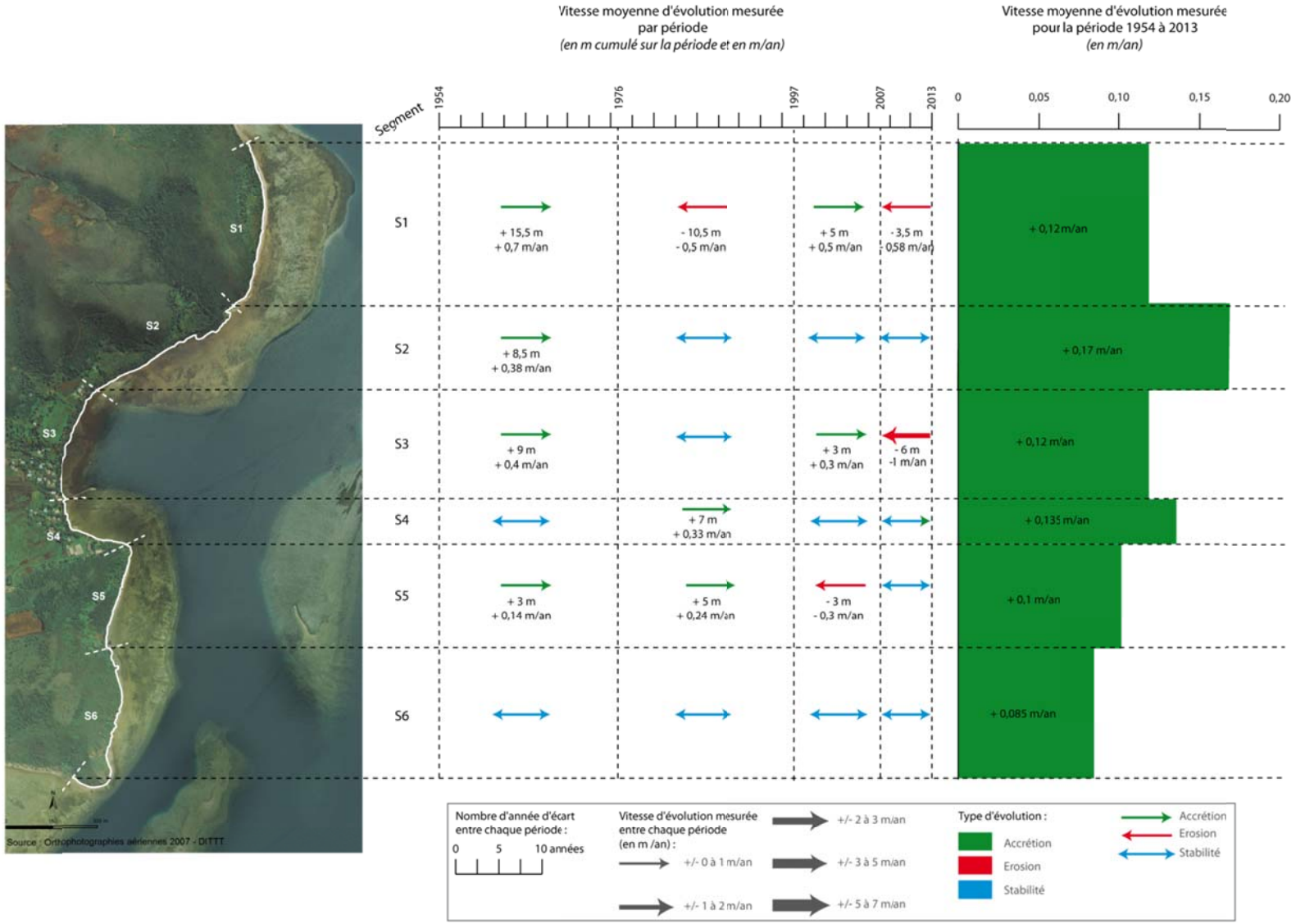


Figure 165 : Évolution mesurée par segment et par période (Baie de Ouara)

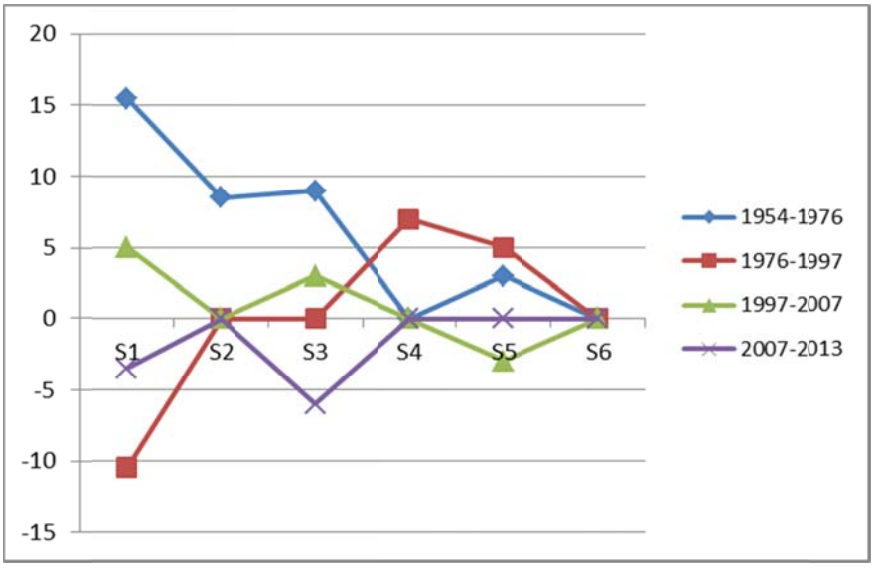


Figure 166 : Ouara : Mouvements cumulés (m) du trait de côte par période et par segment

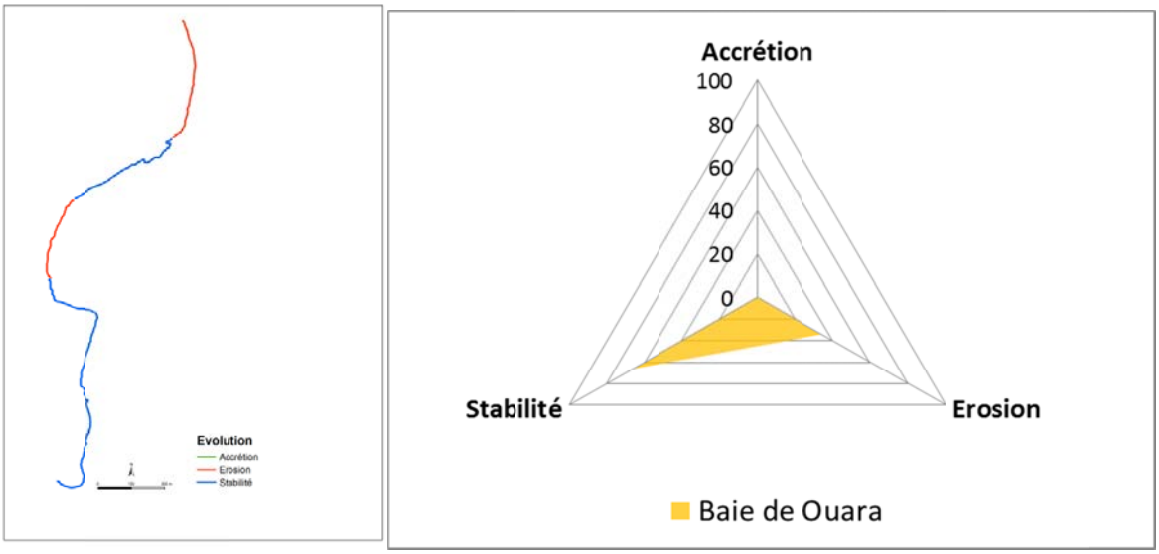


Figure 167 : Ouara : Tendance évolutive actuelle 2013-2014 (pourcentage linéaire côtier affecté par chaque type d'évolution)

La baie de Ouara est située au Nord-Est de l'Île Ouen, elle-même située au Sud de l'extrémité orientale de la Grande-Terre. Elle est ouverte vers l'Est et orientée NNE. Un récif frangeant est présent sur les secteurs nord et sud qui bordent la baie mais absent au niveau même de la baie. Un récif situé à une distance de 1 km de la côte, d'orientation subméridienne (direction ≈ N15°) et long de 2 km fait face à la baie et la protège au moins partiellement des houles de secteur SE-E.

Selon les témoignages oraux recueillis lors de la mission de terrain en 2013, les inondations affectant la tribu de Ouara sont récurrentes et leur fréquence serait en augmentation. En effet, la tribu est installée dans le fond de la baie sur une zone basse de très faible altitude. De plus, elle est située dans une plaine alluviale où convergent les creeks issus des reliefs avoisinants. Lors des tempêtes, la surcote marine et les vagues exposent fortement la zone à l'aléa de submersion marine. Les pluies intenses survenant en conjonction d'événements de surcotes sur le bassin versant drainés par les creeks débouchant sur la plaine de Ouara conduisent à

des crues et inondations dans la plaine de Ouara. Les temps de concentrations dans ces creeks sont probablement très faibles ce qui favorise la simultanéité entre les inondations et la surcote marine. Celle-ci, en bloquant les écoulements des creeks en mer, favorise le temps de stagnation des eaux dans la plaine. La conjugaison de ces deux facteurs expose donc le site à aux submersions marines et inondations fluviales mais aussi à des événements mixtes.

Les segments 1 et 3 sont affectés par une érosion confirmée par les témoignages oraux. On observe sur le secteur 3 situé au Nord du wharf un talus d'érosion, des arbres déracinés, des rangés de pneus visant à stabiliser les sédiments ainsi que des bâtiments détruits. Un recul du trait de côte de 5 m en 10 ans a été constaté par les habitants de la tribu et l'analyse diachroniques des photographies aériennes et images satellites permet de mesurer un recul de l'ordre de 6 m en 6 ans (de 2007 à 2013). Au nord de cette zone, des enrochements de protection ont été édifiés ; cela a permis de protéger localement le site et de diminuer l'érosion. L'absence de récif frangeant et l'impact des vagues de secteur est lors de tempêtes et des houles de direction sud à sud-est font de ce site un secteur très sensible. Au niveau du segment 1, on observe une érosion relativement modérée de l'ordre de 3,5 m en moyenne de 2007 à 2013. L'érosion est moins préoccupante sur cette zone du fait de l'absence d'installation humaine.

Le segment 2 est une zone relativement stable protégée par un platier récifal et caractérisée par une alternance de mangroves, de plages sableuses et de plages rocheuses avec des galets voire même des blocs rocheux.

Le linéaire côtier au Sud de la baie est stable voire localement en accrétion. Il est protégé de l'action des vagues par un platier récifal et par des palétuviers présents en avant plage. Le wharf contribue par ailleurs à piéger les sédiments dans le Sud de la baie. Enfin, les segments au Sud de la baie sont constitués par une côte rocheuse formant parfois une falaise qui alterne avec des petites plages de poche constituées de sables fins bioclastiques. En pied de falaise, on trouve des plages à galets et blocs issus du démantèlement des falaises.

Figure 168 : Baie de Ouara : Sous cavage des fondations d'une maison détruite (photo de gauche) et traces d'érosion (talus et arbres déracinés) (photo de droite)

Figure 169 : Baie de Ouara : Mangrove en avant de la côte rocheuse

3.4. SYNTHESE ET DISCUSSION

Les observations réalisées, les données récoltées et leurs analyses montrent que les situations sont variables selon les sites pilotes étudiés. Certains linéaires côtiers sont relativement stables dans le temps tandis que d'autres évoluent très vite. On constate ainsi parfois des reculs rapides du trait de côte avec des vitesses annuelles pouvant atteindre 6,3 m/an à Tewaade, 6,5 m/an à Tiakan et même 14,8 m/an au niveau de l'ancienne flèche de Ponandou. Les secteurs en accrétion sont généralement moins actifs, toutefois, des vitesses d'accrétion de l'ordre de 12,3 m/an ont été observées à Amoa par exemple en périphérie d'embouchure. Enfin d'autre segments connaissent une alternance de phases de recul et d'avancée du trait de côte autour d'une position médiane.

Les pourcentages des rivages actuellement (2013-2014) affectés par l'érosion, l'accrétion ou la stabilité sont très variables d'un site à l'autre comme le montre la Figure 170. La Figure 171 permet de distinguer la tendance actuelle (2013-2014) pour l'ensemble des sites pilotes : à l'heure actuelle, 56 % de la longueur cumulée du linéaire côtier des sites sont affectés par l'érosion.

Certains sites tels que l'Anse Ponandou à Touho ou la plage de Karikaté à Païta ont des pourcentages de linéaire soumis à l'érosion bien plus élevés (82 % pour l'Anse Ponandou, 91 % pour Karikaté).

27 % des traits de côte sont stables ou quasi-stables (période 2013-2014). Ce chiffre est à prendre avec précaution car certains segments côtiers sont rocheux ; leur sensibilité à l'érosion est donc moindre que celle des littoraux sableux de par leur caractéristique lithologique.

Enfin 17 % des côtes montrent une tendance significative à l'accrétion. Sur les 10 sites étudiés, seulement 5 ont une partie de leur rivage en accrétion.

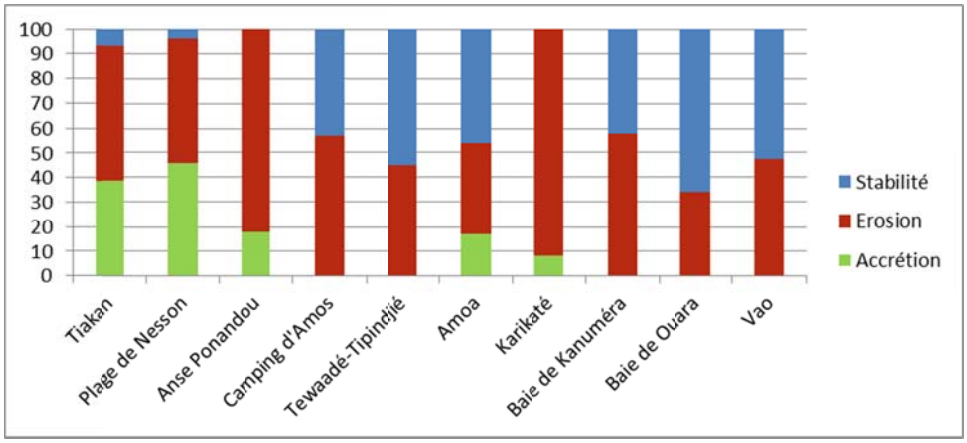


Figure 170 : Pourcentage des linéaires côtiers affectés par les 3 types de phénomènes (érosion/accrétion/stabilité) pour chaque site (2013-2014)

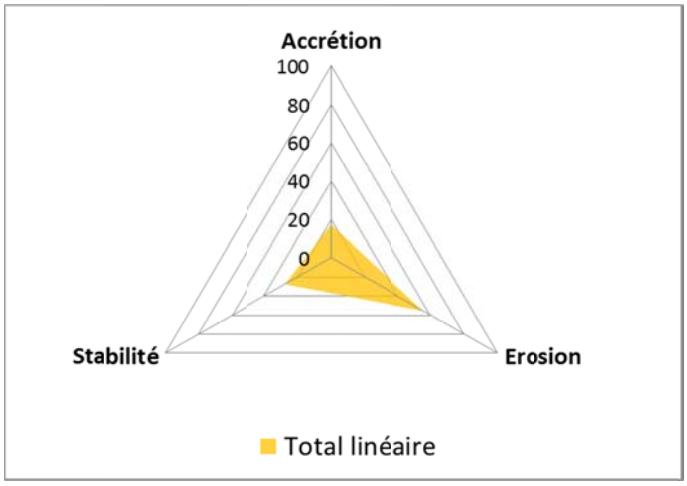


Figure 171 : Pourcentage de côte en érosion, stabilité et accrétion sur l'ensemble du linéaire des sites étudiés (2013-2014)

	Erosion	Accrétion	Stabilité
Karikaté	91,55	8,45	0,00
Anse Ponandou	81,86	18,14	0,00
Baie de Kanuméra	57,94	0,00	42,06
Camping d'Amos	57,11	0,00	42,89
Tiakan	54,62	38,65	6,72
Plage de Nesson	50,40	45,94	3,66
Vao	47,45	0,00	52,55
Tewaadé-Tipindjié	44,78	0,00	55,22
Amoa	37,26	17,08	45,65
Baie de Ouara	34,12	0,00	65,88
Total cumulé en m	17 087,95	5 305,15	8 443,15

Figure 172 : Pourcentage total de longueur de côte en érosion, stabilité et accrétion pour chaque site (2013-2014)

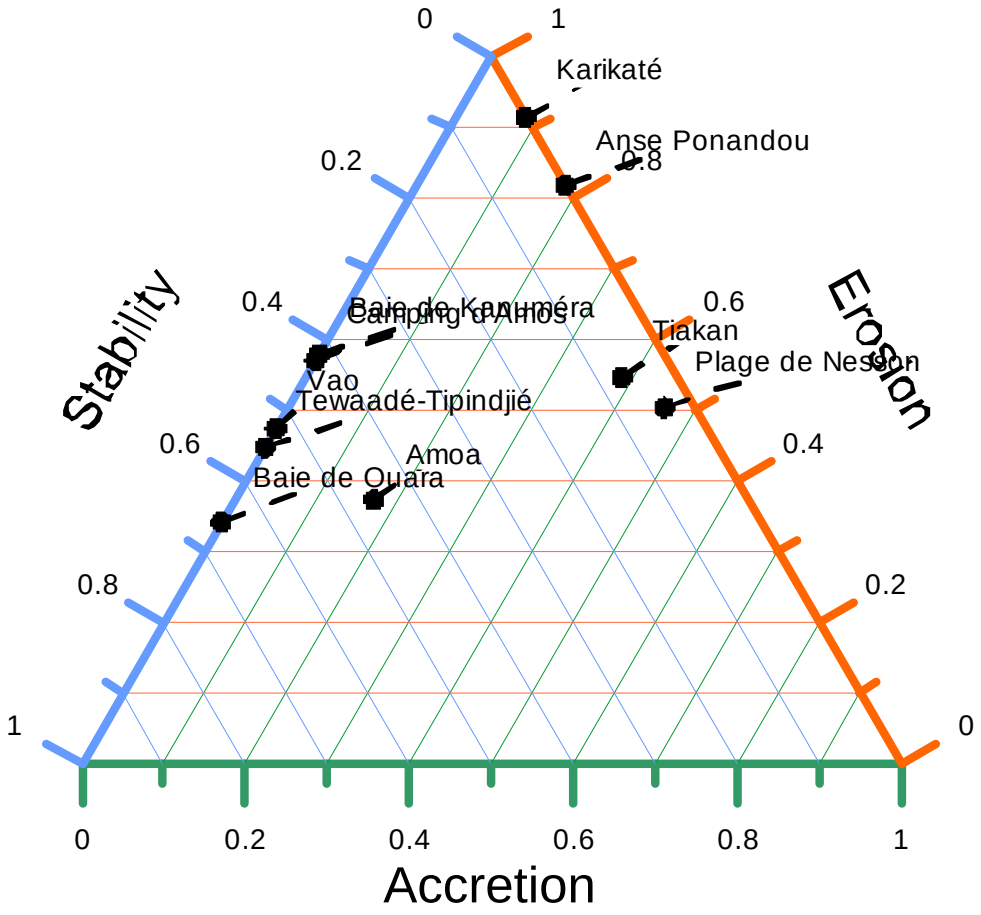


Figure 173 : Diagramme ternaire représentant les pourcentages de longueur de côte en érosion, stabilité et accrétion actuels de chaque site (2013-2014)

4. Conclusion

L'analyse des observations et des données récoltées lors des missions 2013 et 2014 de l'OBLIC montrent que les situations sont très variables selon les sites, qu'il s'agisse d'îlots du lagon ou de sites côtiers(Grande-Terre et Ile des Pins). Ce premier constat témoigne du caractère très dynamique des littoraux de Nouvelle-Calédonie. Les littoraux calédoniens sont très réactifs au regard des morphologies étudiées (petits îlots, plages soumises aux vagues et à des sources d'apports variables) et des situations météo-marines qui agissent à différentes échelles de temps (évènementielle : cyclone, tempêtes tropicales ; moyen terme : ENSO, IPO… et à long terme : le changement climatique et la remontée du niveau marin).

Concernant les îlots, les observations réalisées et les données récoltées montrent que certains sont relativement stables dans le temps tandis que d'autres évoluent très vite, se déplacent et/ou voient leurs surfaces diminuer fortement. Les pourcentages de leurs rivages actuellement affectés par l'érosion, l'accrétion ou la stabilité sont très variables avec une importante dispersion de leurs caractéristiques. Toutefois, tous montrent à l'heure actuelle qu'au moins 50 % de leurs côtes sont en érosion. Plusieurs ont la totalité de leurs rivages actuellement (observations 2013-2014) soumis à l'érosion tandis que très peu d'îlots montrent une tendance significative à l'accrétion et à l'augmentation de leur surface. 54 % de la longueur cumulée des traits de côte des îlots sont en érosion, 30 % stables et 16 % en accrétion.

Les travaux réalisés ont permis par ailleurs d'établir une typologie des îlots et de définir leur « cycle de vie ». L'affectation de chaque îlot à un type, l'analyse de leurs évolutions passées et les processus actuels qui affectent leurs côtes ont permis de définir leurs futurs plausibles. Sur les 21 îlots étudiés, 19 % des îlots sont dans une situation très critique avec une disparition très probable à court terme, 9,5 % sont en situation critique avec une disparition possible à court terme, 19 % sont dans des situations à surveiller avec des évolutions rapides qui pourraient mener à leur disparition à moyen terme, 9,5 % ont un risque de disparition à moyen terme peu probable et enfin 43 % d'îlots ne présentent pas de risque de disparition à moyen terme.

Quant aux sites pilotes de la Grande-Terre et de l'Ile des Pins, de la même façon certains de leurs rivages sont relativement stables dans le temps tandis que d'autres évoluent très vite avec par exemple un recul rapide du trait de côte, des avancées ou des alternances de phases de recul et d'avancé autour d'une position stable. Les pourcentages des rivages actuellement affectés par l'érosion, l'accrétion ou la stabilité sont très variables d'un site à l'autre. À l'heure actuelle (2013-2014), 56% de la longueur cumulée du linéaire côtier des sites étudiés sont affectés par l'érosion. Certains sites ont un pourcentage très important de leur linéaire côtier soumis à l'érosion, il peut atteindre 91,5 % (Karikaté par exemple). 27 % des traits de côte des sites sont stables ou quasi-stables tandis que seulement 17 % du linéaire montrent une tendance significative à l'accrétion.

L'érosion apparaît donc comme le processus dominant qui affecte les linéaires des sites étudiés sur la Grande-Terre et l'Ile des Pins. L'analyse diachronique a montré qu'au cours des décennies passées, des modifications de l'évolution de certains segments se produisaient (passage d'un régime stable à un régime érosif par exemple). Ces modifications de l'évolution du trait de côte seront à analyser à la lumière des évolutions environnementales au sens large et des facteurs de forçage qui les ont affectés.

Sur la base des sites étudiés (dont on ne peut pour le moment certifier la représentativité par rapport à l'ensemble des côtes calédoniennes), dans une majorité des cas, le nombre de

segments en érosion augmenterait durant la période la plus récente. Ceci confirmerait les témoignages recueillis et le ressenti des populations face à une augmentation de l'érosion.

La poursuite des travaux initiés dans le cadre de l'OBLIC (que ce soit sur les îlots du lagon ou sur les sites côtiers de la Grande-Terre, de l'Ile des Pins et des Iles Loyauté) visera à essayer de déterminer ou préciser quels sont les moteurs des changements de comportement des segments côtiers (facteurs de forçage) au cours du temps afin d'en dégager les grands principes. Cette tâche, qui a été initié pour les îlots, sera complexe car elle devra faire intervenir aussi bien des facteurs globaux ou tout au moins à l'échelle du Pacifique (ENSO, IPO…), à l'échelle de la Calédonie (évolution des régimes des vents et des climats de vagues, événement extrêmes : houles australes et cycloniques) et à l'échelle locale (orientation des côtes, exposition et protection par les récifs, apports sédimentaires marins et continentaux…).

Pour les îlots, un suivi à haute résolution temporelle et spatiale (suivi du trait de côte au DGPS, profils de référence, photogrammétrie par drone, observations géomorphologiques et sédimentologiques, etc.) en lien avec les événements hydrométéorologiques et l'évolution des conditions de l'ENSO et de l'IPO et du niveau de la mer serait à envisager. L'intégration de nouveaux îlots dans le corpus d'étude permettrait d'une part de contrôler la transposabilité de la méthode d'analyse développée cette année, de vérifier la représentativité des îlots pilotes et de réaliser un inventaire exhaustif des situations des îlots calédoniens. Cette exhaustivité permettra de donner des éléments factuels et concrets utiles aux gestionnaires et parties prenantes de l'environnement lagonaire calédonien.

Pour les sites côtiers, il sera nécessaire de prendre en compte les éventuelles modifications continentales pouvant influer sur les apports et le budget sédimentaire ainsi que le rôle des aménagements et actions anthropiques. De même que pour les îlots, des protocoles et méthodes de suivi des évolutions devront être spécifiés et mis en place afin d'une part d'améliorer notre connaissance de l'évolution des côtes calédoniennes et d'autre part de donner des éléments qui seront nécessaires à la mise en place d'une GIZC et utiles aux décideurs, gestionnaires et utilisateurs de l'espace côtier.

5. Sources

5.1. BIBLIOGRAPHIE

Crowell, M.; Leatherman, S.P., and Buckley, M.K., 1991. Historical shoreline change: error analysis and mapping accuracy. *J. Coast. Res.*, 7(3), 839–852.

Ford, M., 2012. Shoreline changes on an urban atoll in the Central Pacific Ocean: Majuro Atoll, Marshall Islands. *J. Coast. Res.*, 28(1), 11–22.

Garcin M., Vende-Leclerc M., Maurizot P., Nicoale-Lerma A., Le Cozannet G., Robineau B. (2015 soumis) –Lagoon islets as indicators of recent environmental changes in the South Pacific – The new Caledonian example.

Garcin M., Baills A., Le Cozannet G., Bulteau T., Auboin A-L.., Sauter J (2013) - Pluri-decadal impact of mining activities on coastline mobility of estuaries of New Caledonia. *Journ. Coast. Res*, 65, 494-499

Garcin, M.; Desprats, J.F.; Fontaine, M.; Pedreros, R.; Attanayake, N.; Fernando, S.; Siriwardana, C.H.E.R.; De Silva, U., and Poisson, B., 2008. Integrated approach for coastal hazards and risks in Sri Lanka. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8, 577–586.

Garcin M., Vendé-Leclerc M. (2013) – Evolution récente et future des systèmes côtiers en Nouvelle-Calédonie – Rapport de fin de mission – 14 P., 5 fig. - Convention DIMENC-BRGM 2012

Garcin M., Vendé-Leclerc M. (2014) – Observatoire du littoral de Nouvelle-Calédonie – Rapport préliminaire : observations, état des lieux et constats. Rapport BRGM/RP-63235-FR, 125 p., 154 fig.

Thieler, E.R. and Danforth, W.W., 1994. Historical shoreline mapping (I): improving techniques and reducing positioning errors. *Journal of Coastal Research*, 10(3), 549–563.

Webb, A.P. and Kench, P.S., 2010. The dynamic response of reef islands to sea-level rise: evidence from multi-decadal analysis of island change in the Central Pacific. *Global and Planetary Change*,72, 234–246.

Woodroffe, C.C, McLean, R.F, Smithers, S.G., Lawson, E.M. 1999. Atoll reef-island formation and response to sea-level change: West Island, Cocos (Keeling) Islands. *Marine Geology*, 160, 85-104.

Woodroffe, C.D., 2008. Reef-island topography and the vulnerability of atolls to sea-level rise. *Global and Planetary Change*, 62, 77–96.

Yamano H., Cabioch G., Chevillon C., Join J.L. (2014) Late Holocene sea-level change and reef-island evolution in New Caledonia, *Geomorphology* (2014), doi: 10.1016/j.geomorph.2014.03.002

Yates M., Le Cozannet G., Garcin M., Salaï E., Walker P. (*2013*) Multi-decadal atoll shoreline change on Manihi and Manuae, French Polynesia. *Journ. Coast. Res.* 29, 4, 870-882

1.1 RESSOURCES INTERNET

GoogleEarth : www.google.fr/earth/

SHOM : www.SHOM.fr

Météo France : www.Meteofrance.fr

Météo NC : www.meteo.nc

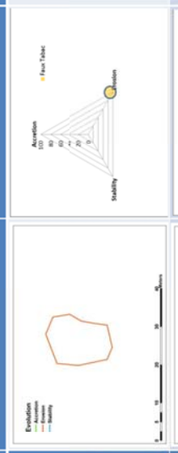
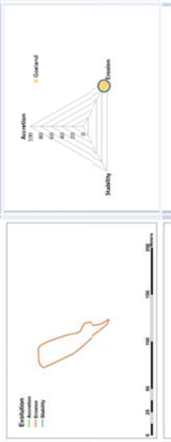
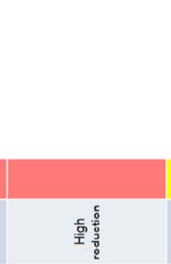
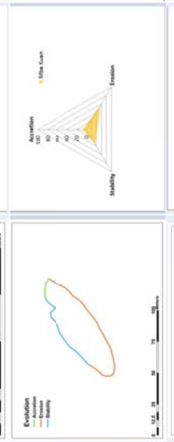
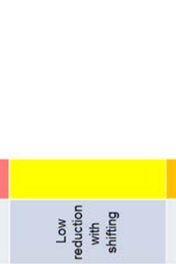
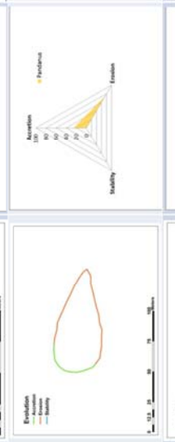
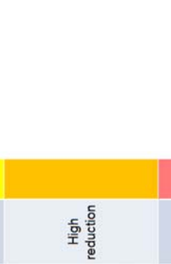
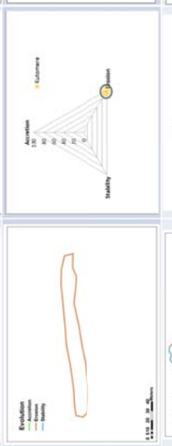
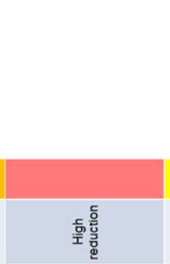
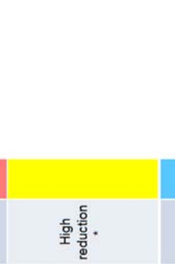
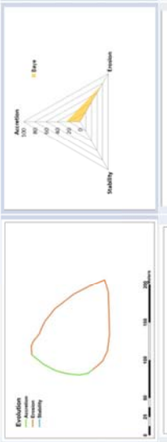
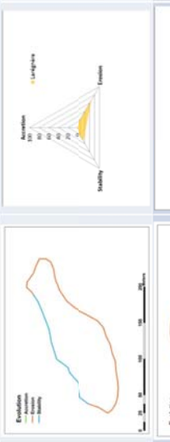
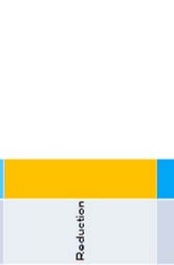
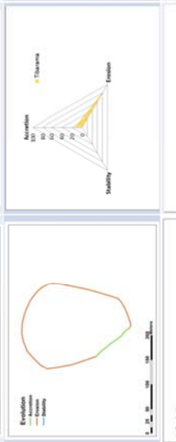
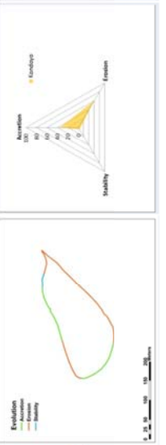
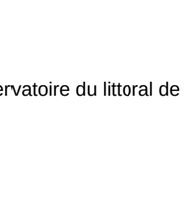
Géorep NC : Georep.nc

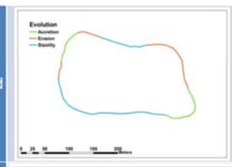
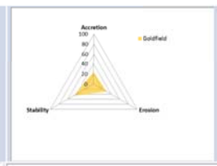
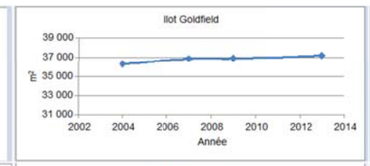
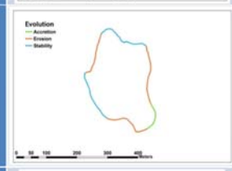
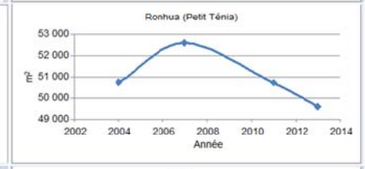
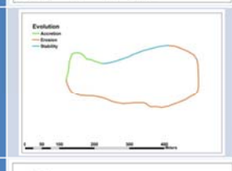
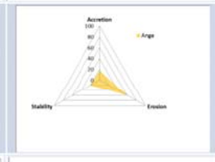
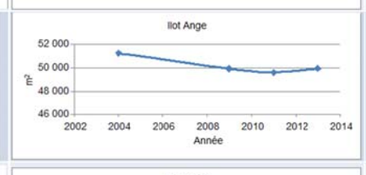
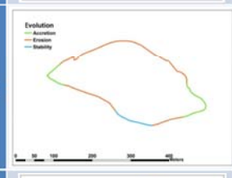
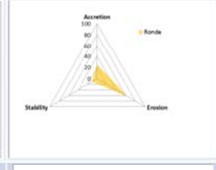
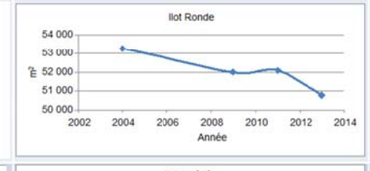
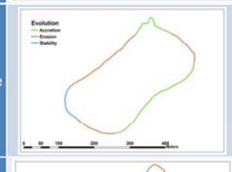
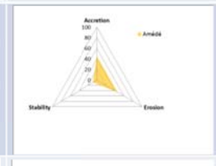
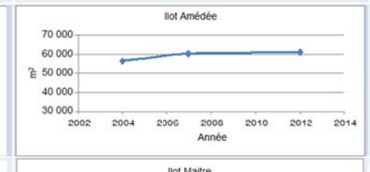
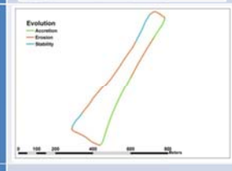
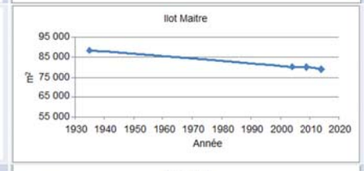
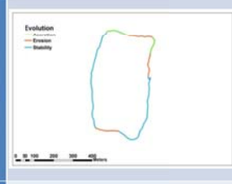
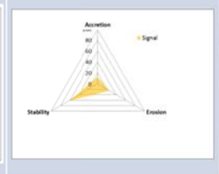
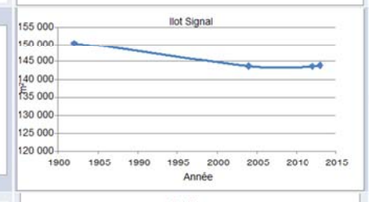
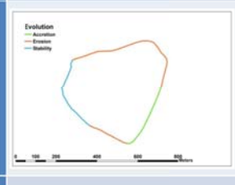
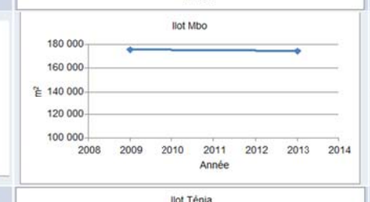
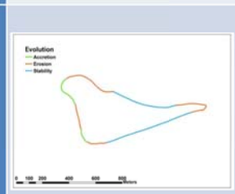
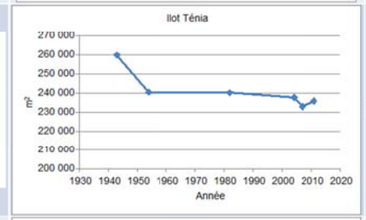
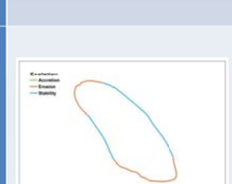
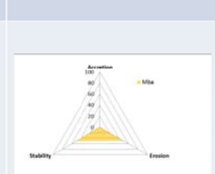
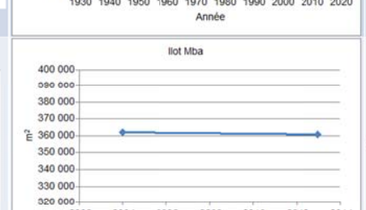
Explorateur cartographique OBLIC : http://explorateur-carto.georep.nc/explorateur-carto/?app_carto=OBLIC

FTP Gouvernement de Nouvelle-Calédonie : ftp://ftp.gouv.nc/

6. Annexe

6.1. ANNEXE 1 : TABLEAUX RECAPITULATIFS DES ILOTS

Islet name	Map of present processes affecting the coastline	Percentage of processes affecting the coastaline	Evolution of surface / time	Today Surface (m2)	Current stage	Recent surface evolution	Plausible future evolution
Faux Tabac			?	181	Nucleation	High reduction	
Bois de Fer			?	831	Relic	High reduction	
Goeland				1 399	Relic	High reduction	
Mbe Kouen				1 938	Degeneration	Low reduction with shifting	
Pandanus				2 249	Degeneration to relic	High reduction	
Kutomère				2 481	Relic	High reduction	
Canard				8 431	Degeneration	High reduction *	
Baye			?	8 832	Degeneration	Low surface increase	
Larégnère				11 572	Degeneration	Reduction	
Tibarama				27 663	Growing	High surface increase	
Kondoyo				30 588	Maturity (migrating)	Low increasing surface with high shifting	

Goldfield				37 170	Maturity (adaptation)	Stable with very low surface increase
Petit Ténia				49 608	Degeneration	Reduction
Ange				49 988	Maturity (stable)	Stable
Ronde				50 785	Maturity (adaptation)	Reduction
Amédée				61 165	Maturity (stable)	Stable
Maitre				79 246	Maturity (adaptation)	Low reduction
Signal				143 820	Maturity (stable)	Stable following a reduction period
Mbo				174 116	Mature (stable)	Meta-stable
Ténia				235 743	Mature (adaptation)	Meta-stable
Mba				360 704	Mature (stable)	Stable

Very critical situation, endangered at short to very short term (few years), very high erosion rate all around a small surface islet

Critical situation, endangered at short term

Status to monitor, rapid changes that could lead to an endangering of the islet at medium term

Average surface islet in low rate accretion or large surface islet with low land loss, non endangering at short or medium term of the islet

Accreting or stable islet or large islet with very low land loss, not endangered

6.2. ORIGINE DES DONNEES :

Nesson

Année	Mission	Index	Matricule	Propriétaire	Erreur QM
1997	1997_SEFP_01_80c	19746	4	DITTT	1,77
2004	2004_SPP_202_200c		37	DITTT	0,9
2008	DITTT_ZONE2_50cm_2008			DITTT/DTSI	Géoréférencement DITTT

Tiakan

Année	Mission	Index	Matricule	Propriétaire	Erreur QM
1971	1971_IGN_PAC_01_100	4886	451	DITTT	4,8
1971	1971_IGN_PAC_01_100	4886	450	DITTT	4,97
1971	1971_IGN_PAC_01_100	4885	449	DITTT	4,97
1971	1971_IGN_PAC_01_100	4884	448	DITTT	0,37
1971	1971_IGN_PAC_01_100	4883	447	DITTT	1,37
1976	1976_IGN_PAC_37_200	10412	1620	DITTT	0,52
1976	1976_IGN_PAC_37_200	10411	1619	DITTT	0,88
1982	1982_IGN_PAC_77_80	15367	7	DITTT	-
1985	1985_IGN_PAC_64_400	16179	1399	DITTT	1,22
1985	1985_IGN_PAC_64_400	16178	1398	DITTT	-
2002	2002_SEFP_02_200c	92	93	DITTT	2,53
2002	2002_SEFP_02_200c	91	92	DITTT	1,65
2008	2008_AAMHATCH_01_200c	02_0294		DITTT	0,97
2008	2008_AAMHATCH_01_200c	02_0295		DITTT	-
2008	2008_AAMHATCH_01_200c	02_0293		DITTT	1,19
2011	2011_AAM_03_250c		3006_300327	DITTT	-

2011	2011_AAM_03_250c		3006_300328	DITTT	-
2011	2011_AAM_03_250c		3006_300329	DITTT	-
2011	2011_AAM_03_250c		3006_300330	DITTT	-
2011	DITTT_ZONE3_50cm_2011			DITTT	Géoréférencement DITTT
2008	DITTT_ZONE2_50cm_2008_A			DITTT	Géoréférencement DITTT

Anse Ponandou

Année	Mission	Index	Matricule	Gestionnaire / propriétaire	Erreur QM
1943	US 2032/300		32	DITTT	-
1971	1971_IGN_PAC_01_100		517	DITTT	-
1971	1971_IGN_PAC_01_100		516	DITTT	1,11
1985	1985_IGN_PAC_112_80		11	DITTT	-
1985	1985_IGN_PAC_112_80		10	DITTT	-
1985	1985_IGN_PAC_112_80		9	DITTT	1,17
1985	1985_IGN_PAC_112_80		8	DITTT	-
2002	2002_SPP_183_200c		47	DITTT	1,9
2011	DITTT_ZONE3_50cm_2011			DITTT	Géoréférencement DITTT
1943	Leleizour-a-Cap-Baye-1943_322_375.tif			IFREMER/SHOM/Gouvernement	Géoréférencement Gouvernement
1943	Leleizour-a-Cap-Baye-1943_322_376.tif			IFREMER/SHOM/Gouvernement	Géoréférencement Gouvernement
1943	Leleizour-a-Cap-Baye-1943_322_377.tif			IFREMER/SHOM/Gouvernement	Géoréférencement Gouvernement
1943	Leleizour-a-Cap-Baye-1943_323_375.tif			IFREMER/SHOM/Gouvernement	Géoréférencement Gouvernement
1943	Leleizour-a-Cap-Baye-1943_323_376.tif			IFREMER/SHOM/Gouvernement	Géoréférencement Gouvernement
1943	Leleizour-a-Cap-Baye-			IFREMER/SHOM	Géoréférencement

	1943_323_377.tif			/Gouvernement	Gouvernement

Amoa

Année	Mission	Index	Matricule	Gestionnaire / propriétaire	Erreur QM
1943	LELEIZOUR-A-CAP-BAYE-1943		314_382	DTSI	Géoréférencement DTSI
1943	LELEIZOUR-A-CAP-BAYE-1943		315_382	DTSI	Géoréférencement DTSI
1943	LELEIZOUR-A-CAP-BAYE-1943		316_382	DTSI	Géoréférencement DTSI
1943	LELEIZOUR-A-CAP-BAYE-1943		317_382	DTSI	Géoréférencement DTSI
1954	1954_IGN_PAC_06_400		19	DITTT	1,644
1976	1976_IGN_PAC_37_200		1015	DITTT	1 ,122
1985	1985_IGN_PAC_112_80		15	DITTT	0,836
1985	1985_IGN_PAC_112_80		16	DITTT	0,527
1985	1985_IGN_PAC_112_80		17	DITTT	0,909
1991	1991_SPP_45_80		44	DITTT	0,576
1991	1991_SPP_45_80		45	DITTT	2,383
1991	1991_SPP_45_80		46	DITTT	2,929
2002	2002_SPP_183_200c		57	DITTT	2,182
2011	DITTT_ZONE_50cm_2011			DITTT	Géoréférencement DITTT

Tiwaade-Tipindjié

Année	Mission	Index	Matricule	Gestionnaire / propriétaire	Erreur QM
01/01/1996	96 SEFP 01 200	96 SEFP 01 200 69	69	DITTT	Géoréférencement DTSI
01/01/1996	96 SEFP 01 200	96 SEFP 01 200 69	69	DITTT	Géoréférencement DTSI
01/01/1996	96 SEFP 01 200	96 SEFP 01 200 71	71	DITTT	Géoréférencement DTSI
1971	1971_IGN_PAC_01_100		558	DITTT	2,63
1971	1971_IGN_PAC_01_100		559	DITTT	3,34
1985	1985_IGN_PAC_112_80		56	DITTT	0,62
1985	1985_IGN_PAC_112_80		57	DITTT	2,51
1985	1985_IGN_PAC_112_80		58	DITTT	1,9
1991	1991_SPP_45_80		88	DITTT	0,72
1991	1991_SPP_45_80		89	DITTT	1,98
2011	DITTT_ZONE3_50cm_2011			DITTT	Géoréférencement DITTT
2011	DITTT_ZONE3_50cm_2011			DITTT	Géoréférencement DITTT

Amos

Année	Mission	Index	Matricule	Gestionnaire / propriétaire	Erreur QM
29/03/2013				DigitalGlobe	0,055
11/08/2006				DigitalGlobe	2,83
25/12/2005				DigitalGlobe	-
1976	1976_IGN_PAC_37_200		1118	DITTT	2,18

1999	1999_2000_SPP_154_200		108	DITTT	2,2
2012	DITTT_ZONE4_1m_2012			DITTT	Géoréférencement DITTT

Karikaté

Année	Mission	Index	Matricule	Gestionnaire / propriétaire	Erreur QM
1950	Nouvelle-Caledonie-1950-128-157			DTSI	Géoréférencement DTSI
1954	1954_IGN_PAC_14_400		22	DITTT	4
1971	1971_IGN_PAC_15_150		26	DITTT	0,51
1982	1982_IGN_PAC_64_400		21	DITTT	0,94
2008	DITTT_Orthophoto			DITTT	Géoréférencement DITTT
14/08/2013				DigitalGlobe	2,6

Baie de Kanuméra (Île des Pins)

Année	Mission	Index	Matricule	Gestionnaire/propriétaire	Erreur QM
1954	1954_IGN_PAC_17_400		52	DTTT	0,67
1976	1976_IGN_PAC_41_200		161	DITTT	1,5
1997	1997_SEFP_05_200		41	DITTT	0,168
2007	DITTT_Orthophoto			DITTT	Géoréférencement DITTT
15/12/2013				DigitalGlobe	1,939

Vao (Île des Pins)

Année	Mission	Index	Matricule	Gestionnaire/propriétaire	Erreur QM
1954	1954_IGN_PAC_17_400		79	DTTT	0 ,59
1976	1976_IGN_PAC_41_200		90	DITTT	2,639
1976	1976_IGN_PAC_41_200		91	DITTT	3,239
1997	1997_SEFP_05_200		54	DITTT	3,545
2007	DITTT_Orthophoto			DITTT	Géoréférencement DITTT
21/15/2014				DigitalGlobe	4,257

Baie de Ouara (Île Ouen)

Année	Mission	Index	Matricule	Gestionnaire/propriétaire	Erreur QM
1954	1954_IGN_PAC_16_400		87	DTTT	1,73
1976	1976_IGN_PAC_37_200		2194	DITTT	1,356
1997	1997_SEFP_05_200_12		54	DITTT	0,197
2007	DITTT_Orthophoto			DITTT	Géoréférencement DITTT
01/09/2013				DigitalGlobe 1	1,62
01/09/2013				DigitalGlobe 2	4,862

Centre scientifique et technique
Direction des Risques et de la Prévention
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34
www.brgm.fr