



DEPARTEMENT DE LA REUNION

Commune de Saint-Benoît

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES LITTORAUX

« *Submersion marine et érosion du trait de côte* »

NOTE DE PRESENTATION

Septembre 2017

Approbation



Avertissement général sur les limites d'étude du document PPR

Les débats soulevés pendant et après les enquêtes publiques sur les premiers PPR réalisés à La Réunion ont amené à rédiger cet avertissement général mettant l'accent particulièrement sur les limites d'étude des documents.

Le terme de « risques naturels » communément employé dans des contextes très variés, est largement popularisé par les médias. Ce terme est pourtant souvent utilisé de manière impropre, et cela peut constituer une source de confusion. Il convient donc de préciser tout d'abord que le risque résulte de la conjonction de l'aléa (phénomène de mouvements de terrain, inondations, submersion, érosion, ou autre) et de la vulnérabilité (présence d'enjeux).

Le présent **Plan de Prévention des Risques littoraux** prend en compte le risque « submersion marine » et le risque « érosion du trait de côte » pour lesquels l'état des connaissances était suffisant pour pouvoir formuler des prescriptions réglementaires détaillées.

Ce document a été établi dans une logique de prévention (et non d'exposition) en s'appuyant sur les connaissances disponibles. Ainsi, le PPR a été dressé au regard des risques recensés dans les études antérieures à son établissement. Le classement réglementaire rouge/bleu ne tient pas compte dans sa cartographie des travaux de protection à venir.

A partir des données existantes sur le plan cartographique, des zonages réglementaires avec les interdictions et les prescriptions correspondantes ont été établis afin de constituer la servitude d'utilité publique.

Le présent PPR a vocation dans l'avenir à évoluer en fonction notamment d'une plus grande connaissance des phénomènes naturels et des travaux de protection qui seraient réalisés dans les secteurs exposés. Il constitue une première étape répondant à des enjeux de prévention.

Avertissement sur la mise à jour du document

Des modifications ont été apportées au document sur la partie technique de l'étude au paragraphe **5.3.5 Zonage cartographique de l'aléa submersion marine**. Ces modifications sont une mise à jour de la précédente version du document en phase « d'enquête publique ».

Sommaire

1. INTRODUCTION	11
1.1. Organisation de la gestion des risques.....	11
1.2. Prévention des risques naturels	11
1.3. Plan de prevention des risques (PPR) naturels	13
1.4. Catastrophes naturelles majeures à La Réunion	13
2. PRESENTATION DU PPR	15
2.1. Contexte réglementaire du PPR	15
2.2. Procédure réglementaire	16
2.2.1. Secteurs géographiques concernés	16
2.2.2. État des démarches menées	16
2.3. Assurances et infractions au PPR	18
2.3.1. Rappel du régime d'assurance en vigueur	18
2.3.2. Infractions au PPR et sanctions.....	21
2.4. Expropriation et Mesure de sauvegarde	21
2.5. Responsabilités	22
2.5.1. Etablissement du PPR.....	22
2.5.2. Autorisation d'occuper le sol.....	22
3. PRESENTATION DE LA COMMUNE	23
3.1. Contexte de la zone d'étude	23
3.1.1. Situation géographique	23
3.1.2. Contexte géologique	24
3.1.3. Contexte géomorphologique littoral	26
3.1.4. Contexte climatique	30
3.2. Enjeux et vulnérabilité	36
4. HISTORICITE ET CARACTERISATION DES PHENOMENES NATURELS	41
4.1. Phenomènes historiques	41
4.2. Caractérisation des aléas littoraux.....	44
4.2.1. Aléa recul du trait de côte (RTC)	44
4.2.2. Submersion marine.....	50
5. CARACTERISATION ET CARTOGRAPHIE DES ALEAS	57
5.1. Définitions et notions générales.....	57

5.2.	Aléa recul du trait de côte	57
5.2.1.	Cadre méthodologique national	57
5.2.2.	Estimation de l'aléa recul du trait de côte	59
5.2.3.	Zonage de l'aléa recul du trait de côte	63
5.3.	Aléa submersion marine	66
5.3.1.	Cadre méthodologique national	66
5.3.2.	Méthodologie et scénarios	68
5.3.3.	Modélisation des submersions marines de référence	70
5.3.4.	Analyse des résultats des simulations de submersion en conditions stationnaires sur une heure 76	
5.3.5.	Zonage cartographique de l'aléa submersion marine	79
6.	ELABORATION DU ZONAGE REGLEMENTAIRE	85
6.1.	Méthodologie	85
6.1.1.	Les espaces urbanisés et non-urbanisés	85
6.1.2.	La submersion marine	86
6.1.3.	Le recul du trait de côte	88
6.2.	Traduction réglementaire des deux aleas	89
7.	LEXIQUE DES SIGLES ET TERMES TECHNIQUES	91
8.	PRINCIPAUX TEXTES OFFICIELS	95
8.1.	Législation - Réglementation	95
8.2.	Principales circulaires	95
8.3.	Publication de guides	96
9.	BIBLIOGRAPHIE	97
	ANNEXE 1 : BILAN DE LA CONCERTATION	99

Liste des figures

Figure 1 : Délimitation du territoire communal de Saint-Benoît (Fond ©IGN scan100®-2010)-----	23
Figure 2 : Carte géologique au 1/100 000 de la commune de Saint-Benoît - © BRGM Bachelery, Mairine, Nehlig, Odon et al, 2006. (BRGM, FEDER, Région Réunion, Univ. de La Réunion) drapée sur MNT.-----	24
Figure 3 : Carte géologique au 1/100 000 de la commune de Saint-Benoît - © BRGM Bachelery, Mairine, Nehlig, Odon et al, 2006. (BRGM, FEDER, Région Réunion, Univ. de La Réunion)-----	25
Figure 4 - Réseau hydrographique des bas de Saint-Benoît-----	27
Figure 5 – Impact de la jetée de Saint-Benoît sur le transit sédimentaire -----	28
Figure 6 - Cordon de galets au Sud de la pointe du Bourbier -----	28
Figure 7 - Types de côtes sur le littoral de Saint-Benoît -----	29
Figure 8 : Précipitations moyennes annuelles sur la période 1970-2009 (source : ©Météo France)-----	30
Figure 9 : Régions pluviométriques déterminées par ©Météo-France Réunion (2010)-----	31
Figure 10 : Localisation des stations météo sur le secteur de Saint-Benoît (©IGN Scan100® - 2010)-----	32
Figure 11 - Le cyclone Dina passant au plus près de La Réunion (21 janvier 2002, Météo-France) L'œil est passé à peine à 30km des côtes, le scénario est donc majorant puisque la côte Nord de l'île passe dans le rayon de vent maximum (Rm). La vitesse maximale (Vmax) a dépassé largement les 200km/h et les vagues ont atteint les 15m par endroit.-----	33
Figure 12 - Trajectoire du cyclone tropical Gamède de 2007 (Météo-France, 2008) -----	34
Figure 13 - Les différents régimes de houle à La Réunion (Météo France, 2009). -----	35
Figure 14 - Houles de références à La Réunion et caractéristiques au large (Pedreros et al., 2009) -----	35
Figure 15 - Evolution de l'urbanisation du centre-ville de Saint-Benoît entre 1950 et 2012 – Photographie aérienne et orthophoto IGN©-----	38
Figure 16 – Evolution de l'urbanisation du quartier de Sainte-Anne (Saint-Benoît) entre 1950 et 2012 – Photographie aérienne et orthophoto IGN©-----	39
Figure 17 - Extrait de la carte des enjeux de la commune de Saint-Benoît (cf. Annexe 5)-----	40
Figure 18 – Fonctionnement naturel du système littoral réunionnais (De La Torre et al, 2012)-----	45
Figure 19 - Digue bloquant le transit sédimentaire à Saint-Benoît (De La Torre et al, 2012)-----	46
Figure 20 - Variations du profil de plage en fonction du régime de houles (De La Torre et al, 2012) -----	46
Figure 21 - Les manifestations de l'érosion des cordons sédimentaires à La Réunion (De La Torre et al, 2012) --	47
Figure 22 - Recul classique d'une falaise (De La Torre et al, 2012) -----	48
Figure 23 – Erosion du sentier littoral du Bourbier-les-Bas à Saint-Benoît (photographie BRGM, 2013) -----	49
Figure 24 – Talus d'érosion au niveau du cimetière de Sainte-Anne (photographie BRGM, 2013) -----	49
Figure 25 – Erosion au Nord de la jetée du Butor (photographie BRGM, 2013) -----	50
Figure 26 - Représentation des phénomènes qui concourent à la submersion marine (BRGM). -----	51
Figure 27. Les différents types de submersion marine (Pedreros R. & Garcin M. 2012) -----	52
Figure 28 - Sites sensibles à l'action des houles sur fonds MNT (IGN©) -----	53
Figure 29 - Submersion par paquets de mer suite au cyclone Gamède, Sainte-Suzanne (Photographie Pierre Agon, 24 février 2007) -----	53
Figure 30 - Zones basses du littoral de Saint-Benoît-----	54
Figure 31 – Exemple de définition du trait de côte suivant les morphotypes du littoral de Ste-Marie : a.limite en pied d'aménagement (orthophoto IGN© 2011); b.limite de végétation (orthophoto IGN© 2011); c.limite de haut de versant (sur la base de Lito3D©IGN)-----	60
Figure 32 - Exemple d'implantation des profils à Saint-Benoît 2012 – Photographie aérienne et orthophoto IGN©	61
Figure 33 – Principe de la régression linéaire pondérée pour le calcul par DSAS de l'évolution du trait de côte (Himmelstoss, 2009)-----	62
Figure 34 – Exemple d'artefact généré par les profils au sud de la Rivière des Marsouins sur la commune de St-Benoît : de fortes disparités sont observées entre des transects très proches) - Orthophoto IGN© 2012 -----	62
Figure 35 – Extrait de la carte de synthèse de l'évolution historique du trait de côte de Saint-Benoît (cf. Annexe 1)	65
Figure 36 – Extrait de la carte d'aléa recul du trait de côte sur la commune de Saint-Benoît (cf. Annexe 2)-----	66
Figure 37 – Comparaison des houles engendrées par différents événements historiques (cyclones ou houles australes) en termes de hauteur significative (graphiques du haut), période pic (graphiques du centre) et énergie (graphiques du bas) le long de la côte réunionnaise – (Lecacheux et al., 2012)-----	69
Figure 38 - Niveaux marins à prendre en compte pour la caractérisation de l'aléa submersion marine (DGPR, 2014)-----	70

Figure 39 - Hauteur significative des vagues en rouge (en mètres, échelle de gauche) et niveau de la mer en bleu incluant la marée prédite et la surcote atmosphérique estimée (en mètres IGN89, échelle de droite) les 22 et 23 janvier 2002 (cyclone Dina) pour la commune de Saint-Benoît. -----	72
Figure 40 – Localisation des transects de simulation 1D réalisés à Saint-Benoît. -----	73
Figure 41 – Aperçu de la propagation des vagues le long d'un profil pendant la simulation -----	76
Figure 42 - Evènement de référence « cyclone Dina » : niveau d'eau maximal obtenu le long du profil 1 pour les scénarios « référence » et « 2100 » pour 1 heure simulée – Profils en travers -----	77
Figure 43 - Evènement de référence « cyclone Dina » : Limites de l'aléa fort le long du profil 1 pour les scénarios « référence » et « 2100 » pour 1 heure simulée – Vue en plan (Fond orthophotographie 2011, IGN©) -----	77
Figure 44 - Evènement de référence « cyclone Dina » : niveau d'eau maximal obtenu le long du profil 2 pour les scénarios « référence » et « 2100 » pour 1 heure simulée – Profils en travers -----	78
Figure 45 - Evènement de référence « cyclone Dina » : Limites de l'aléa fort le long du profil 2 pour les scénarios « référence » et « 2100 » pour 1 heure simulée – Vue en plan (Fond orthophotographie 2011, IGN©) -----	78
Figure 46 - Caractéristiques du zonage changement climatique -----	80
Figure 47 - Extrait de la carte de synthèse de l'historique de la submersion marine de la commune de Saint-Benoît (cf. Annexe 3) -----	82
Figure 48 – Extrait de la carte d'aléa submersion marine de la commune de Saint-Benoît (cf. Annexe 4) -----	83
Figure 49 – Délimitation des espaces urbanisés et non urbanisés sur le littoral de Saint-Benoît -----	86
Figure 50 - Extrait de la traduction réglementaire du PPRL de Saint-Benoît (Annexe 6) -----	90

Liste des tableaux

Tableau 1 : Evénements historiques majeurs survenus à La Réunion -----	13
Tableau 2 : Précipitations journalières décennales et centennales issues du GEDC, 1992 (en mm) -----	32
Tableau 3 : Evolution de la population de Saint-Benoît (source : ©I.N.S.E.E.) -----	36
Tableau 4 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelle sur la commune de Saint-Benoît (source : www.prim.net - mise à jour 11/06/2014) -----	43
Tableau 5 : Liste des cyclones notables -----	44
Tableau 6 - Bilan de l'érosion sur le littoral réunionnais (De La Torre et al, 2012) -----	48
Tableau 7 - Synthèse de la méthodologie nationale de caractérisation de l'aléa recul du trait de côte (en jaune les choix opérés pour cette étude) -----	58
Tableau 8 – Détail des campagnes photographiques de l'IGN utilisées -----	59
Tableau 9 – Calculs de recul du trait de côte (référence 2008 – échéance 2100) par secteurs homogènes sur la commune de Saint-Benoît -----	63
Tableau 10 – Valeurs 100Tx ; Lmax et Lr par secteurs homogènes pour la commune de Saint-Benoît -----	64
Tableau 11– Synthèse de la méthodologie nationale de caractérisation de l'aléa submersion marine (en jaune les choix opérés pour cette étude) -----	67
Tableau 12 – Références altimétriques maritimes pour la Pointe des Galets, Saint-Leu et Saint-Pierre : : Plus hautes et basses mers astronomiques, Moyenne des plus hautes et basses mers journalières, Niveau moyen et écart entre Zéro Hydrographique (ZH) et Zéro IGN89 (SHOM, 2011) -----	71
Tableau 13 - Niveaux marins retenus pour la simulation de submersion -----	73
Tableau 14 – Evènement de référence « cyclone Dina » : résultat du modèle SWAN au droit des deux profils à 50m de profondeur, avec correction d'incidence (Hs équivalent à une houle orthogonales à la côte) -----	74
Tableau 15 – Qualification de l'aléa submersion marine en fonction de la dynamique de submersion (Guide PPRL, MEDDTL, 2012 et DGPR, 2013) -----	79
Tableau 16 – Traduction réglementaire de l'aléa submersion marine dans les espaces non-urbanisés -----	87
Tableau 17 - Traduction réglementaire de l'aléa submersion marine dans les espaces urbanisés -----	88
Tableau 18 - Traduction réglementaire du croisement des aléas submersion marine et recul du trait de côte dans les espaces non-urbanisés -----	89
Tableau 19 - Traduction réglementaire du croisement des aléas submersion marine et recul du trait de côte dans les espaces urbanisés -----	90

Liste des annexes

Annexe 1 : Bilan de la concertation

Préambule

Cette note de présentation est une pièce du dossier **Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) littoraux (« submersion marine et érosion du trait de côte ») de la commune de Saint-Benoît**. Il a été établi conformément aux dispositions législatives instituées par la loi Barnier n° 95-101 du 2 février 1995 (transposée notamment dans les articles L.562.1 à L.562.9 du code de l'environnement) et aux dispositions réglementaires issues du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 (modifiées par le décret n°2005-4 du 4 Janvier 2005 et le décret n°2012-765 du 28 juin 2012).

Ce dossier comporte plusieurs documents informatifs et réglementaires :

- ✓ les documents informatifs :
 - des cartes de localisation des phénomènes naturels historiques (submersion marine et érosion du trait de côte) à l'échelle 1/10 000ème (annexes 1 et 3) ;
 - une cartographie des aléas naturels (submersion marine et érosion du trait de côte) à l'échelle du 1/5 000ème sur l'ensemble du linéaire côtier (annexes 2 et 4) ;
 - une cartographie des équipements sensibles (enjeux) de la commune à l'échelle 1/10 000ème (annexe 5) ;
 - Le bilan de la concertation (Annexe 6).
- ✓ les documents réglementaires :
 - la note de présentation, décrivant le territoire de Saint-Benoît et les phénomènes naturels qui le concernent, ainsi que les règles méthodologiques adoptées ;
 - une cartographie du zonage réglementaire à l'échelle du 1/5 000ème sur l'ensemble du linéaire côtier communal ;
 - le règlement associé au zonage réglementaire.

La loi Barnier inscrit en tête de ses dispositions le principe de prévention. Celui-ci fonde les services instructeurs à engager des PPR sans tarder en s'appuyant sur les connaissances disponibles. En conséquence, la conduite du PPR doit être menée avec pragmatisme, sans rechercher une complexité inutile et avec le souci d'aboutir directement dans la plupart des cas à des propositions de mesures réglementaires.

Extrait de la loi n° 95-101 du 2 février 1995 :

Art 1^{er} – 1-3^e alinéa

« (...) l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable. »

1. Introduction

Les risques naturels (cyclones, submersions, fortes pluies, glissements de terrain) ont marqué l'histoire de La Réunion et la mémoire de nombre de réunionnais. Mais tirer les leçons de l'histoire n'est pas une démarche facile. Ainsi voit-on s'installer de nouvelles constructions et des habitations dans des sites où les risques sont perceptibles et des aménagements se réaliser sans protection et sans souci de l'aggravation des risques qu'ils peuvent provoquer.

Saint-Benoît, commune peuplée de 36 025 habitants (population recensée par l'INSEE en 2012), est affectée par des phénomènes d'érosion littorale et de submersion marine, comme en témoignent les cartes de phénomènes historiques (annexes 1 et 3), impactant plus ou moins durement les hommes et les activités.

Dans un contexte de développement de l'urbanisation et d'augmentation inhérente de la vulnérabilité, le nombre et la diversité des phénomènes naturels auxquels sont exposés des enjeux importants sur son territoire communal ont justifié de la part du service instructeur des PPR à La Réunion (Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement ou DEAL), l'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques naturels littoraux (« érosion du trait de côte et submersion marine ») de la commune de Saint-Benoît.

1.1. ORGANISATION DE LA GESTION DES RISQUES

La lutte contre les risques naturels s'organise autour de quatre axes très différenciés mais complémentaires :

- l'**information** sur les risques est un droit pour les populations menacées. Cette information est organisée par le préfet et les maires dans les conditions fixées par le décret du 11 octobre 1990 et par la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003. Cette dernière loi prévoit notamment que dans les communes où un plan de prévention des risques naturels a été approuvé, le maire informe la population au moins une fois tous les deux ans par des réunions publiques communales ou tout autre moyen approprié. Cette information est délivrée avec l'assistance des services de l'Etat compétents ;
- la **gestion prévisionnelle des crises** s'appuie sur des systèmes d'alerte et s'organise dans les plans de secours spécialisés mis en œuvre par l'Etat et les collectivités ;
- les **travaux de protection**, à l'initiative des communes ou d'associations, bénéficient de subventions dans le cadre de programmations pluriannuelles ;
- la **prévention** relève des communes qui ont le devoir de prendre en compte les risques connus dans leurs documents d'urbanisme, et de l'Etat qui doit réaliser des Plans de Prévention des Risques (PPR) dans les zones menacées. La prévention des risques permet d'anticiper, et d'éviter les conséquences parfois dramatiques liées aux risques. La prévention peut être considérée comme l'outil le plus efficace pour limiter l'aggravation des risques.

1.2. PREVENTION DES RISQUES NATURELS

La politique de prévention des risques naturels a pris un essor particulier en France en 1994 suite à une succession d'événements catastrophiques ayant affecté depuis 1987 le territoire national. Il est apparu alors de manière évidente qu'un développement urbain mal maîtrisé pouvait aggraver

considérablement les catastrophes, en particulier lorsque les zones exposées sont urbanisées. L'extension urbaine peut même contribuer à les aggraver au travers d'aménagements hydrauliquement non-transparents et pouvant accentuer les effets des submersions marines (notamment en cas de rupture) ou accélérer les processus érosifs. Ces phénomènes sont largement constatés sur l'île de La Réunion qui subit régulièrement les effets dévastateurs des cyclones et houles australes et qui présente de fortes densités urbaines en zone littorale (cf. tableau des événements majeurs historiques présenté en 1.4). Les inondations consécutives à la tempête Xynthia de février 2010 en métropole l'ont également mis en exergue.

La commune de Saint-Benoît est concernée par cette politique de prévention, en particulier pour les quartiers de Beauvallon, du Bourbier, du centre-ville ou encore de Sainte-Anne qui cumulent une dynamique économique et une évolution démographique récente avec des aléas littoraux avérés liés à des épisodes météo-marins de forte intensité. Il y a donc nécessité pour la sécurité de la population de mettre en place des mesures de prévention efficaces.

Les responsabilités et obligations du maire, en particulier en ce qui concerne l'information préventive des citoyens et les mesures de sauvegarde qui les concernent, sont définies par l'article L.125-2 du code de l'environnement :

« Dans les communes sur le territoire desquelles a été prescrit ou approuvé un plan de prévention des risques naturels prévisibles, le maire informe la population au moins une fois tous les deux ans, par des réunions publiques communales ou tout autre moyen approprié, sur les caractéristiques du ou des risques naturels connus dans la commune, les mesures de prévention et de sauvegarde possibles, les dispositions du plan, les modalités d'alerte, l'organisation des secours, les mesures prises par la commune pour gérer le risque, ainsi que sur les garanties prévues à l'article L. 125-1 du code des assurances. Cette information est délivrée avec l'assistance des services de l'Etat compétents, à partir des éléments portés à la connaissance du maire par le représentant de l'Etat dans le département, lorsqu'elle est notamment relative aux mesures prises en application de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs et ne porte pas sur les mesures mises en œuvre par le maire en application de l'article L. 2212-2 du code général des collectivités territoriales ».

Le code de la sécurité intérieure indique dans son article L.731-3 (protection générale de la population) :

« Le plan communal de sauvegarde regroupe l'ensemble des documents de compétence communale contribuant à l'information préventive et à la protection de la population. Il détermine, en fonction des risques connus, les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population. Il peut désigner l'adjoint au maire ou le conseiller municipal chargé des questions de sécurité civile. Il doit être compatible avec les plans d'organisation des secours arrêtés en application des dispositions des articles L.741-1 à L.741-5.

Il est obligatoire dans les communes dotées d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé ou comprises dans le champ d'application d'un plan particulier d'intervention. Le plan communal de sauvegarde est arrêté par le maire de la commune. [...] La mise en œuvre du plan communal ou intercommunal de sauvegarde relève de chaque maire sur le territoire de sa commune.

Un décret en Conseil d'État précise le contenu du plan communal ou intercommunal de sauvegarde et détermine les modalités de son élaboration. »

1.3. PLAN DE PREVENTION DES RISQUES (PPR) NATURELS

Le nouveau dispositif instauré par la loi « Barnier » du 2 février 1995 donne au préfet la possibilité d'agir rapidement sans ôter aux collectivités leurs responsabilités, ni leurs obligations. Les Plans de Prévention des Risques permettent d'interdire ou de réglementer les constructions et aménagements en situation de risque, ou en situation d'aggraver directement ou indirectement les risques pour l'environnement. La démarche de mise en place des Plans de Prévention des Risques naturels littoraux a été relancée par le président de la République lors d'une allocution à la Roche-sur-Yon en mars 2010, suite aux effets destructeurs de la tempête Xynthia en métropole. Cette approche est relativement récente à La Réunion. Le PPRL de la commune de Saint-Benoît est l'un des tous premiers PPR littoraux soumis à la concertation du public à La Réunion.

Sont donc pris en compte dans la présente élaboration du Plan de Prévention des Risques littoraux de la commune de Saint-Benoît les phénomènes de submersion marine et les phénomènes d'érosion côtière. La submersion marine est un phénomène tempétueux (ce qui exclut le tsunami qui a pour origine un phénomène sismique ou un glissement des fonds marins).

1.4. CATASTROPHES NATURELLES MAJEURES A LA REUNION

1875 Salazie, Grand-Sable : 63 personnes ensevelies par un glissement	Février 1998 Tempête Anacelle : 1 mort ; dégâts importants
Février 1932 Cyclone : 90 morts, plus de 41 000 sinistrés, plus de 100 millions de francs de dégâts	Janvier 2002 Cyclone Dina : 2 morts, dégâts très importants
Janvier 1948 Cyclone : 165 morts ; dégâts énormes	Mars 2006 Tempête tropicale modérée Diwa : 4 morts, pluies importantes
Février 1962 Cyclone Jenny : 36 morts ; dégâts importants	Février 2007 Cyclone Gamède : 2 morts, dégâts importants
Janvier 1966 Cyclone Denise : 3 morts ; dégâts importants	Mai 2007 Violente houle australe impactant le littoral Sud-ouest : 2 morts, dégâts importants dans les ports
Janvier 1980 Tempête Hyacinthe : 25 morts ; 1 milliard de francs de dommages	Janvier 2014 Cyclone Béjisa : 1 mort, 16 blessés, dégâts importants dans l'Ouest
Février 1987 Tempête Clotilda : 9 morts ; dégâts très importants (109 millions de francs sur St Denis)	
Janvier 1989 Cyclone Firinga : 4 morts ; dégâts très importants	
Janvier 1993 Cyclone Colina : 2 morts ; dégâts importants	

Tableau 1 : Evénements historiques majeurs survenus à La Réunion

2. Présentation du PPR

2.1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE DU PPR

Le Plan de Prévention des Risques est, depuis la loi du 2 février 1995, le seul document de cartographie réglementaire spécifique aux risques naturels. Le contenu du PPR est fixé par l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 (modifié par l'article 16 de la loi du 2 février 1995 et transposé notamment dans les articles L.562.1 à L.562.9 du code de l'environnement).

Extrait de l'article L.562.1 du code de l'environnement :

« Ces plans ont pour objet, en tant que de besoin :

- 1°) de délimiter les zones exposées aux risques dites « zones de danger » en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient y être autorisées, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités ;*
- 2°) de délimiter les zones dites « zones de précaution » qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions telles que prévues au 1° du présent article ;*
- 3°) de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;*
- 4°) de définir, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.*

III. - La réalisation des mesures prévues aux 3° et 4° peut être rendue obligatoire en fonction de la nature et de l'intensité du risque dans un délai de cinq ans, pouvant être réduit en cas d'urgence. A défaut de mise en conformité dans le délai prescrit, le Préfet peut, après mise en demeure non suivie d'effet, ordonner la réalisation de ces mesures aux frais du propriétaire, de l'exploitant ou de l'utilisateur.

IV. - Les mesures de prévention prévues aux 3° et 4° ci-dessus, concernant les terrains boisés, lorsqu'elles imposent des règles de gestion et d'exploitation forestière ou la réalisation de travaux de prévention concernant les espaces boisés mis à la charge des propriétaires et exploitants forestiers, publics ou privés, sont prises conformément aux dispositions du titre II et livre III et du livre IV du Code Forestier.

V. - Les travaux de prévention imposés en application du 4° à des biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du Code de l'Urbanisme avant l'approbation du plan et mis à la charge des propriétaires, exploitants ou utilisateurs ne peuvent porter que sur des aménagements limités. »

Objectif général de l'outil PPR

« Délimiter les zones exposées aux risques naturels (secteurs inconstructibles et ceux soumis à prescriptions), ainsi que définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde à y mettre en œuvre, tant par les particuliers que par les collectivités publiques. »

Dans le processus d'élaboration du PPRL, le BRGM a en charge la caractérisation des aléas littoraux ainsi que la cartographie des enjeux associés. L'Etat a en charge l'élaboration de la stratégie de zonage réglementaire et le règlement lui-même.

L'Etat est responsable de l'élaboration et de la mise en application du PPR. Le préfet approuve le document, après avis notamment des conseils municipaux et communautaires concernés et sur la base des apports citoyens de l'enquête publique.

Le PPR vaut servitude d'utilité publique. Il est annexé au Plan Local d'Urbanisme, conformément à l'article L.126-1 du Code de l'Urbanisme.

Le PPR peut être modifié, dès lors que la connaissance des risques a évolué et permet d'établir de nouveaux zonages réglementaires.

2.2. PROCEDURE REGLEMENTAIRE

2.2.1. Secteurs géographiques concernés

La procédure réglementaire est définie par les articles R.562-1 à R.562-9 du code de l'environnement. Le périmètre mis à l'étude concerne l'ensemble du territoire de la commune de Saint-Benoît.

2.2.2. État des démarches menées

Le présent projet de Plan de Prévention des Risques Littoraux est élaboré par les services de l'Etat, en l'occurrence la Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement de La Réunion (DEAL Réunion). Les principales étapes d'élaboration du PPR ont été les suivantes :

- **4 décembre 2014** : Réunion de présentation en Mairie de Saint-Benoît des cartes d'aléas érosion du trait de côte et submersion marine ;
- **8 juin 2015** : **Porter à Connaissance** du Préfet au Maire de Saint-Benoît **des cartes d'aléas** pour prise en compte dans la délivrance des actes d'urbanisme ;
- **Premier semestre 2015** : Animation par la DEAL Réunion d'un groupe de travail réunissant plusieurs services de communes réunionnaises afin d'élaborer les grandes lignes du « règlement-type PPR littoral réunionnais » (trois réunions en mars, avril et mai 2015) ;
- **07 juillet 2015** : Programmation 2015 des PPR naturels à l'échelle de l'île et engagement du Préfet sur l'approbation du PPR littoral de la commune de Saint-Benoît courant de l'année 2016.
- **17 décembre 2015** : Réunion de présentation du projet de cartes réglementaires.
- **23 mars 2016 et le 18 mai 2016** : réunion de présentation du projet de PPRL (zonage réglementaire et règlement) à la commune.

- **27 Mai 2016** : arrêté préfectoral n°2016-942 SG/DRCTCV prescrivant l'élaboration d'un Plan de prévention des Risques naturels prévisibles (PPRL) relatif aux aléas « recul du trait de côte et submersion marine » sur la commune de Saint-Benoît ;

- **Juin à Octobre 2016** : finalisation du projet PPRL pour le lancement de la phase de consultation officielle : pièces écrites (présente note, règlement), documents cartographiques (zonage des aléas et réglementaire) et annexes ;

Après la phase d'élaboration, le dossier est soumis à des consultations conformément à l'article R. 562-7 :

« Le projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles est soumis à l'avis des conseils municipaux des communes et des organes délibérants des établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme dont le territoire est couvert en tout ou partie par le plan.

Si le projet de plan contient des mesures de prévention des incendies de forêt ou de leurs effets ou des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde relevant de la compétence des départements et des régions, ces dispositions sont soumises à l'avis des organes délibérants de ces collectivités territoriales. Les services départementaux d'incendie et de secours intéressés sont consultés sur les mesures de prévention des incendies de forêt ou de leurs effets.

Si le projet de plan concerne des terrains agricoles ou forestiers, les dispositions relatives à ces terrains sont soumises à l'avis de la chambre d'agriculture et du « Centre national » de la propriété forestière.

Tout avis demandé en application des trois alinéas ci-dessus qui n'est pas rendu dans un délai de deux mois à compter de la réception de la demande est réputé favorable.

Les consultations officielles des différents services se sont déroulées de la manière suivante :

- **de 14 novembre 2016 au 14 janvier 2017** : consultations officielles des partenaires associés (conseil municipal, Cirest, ONF, Chambre d'agriculture, ONF et DAAF).

Conformément à l'article 5 de l'arrêté préfectoral de prescription, un dossier contenant les documents utiles à la phase de concertation avec le public a été transmis aux services de la commune fin mai 2016 et tenu à la disposition des administrés par ces derniers.

Le bilan de la concertation est joint en annexe 1. Les amendements formulés dans les avis de délibération des partenaires seront analysés à l'issue de l'enquête publique.

- La phase d'enquête publique du PPRL de Saint-Benoît du 20 au 23 mars 2017

Après la phase de consultation officielle, le dossier est soumis à une enquête publique puis approuvé conformément aux articles R. 562-8 et R. 562-9 :

« Art. R. 562-8 Le projet de plan est soumis par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R. 123-6 à R. 123-23, sous réserve des dispositions des deux alinéas qui suivent.

Les avis recueillis en application des trois premiers alinéas de l'article R. 562-7 sont consignés ou annexés aux registres d'enquête dans les conditions prévues par l'article R. 123-17.

Les maires des communes sur le territoire desquelles le plan doit s'appliquer sont entendus par le commissaire enquêteur ou par la commission d'enquête une fois consigné ou annexé aux registres d'enquête l'avis des conseils municipaux.

Art. R. 562-9 A l'issue des consultations prévues aux articles R. 562-7 et R.562-8, le plan, éventuellement modifié, est approuvé par arrêté préfectoral. Cet arrêté fait l'objet d'une mention au recueil des actes administratifs de l'État dans le département ainsi que dans un journal diffusé dans le département. Une copie de l'arrêté est affichée pendant un mois au moins dans chaque mairie et au siège de chaque établissement public de coopération intercommunale compétent pour l'élaboration des documents d'urbanisme sur le territoire desquels le plan est applicable.

Le plan approuvé est tenu à la disposition du public dans ces mairies et aux sièges de ces établissements publics de coopération intercommunale ainsi qu'en préfecture. Cette mesure de publicité fait l'objet d'une mention avec les publications et l'affichage prévus à l'alinéa précédent ».

L'arrêté préfectoral n°2017-100/SG/DRCTCV/BU du 20 janvier 2017 a prescrit l'ouverture d'une enquête publique au titre du Code de l'Environnement, sur le territoire de la commune de Saint-Benoît concernant le projet d'élaboration du plan de prévention des risques (PPR) naturels prévisibles relatif aux aléas recul du trait de côte et submersion marine, au titre du code de l'environnement.

Préalablement au lancement de l'enquête publique, trois réunions publiques d'informations et d'échanges, organisées par l'État, maître d'ouvrage du projet de PPR, se sont tenues les 13, 15 et 16 février 2017, respectivement au Case de l'Abondance, à la Salle d'échanges de la médiathèque et à la Mairie annexe de Sainte-Anne, en présence du maître d'ouvrage représenté par le DEAL, ainsi que du BRGM. Y ont été conviés les représentants de la mairie et les commissaires-enquêteurs titulaire et suppléant.

L'enquête publique s'est déroulée du 20 février au 23 mars 2017 (32 jours consécutifs), sous la supervision de Mme Béatrice VITTOZ, commissaire-enquêteur. Les pièces du dossier de PPR ainsi que des registres d'enquêtes ont été mises à disposition du public à l'hôtel de ville, à la Mairie annexe de Sainte-Anne et à la Case de l'Abondance pendant la durée de l'enquête. Le commissaire-enquêteur a pu recueillir 12 requêtes consignées dans les registres mis à disposition du public ou transmises par courrier pendant les 15 permanences pendant la durée de l'enquête afin de recueillir les observations du public.

La commissaire enquêtrice a donné un avis favorable au projet de PPR « recul du trait de côte et submersion marine » de la commune de Saint-Benoît dans son rapport rendu le 26 avril 2017.

Toutes les requêtes formulées ont fait l'objet d'une analyse individualisée par le BRGM, partenaire de la DEAL sur ce projet.

La synthèse des réponses formulées pour chacune des requêtes (proposition de classement réglementaire et éléments de justification) est présentée en annexe 6 du dossier PPR (Belon R., Salomero J., 2017).

Une copie du rapport du commissaire enquêteur est consultable pendant un an à la mairie de Saint-Benoît ainsi qu'à la préfecture de Saint-Denis (également téléchargeable sur le site internet de la Préfecture de la Réunion).

2.3. ASSURANCES ET INFRACTIONS AU PPR

2.3.1. Rappel du régime d'assurance en vigueur

La loi du 13 juillet 1982 a institué un régime particulier d'assurance, avec intervention de l'Etat, destiné à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles. Ce régime se fonde sur le

principe de « la solidarité et l'égalité de tous les Français » devant les charges qui résultent des calamités nationales (Préambule de la Constitution de 1946, repris par celle de 1958).

Les contrats d'assurance garantissant les dommages d'incendie ou les dommages aux biens, ainsi que les dommages aux corps de véhicules terrestre à moteur, ouvrent droit à la garantie contre les catastrophes naturelles (art. L.125.1 du code des assurances).

Cette garantie est étendue aux pertes d'exploitation, si elles sont prévues par le contrat. L'extension de la garantie est couverte par une prime supplémentaire à taux unique.

Toutes les personnes physiques ou morales, autres que l'Etat, peuvent bénéficier de cette garantie, que les praticiens appellent « garantie Cat.Nat. »

Champ d'application de la garantie

La garantie couvrant les dommages occasionnés par une catastrophe naturelle se substitue aux mécanismes classiques d'assurances. Son champ d'application est fixé par l'article 1 de la loi du 13 juillet 1982 :

« Sont considérés comme les effets des catastrophes naturelles (...) les dommages matériels non assurables directs, ayant eu pour cause déterminante, l'intensité anormale d'un agent naturel, lorsque les mesures habituelles à prendre pour prévenir ces dommages n'ont pu empêcher leur survenance ou n'ont pu être prises ».

Risques couverts

Il s'agit des dommages matériels résultant des catastrophes naturelles qui ne sont pas habituellement garantis par les règles classiques d'assurances. L'agent naturel doit être la cause déterminante du sinistre et doit, par ailleurs, présenter une intensité anormale.

Deux circulaires (du 27 mars 1984 et du 28 décembre 1992) fixent une liste non exhaustive des événements naturels susceptibles d'être couverts. Elle comprend notamment :

- les inondations (cours d'eau sortant de leur lit) ;
- les ruissellements d'eau, de boue ou de lave ;
- **les glissements ou effondrements de terrain ;**
- la subsidence (effondrement de terrain consécutif à la baisse de la nappe phréatique) ;
- les séismes ;
- **les raz-de-marée (ou submersion marine) ;**
- les masses de neige ou de glace en mouvement (avalanches, coulées de neige...).

Les trois critères prévus par le texte étant réunis (1. caractère naturel de la cause du dommage 2. anormalité de son intensité 3. mise en œuvre préalable des mesures de prévention), il doit évidemment exister un lien de causalité entre ces trois facteurs.

Avant le 1^{er} janvier 2001, les risques cycloniques liés aux effets du vent étaient couverts par la garantie T.O.C. (Tempête – Ouragans – Cyclones) prévue automatiquement au sein des contrats d'assurance relatifs à la couverture incendie et risques divers aux biens. Avec la loi d'orientation pour l'Outre-mer (n° 2000-1207 du 13 décembre 2000), les effets d'un cyclone pour lequel « les vents maximaux de surface enregistrés ou estimés sur la zone sinistrée ont atteint ou dépassé 145 km/h en moyenne sur 10 mn ou 215 km/h en rafales » seront couverts par le régime catastrophe naturelle. Concrètement, ce régime permettra l'intervention du fonds de garantie des catastrophes naturelles, alimenté par l'Etat, lors de certains événements cycloniques.

Biens garantis

La garantie bénéficie à tous les assurés quel que soit leur degré d'exposition aux risques.

L'assureur a la possibilité de refuser la couverture des catastrophes naturelles aux propriétaires ou exploitants de biens situés dans une zone couverte par un PPR, s'ils ne se sont pas conformés, dans un délai de cinq ans, aux prescriptions imposées par le plan (des travaux d'aménagement peuvent être imposés sous réserve de ne pas excéder 10 % de la valeur vénale du bien). Cette possibilité, prévue par l'article L.125.6 du Code des Assurances, ne peut être mise en œuvre que lors de la conclusion initiale ou du renouvellement du contrat. Evidemment, les assureurs pourront également refuser leur garantie à l'égard des biens et des activités installés postérieurement à la publication d'un PPR sur des terrains classés inconstructibles par ce plan. Le Bureau Central de Tarification (B.C.T.) est saisi des contentieux éventuels.

Les biens garantis sont les meubles et immeubles, assurés contre les dommages incendie ou tous autres dommages, et ayant subi des dommages matériels directs, c'est-à-dire, portant atteinte à la structure ou au contenu de la chose. Sont donc exclues les vies humaines.

Une liste des biens garantis est donnée par la circulaire du 27 mars 1984 qui précise également quels sont les biens susceptibles d'être exclus du régime d'assurance « Cat.Nat », en raison notamment d'autres modalités de couverture.

Etat de catastrophe naturelle

L'état de catastrophe naturelle est constaté par un arrêté interministériel (Ministère de l'Intérieur et Ministère de l'Economie et des Finances). C'est cet arrêté qui permet aux assurés d'être indemnisés au titre de la garantie catastrophe naturelle.

Lorsque survient un événement susceptible de présenter le caractère de catastrophe naturelle, le préfet du département doit adresser un rapport à la Direction de la Sécurité Civile dans le délai d'un mois à compter du début du sinistre.

Avant la signature de l'arrêté, une commission interministérielle, appelée « commission « Cat.Nat », émet un avis consultatif sur l'intensité anormale de l'agent naturel.

Règlement des sinistres

Dans les dix jours suivant la publication au Journal Officiel de l'arrêté interministériel, l'assuré doit déclarer les dommages matériels causés par la catastrophe naturelle. Le délai est de trente jours pour les pertes d'exploitation. L'assureur doit verser l'indemnité dans un délai de trois mois.

Dispositions pour l'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles

Par arrêtés du 5 septembre 2000 du ministère de l'économie, des finances et de l'industrie (publiés au journal officiel du 5 septembre 2000), certains articles du code des assurances ont été modifiés pour renforcer le lien entre l'indemnisation des dommages résultant des catastrophes naturelles et les mesures de prévention de ces risques. Les dispositions adoptées ont pour objet d'une part l'augmentation des franchises, et d'autre part leur modulation en fonction de la répétitivité des risques naturels survenus et des mesures de prévention prises tendant à les réduire.

Sur ce dernier point, dans une commune non dotée d'un PPR pour le risque faisant l'objet d'un arrêté portant constatation de l'état de catastrophe naturelle, la franchise est modulée en fonction du nombre d'arrêtés pris pour le même risque à compter du 2 février 1995, selon les modalités suivantes :

- **premier et second arrêtés** : application de la franchise
- **troisième arrêté** : doublement de la franchise applicable
- **quatrième arrêté** : triplement de la franchise applicable
- **cinquième arrêté et arrêtés suivants** : quadruplement de la franchise applicable

Ces mesures cessent de s'appliquer à compter de la prescription d'un PPR pour le risque faisant l'objet de l'arrêté portant constatation de l'état de catastrophes naturelles dans la commune concernée. Elles reprennent leurs effets en l'absence d'approbation du plan précité dans le délai de cinq ans à compter de la prescription correspondante.

2.3.2. Infractions au PPR et sanctions

Toute infraction aux règles définies par le plan de prévention des risques est sanctionnée dans les conditions fixées par l'article 40-5 de la loi du 22 juillet 1987 (modifiée par la loi du 2 février 1995 et transposée notamment dans l'article L.562.5 du code de l'environnement).

Extrait de l'article L.562.5 du code de l'environnement :

« Le fait de construire ou d'aménager un terrain dans une zone interdite par un plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé ou de ne pas respecter les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation prescrites par ce plan est puni des peines prévues à l'article L.480.4 du Code de l'Urbanisme.

Les dispositions des articles L.460.1, L.480.1, L.480.2, L.480.3, L.480.5 à L.480.9 et L.480.12 et L.480.14 du Code de l'Urbanisme sont également applicables aux infractions visées au premier alinéa du présent article, sous la seule réserve des conditions suivantes :

- 1°) Les infractions sont constatées, en outre, par les fonctionnaires et agents commissionnés à cet effet par l'autorité administrative compétente et assermentés ;*
- 2°) Pour l'application de l'article L.480.5 du code de l'urbanisme, le tribunal statue au vu des observations écrites ou après audition du maire ou du fonctionnaire compétent, même en l'absence d'avis de ces derniers, soit sur la mise en conformité des lieux ou des ouvrages avec les dispositions du plan, soit sur leur rétablissement dans l'état antérieur ;*
- 3°) Le droit de visite prévu à l'article L.460.1 du Code de l'Urbanisme est ouvert aux représentants de l'autorité administrative compétente. »*

2.4. EXPROPRIATION ET MESURE DE SAUVEGARDE

Le PPR n'entraîne aucune mesure d'expropriation. Une procédure d'expropriation indépendante du PPR est prévue par les articles 11 et suivants de la loi du 2 février 1995. Elle vise à régler les situations où le déplacement des populations dont la vie serait menacée s'avère le seul moyen de les mettre en sécurité à un coût acceptable. Cette mesure implique une analyse particulière des risques, car la notion de menace grave pour les vies humaines est fondée sur des critères beaucoup plus restrictifs que ceux qui président à la délimitation du zonage PPR, le plus souvent établis sur la constructibilité ou les usages des sols. **Pour cette raison, le classement en zone « rouge » d'un PPR n'est jamais à lui seul un motif d'expropriation.**

Par contre, des mesures de sauvegarde, et notamment des évacuations temporaires, méritent au moins d'être prises dans les plans de gestion des crises des communes pour les secteurs les plus fortement exposés.

2.5. RESPONSABILITES

2.5.1. Etablissement du PPR

C'est le préfet qui élabore le PPR et peut le modifier ou le réviser.

Extrait de l'article L.562.1 du code de l'environnement :

« I.- L'Etat élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones. »

Extrait de l'article L.562.4.1 du code de l'environnement :

« I. — Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être révisé selon les formes de son élaboration. Toutefois, lorsque la révision ne porte que sur une partie du territoire couvert par le plan, la concertation, les consultations et l'enquête publique mentionnées à [l'article L. 562-3](#) sont effectuées dans les seules communes sur le territoire desquelles la révision est prescrite.

II. — Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut également être modifié. La procédure de modification est utilisée à condition que la modification envisagée ne porte pas atteinte à l'économie générale du plan. Le dernier alinéa de l'article L. 562-3 n'est pas applicable à la modification. Au lieu et place de l'enquête publique, le projet de modification et l'exposé de ses motifs sont portés à la connaissance du public en vue de permettre à ce dernier de formuler des observations pendant le délai d'un mois précédant l'approbation par le préfet de la modification. »

2.5.2. Autorisation d'occuper le sol

En l'absence de Plan d'Occupation des Sols (POS) ou de Plan Local d'Urbanisme (PLU), le maire délivre les autorisations au nom de l'Etat (sauf cas particuliers). Si un POS ou un PLU a été approuvé, le maire délivre les autorisations au nom de la commune.

En application de **l'article R.111.2 du Code de l'Urbanisme**, si les constructions sont de nature à porter atteinte à la sécurité publique, l'autorité administrative peut refuser le permis de construire ou l'assortir de prescriptions spéciales. Cette disposition est notamment valable soit en l'absence de PPR, soit encore pour tenir compte de risques qui n'étaient pas pris en compte par le PPR approuvé et dont la connaissance a été acquise ultérieurement.

La responsabilité individuelle du constructeur peut, bien évidemment, être mise en œuvre en cas de contentieux administratif ou pénal, s'il n'a pas sollicité les autorisations de construire ou n'a pas respecté les prescriptions du PPR.

3. Présentation de la commune

3.1. CONTEXTE DE LA ZONE D'ETUDE

3.1.1. Situation géographique

La commune de Saint-Benoît se situe entre les communes de Bras-Panon au Nord et Sainte-Rose au Sud dans l'Est de l'île de La Réunion, sur les pentes externes et la bordure littorale :

- du massif volcanique ancien du Piton des Neiges au Nord et à l'Ouest ;
- du massif volcanique récent du Piton de la Fournaise au Sud-Est.

Saint-Benoît est la seconde commune la plus grande de La Réunion et s'étend sur une superficie de 229,6 km², soit un peu plus de 9,14 % de la surface totale de l'île. Son littoral est long de 14,4 km.

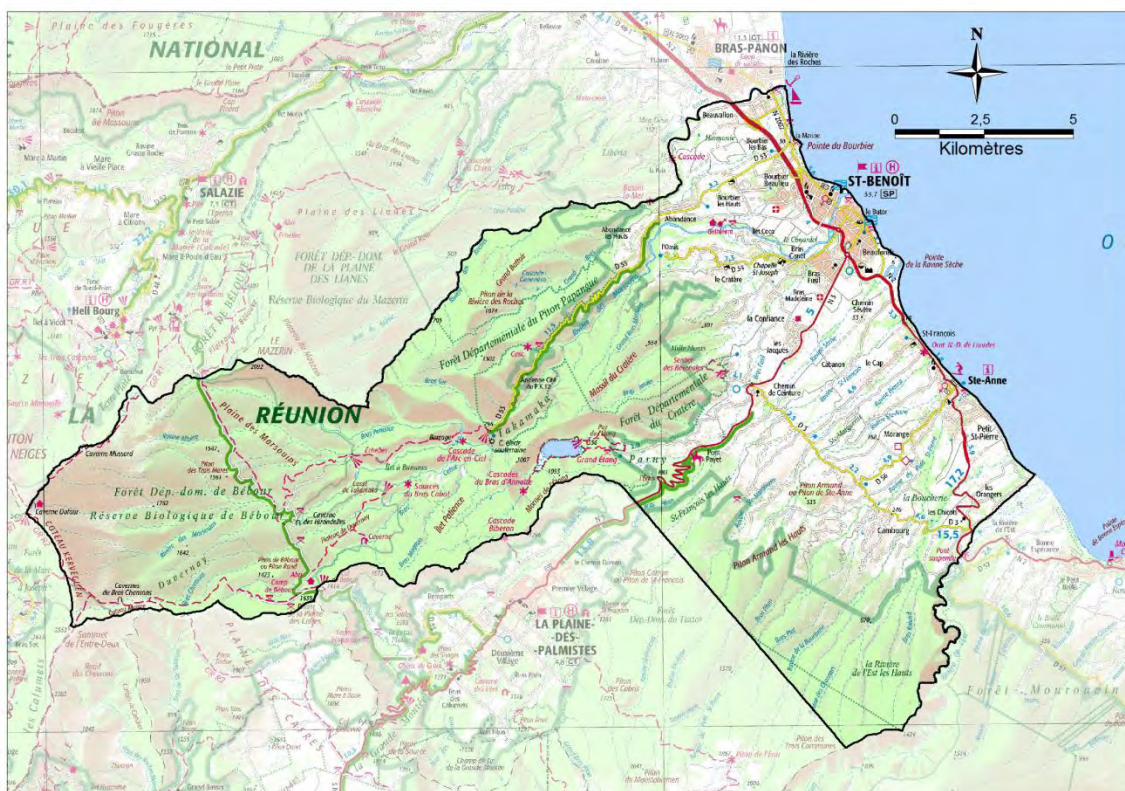


Figure 1 : Délimitation du territoire communal de Saint-Benoît (Fond ©IGN scan100@-2010)

Avec 36 025 habitants recensés en 2012 et une densité de 156,9 habitants par km², la ville de Saint-Benoît a subi une augmentation de sa population de l'ordre de 215 % depuis 1961, soit une augmentation d'environ 377 habitants par année. Cette tendance est relativement stable sur les 50 dernières années bien qu'elle ait connu une légère accélération dans les années 1990.

Le territoire de Saint-Benoît s'étend selon un axe Est-Ouest, entre le littoral et la forêt départementale de Bébou jusqu'au coteau Kerveguen à la limite de Cilaos à l'Est. Au plus long, la commune s'étend sur 28,2 km du littoral de Sainte-Anne jusqu'au rempart de Cilaos au gîte du piton des Neiges (Caverne Dufour), à 2 479 m d'altitude.

Sa façade maritime s'étend de l'exutoire de la rivière des Roches au Nord à l'embouchure de la rivière de l'Est au Sud.

La commune de Saint-Benoît est incluse au sein de la Communauté Intercommunale Réunion Est (CIREST).

3.1.2. Contexte géologique

Saint-Benoît se situe à cheval sur le flanc Est des massifs du Piton des Neiges (au Nord de la commune) et du Piton de la Fournaise (au Sud de la commune).

L'édification du Piton des Neiges a commencé il y a plus de 2,2 millions d'années. Elle s'est poursuivie jusqu'à une période très récente, estimée entre 31 000 et 12 000 ans (Gillot and Nativel, 1982; Kluska, 1997). Cette édification s'est faite en plusieurs phases d'activité volcanique, regroupées classiquement en 4 phases (G. Billard, 1974). Les phases anciennes 1 et 2 correspondent à la série des Océanites et les phases 3 et 4 à la série des laves différenciées.

L'édification du Piton de la Fournaise a quant à elle commencé il y a 600 000 ans environ, sur les pentes orientales du Piton des Neiges. Il est considéré comme l'un des volcans les plus actifs au monde. Ce massif a connu quatre phases de construction (G. Billard, 1974). Les phases 3.1 et 3.2 (scories et laves aphyriques ou à olivines, océanites) sont contemporaines à la phase 3 du Piton des Neiges. La phase 4 est datée de 180 000 à 20 000 ans avant notre ère (basalte massif ou vacuolaire, aphyrique ou à phénocristaux d'olivine). Enfin, la phase 5 correspond à la phase actuelle (basaltes aphyriques ou à phénocristaux d'olivines, océanites et ankaramites) et à l'édification d'une nouvelle caldeira.

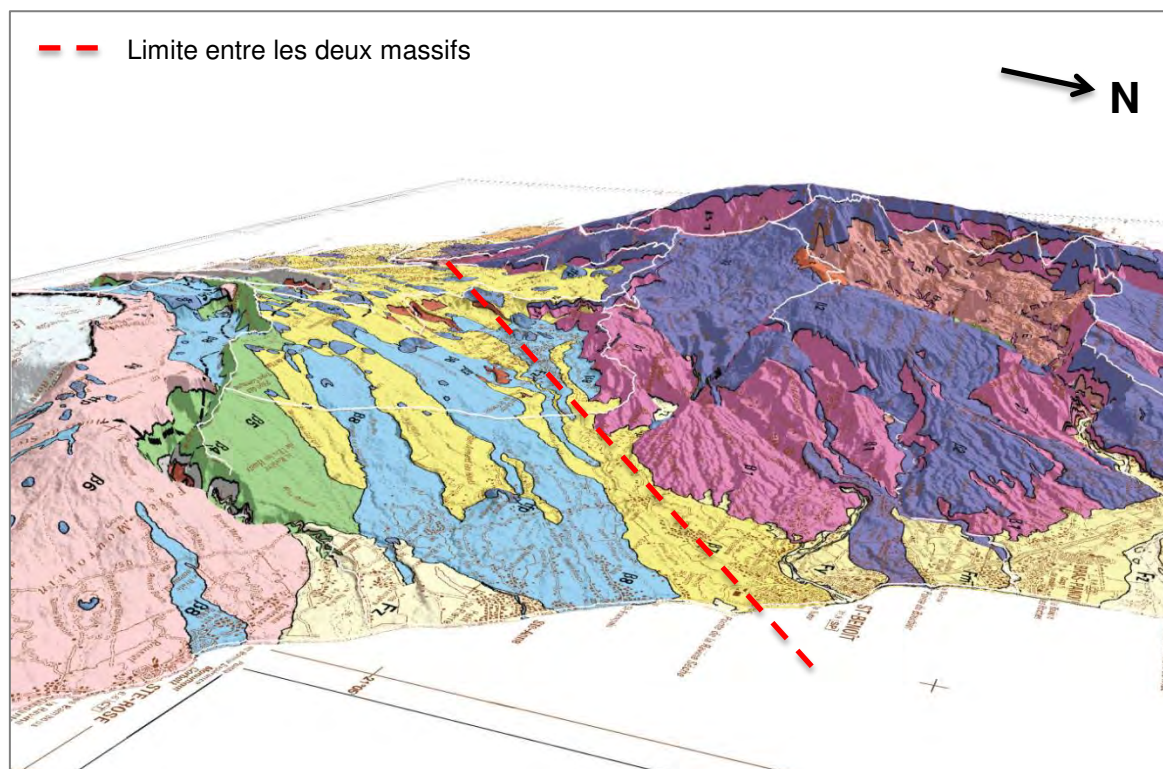


Figure 2 : Carte géologique au 1/100 000 de la commune de Saint-Benoît - © BRGM Bachelery, Mairine, Nehlig, Odon et al, 2006. (BRGM, FEDER, Région Réunion, Univ. de La Réunion) drapée sur MNT.

La planèze de Saint-Benoît est donc formée des coulées de lave émises depuis les deux pitons. Concernant le Nord de la commune et le massif du Piton des Neiges, on y retrouve notamment des séries des océanites qui recouvrent la quasi-totalité de la planèze. S'y sont superposées dans un second temps des séries différenciées récentes caractérisées par des coulées de basalte, mugéarites et hawaïtes, qui sont à l'affleurement sur toute la partie haute de la planèze, à l'Est de la commune.

Les formations du Piton de la Fournaise, au Sud de la commune, sont réparties en alternance sur un axe Sud-ouest / Nord-est. Les formations les plus anciennes de la commune sont caractérisées par les coulées basaltiques de la série des Remparts, à l'extrémité Sud de la commune. On trouve ensuite des coulées de la série de la plaine des Cafres en remontant la route nationale 3. Enfin, les coulées les plus récentes datent de la série volcanique subactuelle (< 5 000 ans) et se retrouvent dans les hauts du quartier de Saint-François, entre ravine Sèche et Sainte-Anne.

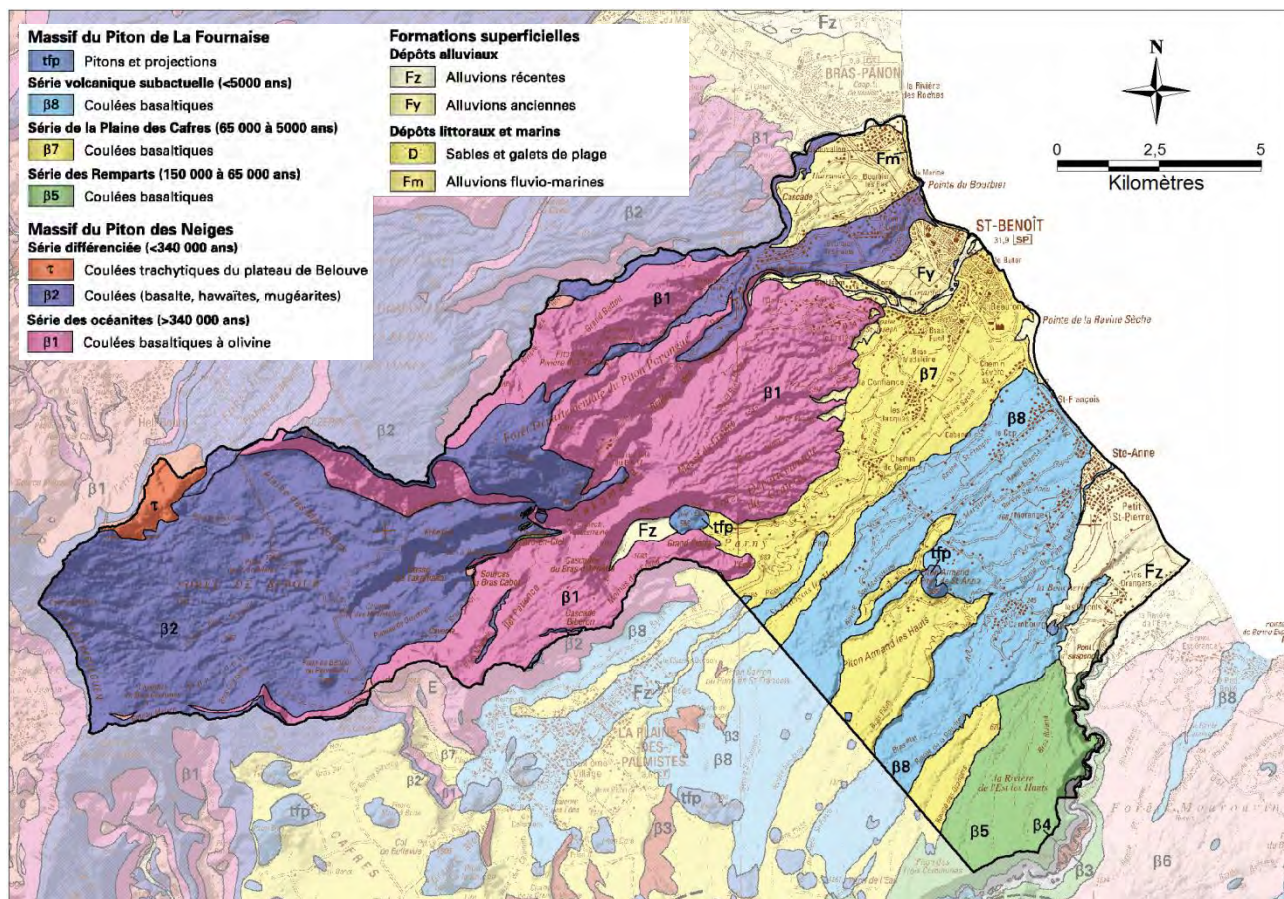


Figure 3 : Carte géologique au 1/100 000 de la commune de Saint-Benoît - © BRGM Bachelery, Mairine, Nehlig, Odon et al, 2006. (BRGM, FEDER, Région Réunion, Univ. de La Réunion)

Comme le montre la Figure 3, les littoraux du secteur d'étude sont majoritairement formés de dépôts caractéristiques de formations superficielles d'origine détritique. On identifie notamment :

- **Des alluvions limoneuses récentes (Fz)**

A Saint-Benoît, les alluvions récentes sont liées au transport de la rivière de l'Est. Elles en tapissent les lits mineur et majeur. Ces formations sont donc également constitutives de l'exutoire de la rivière et donc de tout le littoral Sud de Saint-Benoît.

Du point de vue de la granulométrie, il s'agit d'un mélange polygénique et hétérométrique. On y trouve en effet des sables fins à grossiers, mais également des graviers, galets et blocs basaltiques et andésitiques de taille variable. Il est à noter que les éléments charriés sont généralement plutôt grossiers.

- **Des alluvions limoneuses anciennes (Fy)**

Ces alluvions sont riches en sables qui alternent avec des alluvions gravelo-limoneuses provenant de l'érosion des sols de la planèze amont. La granulométrie des formations rencontrées à Saint-Benoît sont globalement comparables à celles rencontrées dans les alluvions limoneuses récentes.

- **Les alluvions fluviomarines (Fm)**

Ces alluvions sont constituées de sables et galets de plage provenant du remaniement d'alluvions fluviales, et se retrouvent sur de minces bandes côtières. Sur le territoire de Saint-Benoît, on les retrouve notamment sur tout le littoral au Nord de l'exutoire de la rivière des Marsouins, ainsi qu'à l'exutoire de la ravine Sèche et dans la dépression arrière-littorale en arrière de la pointe de la ravine Sèche.

- **Les sables et galets de plage**

Ces dépôts sont présents sur toute la longueur du trait de côte communal. On note dans la constitution de ces formations une dominante de sables et galets volcaniques noirs.

3.1.3. Contexte géomorphologique littoral

Généralités

La morphologie globale de Saint-Benoît correspond à celle d'une planèze où l'altitude augmente régulièrement de l'Est vers l'Ouest.

La planèze est incisée par un réseau de ravines et de rivières. Les ravines incisent les flancs des deux massifs de manière considérable. Ces ravines contribuent par ailleurs en période d'écoulement aux apports terrigènes (alluvions/colluvions) qui vont être remobilisés tout le long du littoral. Les principales ravines présentes sur le territoire de Saint-Benoît et se jetant en mer, sont du Nord au Sud :

- la rivière des Roches ;
- la ravine la Sourdine ;
- la ravine l'Harmonie ;
- la ravine l'Aborie ;
- la ravine Bourbier ;
- la rivière des Marsouins ;
- la ravine Sèche ;
- la ravine Saint-François ;
- la ravine Saint-Marguerite ;
- la rivière Sainte-Anne ;
- la ravine du Petit Saint-Pierre ;
- la ravine des Orangers ;
- la rivière de l'Est.

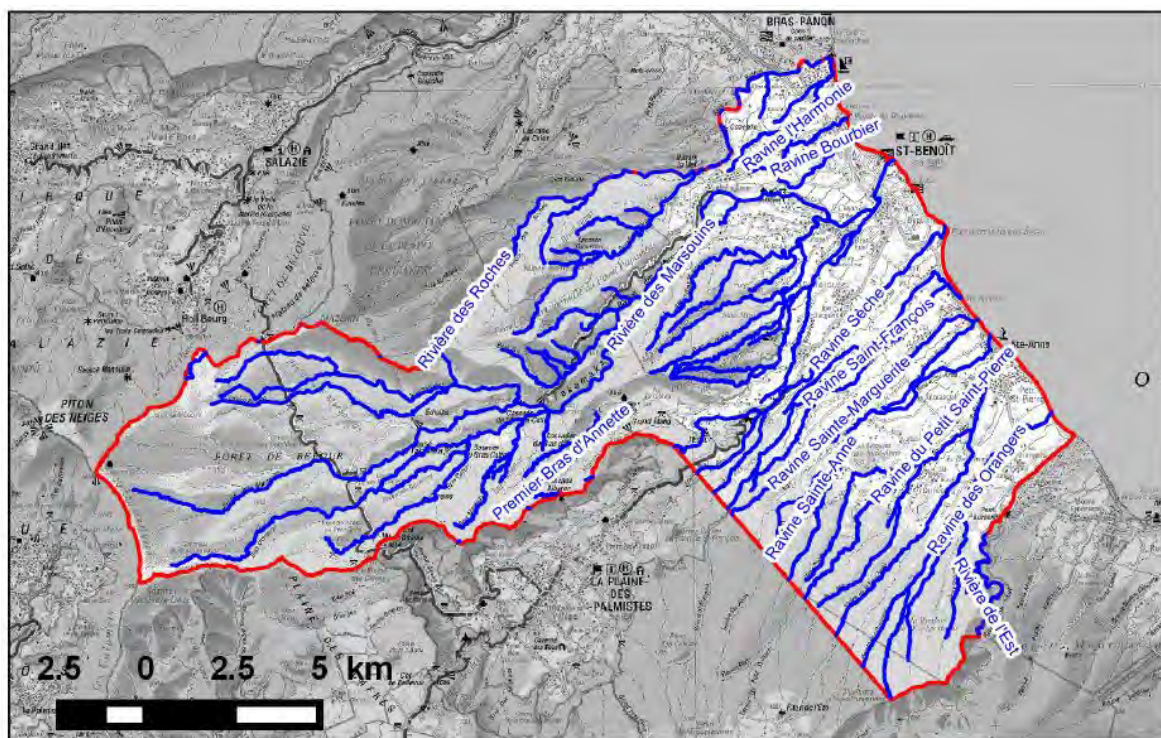


Figure 4 - Réseau hydrographique des bas de Saint-Benoît

Le secteur littoral est principalement occupé à l'Ouest par d'anciennes plaines alluviales, notamment au niveau des quartiers de Beauvallon (Rivière des Roches), du Bourbier (ravine du Bourbier), du centre-ville (rivière des Marsouins) et de Beaufonds (Ravine Sèche). Du fait de l'origine de ces terrains, ils sont associés à des altitudes basses et des pentes faibles.

La limite entre le secteur alluvial et le début de la planèze est fréquemment marquée par des falaises d'une hauteur variable, généralement plurimétrique à décamétrique.

Faciès littoraux et dynamiques sédimentaires

Le littoral de Saint-Benoît, long de 14,4 km, est complexe de par les dynamiques que l'on y rencontre. Il est découpé en plusieurs secteurs aux fonctionnements distincts, avec du Sud au Nord (sens de la dérive littorale) :

- Le secteur de l'exutoire de la rivière de l'Est à la pointe de la Ravine Sèche, ($\approx 7,3$ km). Le cône alluvial de la rivière de l'Est sépare les communes de Saint-Benoît et de Sainte-Rose. Les alluvions sont ensuite transportées vers le Nord, dans le sens de la dérive globale et permet notamment l'approvisionnement du littoral du quartier de Sainte-Anne. Le secteur est caractérisé par la présence de galets cyclopéens ;
- Le secteur de la ravine Sèche qui forme une pointe alluviale bien marquée alimente le littoral de Beaufonds, juste au Nord. L'impact de cette pointe se fait ressentir sur le stock sédimentaire jusqu'au quartier du Butor et la jetée éponyme sur environ 1,6 km ;
- Le secteur de la jetée du Butor à l'exutoire de la rivière des Marsouins ($\approx 1,5$ km), qui est caractérisé par un large déficit sédimentaire, du fait de la présence de la jetée, qui bloque les sédiments à l'amont-dérive (cf. Figure 5), notamment en provenance de la ravine Sèche ;

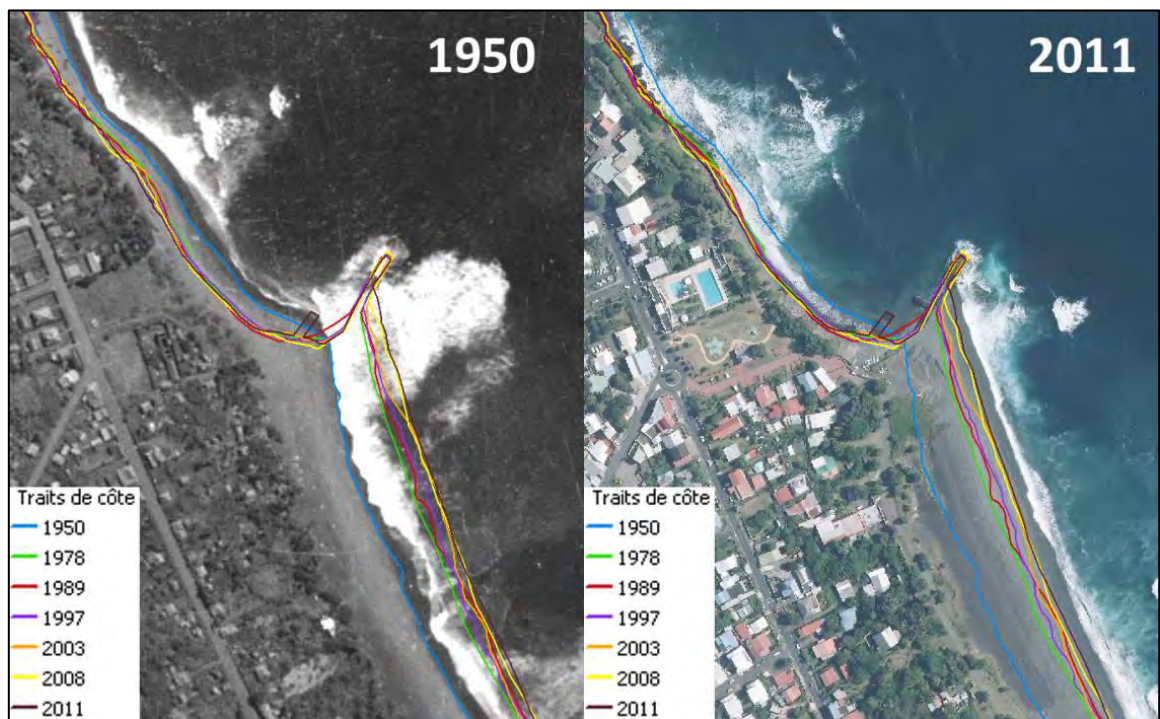


Figure 5 – Impact de la jetée de Saint-Benoît sur le transit sédimentaire

- Le secteur de la rivière des Marsouins à la pointe du Bourbier ($\approx 2,1$ km), caractérisé par un littoral bas et anthropisé, et par la présence d'un cordon de galets jusqu'au cap basaltique constitué par la pointe du Bourbier, qui crée une barrière naturelle au transit sédimentaire ;



Figure 6 - Cordon de galets au Sud de la pointe du Bourbier

- Enfin, le littoral de la pointe du Bourbier à l'exutoire de la rivière des Roches, à l'extrémité Nord de la commune ($\approx 1,9$ km). Ce secteur est alluvial et caractérisé par la présence d'un large cordon de galets.

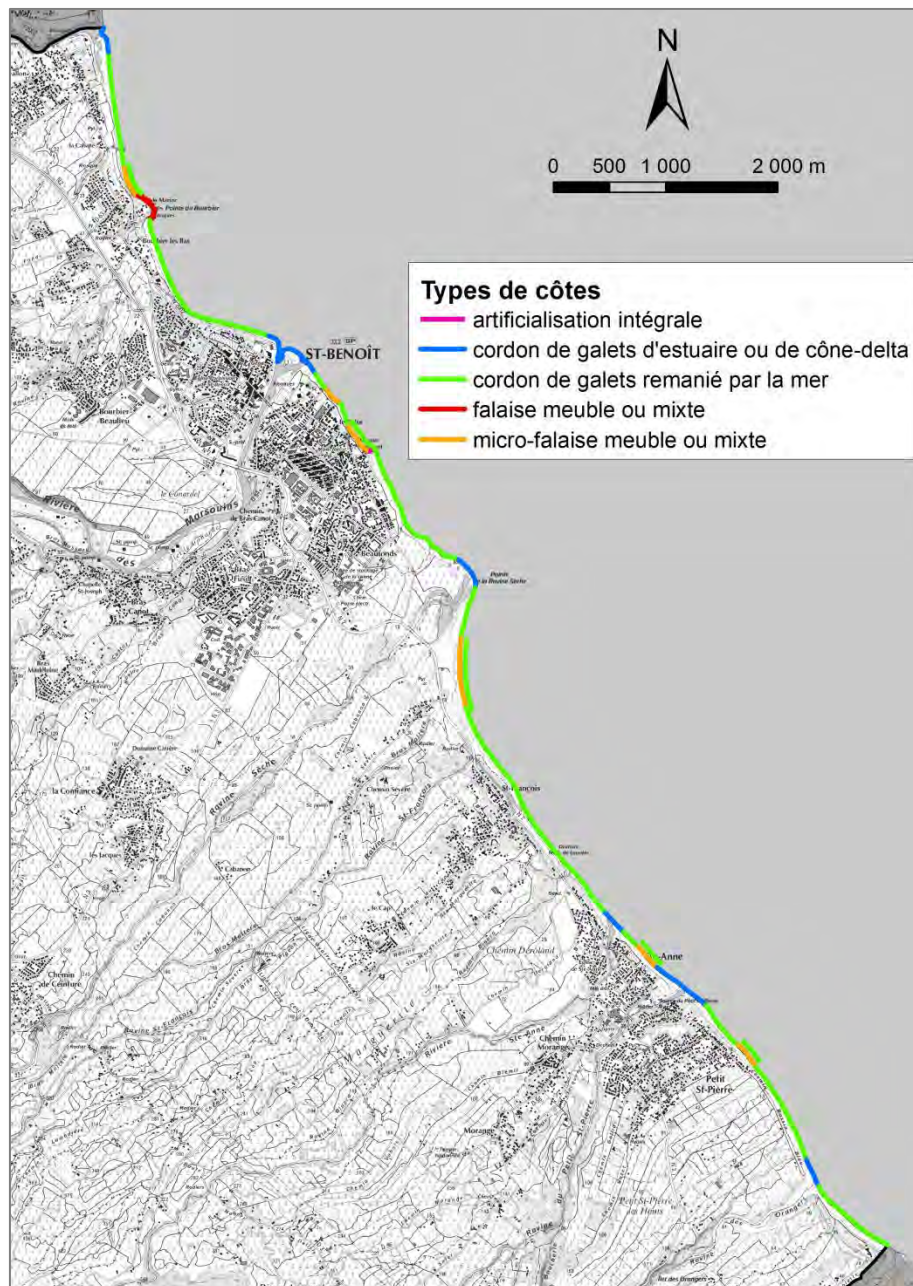


Figure 7 - Types de côtes sur le littoral de Saint-Benoît

Le fonctionnement hydro-morpho-sédimentaire du littoral de Saint-Benoît est donc intrinsèquement lié aux apports terrigènes. La forte densité de rivières et ravines présentes sur le territoire communal permettent un approvisionnement en sédiments basaltiques grossiers (galets). Cependant, les transits transversaux se trouvent bloqués par les aménagements et les irrégularités du littoral communal (pointes, caps...), générant des faciès différentiels entre l'amont et l'aval-dérive.

3.1.4. Contexte climatique

Vent

A La Réunion, les vents dominants proviennent du secteur Est-Sud-Est (alizés), avec toutefois des variations saisonnières et localisées selon les facteurs orographiques et thermiques. Situé à l'Est de l'île, Saint-Benoît est soumis à l'alizée et se retrouve « au vent ». Ce territoire est donc directement exposé au flux d'Est qui affecte l'île mais également aux brises diurnes (vent soufflant de la mer vers la terre) de secteur Est. Ces vents sont liés au rééquilibrage des contrastes thermiques existants entre terre et mer.

Pluviométrie

L'île de La Réunion est soumise à un régime d'alizés de Sud-Est. Durant l'hiver austral (mai à novembre), le courant d'alizé est généralement stable, induisant un temps relativement frais et sec. A l'inverse, pendant l'été austral, le déplacement vers le Sud de la zone de basses pressions intertropicales et l'éloignement de l'anticyclone de l'océan Indien affaiblissent les alizés et induisent un temps chaud, humide et pluvieux. C'est pendant cette saison que peuvent se former des dépressions, tempêtes et cyclones tropicaux.

Une des conséquences de cette situation est une pluviométrie exceptionnellement intense à La Réunion : l'île détient les records mondiaux de pluviométrie cumulée pour des durées allant de 12 h (1 144 mm) à 15 jours (6 000 mm).

Situé sur la côte « au vent », Saint-Benoît affiche des valeurs de pluviométrie bien plus importantes que les territoires de la côte « sous le vent ». Les précipitations moyennes annuelles dans le secteur dépassent les 3 000 mm annuels sur le littoral et plus du double en altitude (Atlas climatique de La Réunion, Météo France 2010, cf. Figure 8).

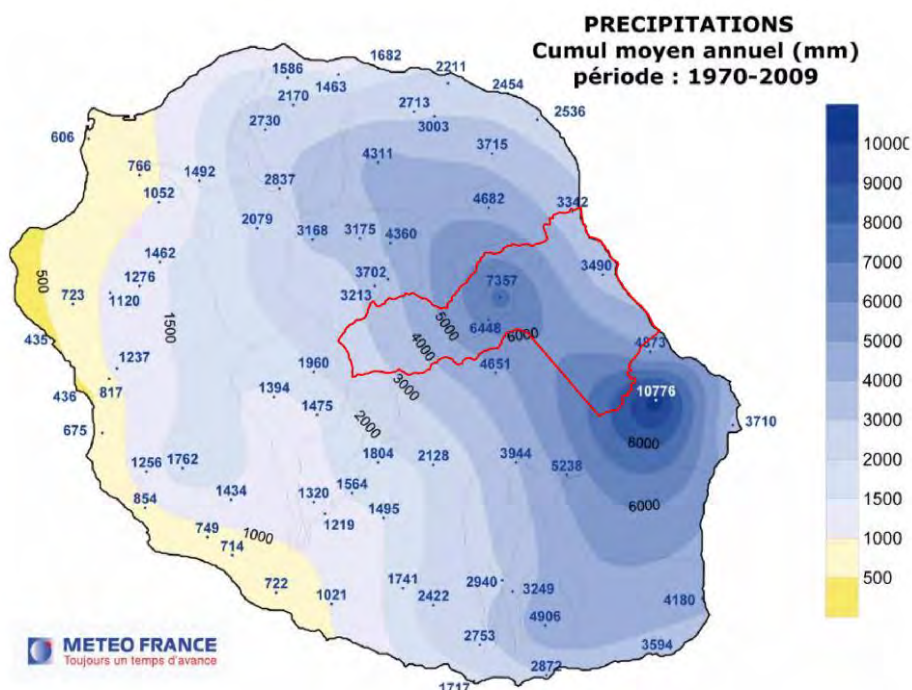


Figure 8 : Précipitations moyennes annuelles sur la période 1970-2009 (source : ©Météo France)

Météo France Réunion a réalisé une carte de zonage pluviométrique en 2010, tenant compte du relief (cf. Figure 9), qui qualifie les secteurs soumis à un régime pluviométrique équivalent. La commune de Saint-Benoît est concernée par les régions 4, 5 et 7 :

- La région 4 correspond à la forêt de Bébours-Bélouve, à la Plaine des Palmistes et à l'Est du volcan du Piton de la Fournaise. Il s'agit d'une région avec de fortes variations saisonnières, où février est jusqu'à 10 fois plus arrosé que le mois d'octobre ;
- La région 5 regroupe les communes de Sainte-Suzanne, Saint-André et les bas de Saint-Benoît. Cette région du Nord-Est connaît des précipitations modérées mais avec une sécheresse hivernale qui reste peu marquée ;
- La région 7 qui marque la périphérie Sud-Est de l'île est de loin la plus arrosée. Les précipitations y sont abondantes toute l'année et il y pleut souvent plus en hiver qu'en été.

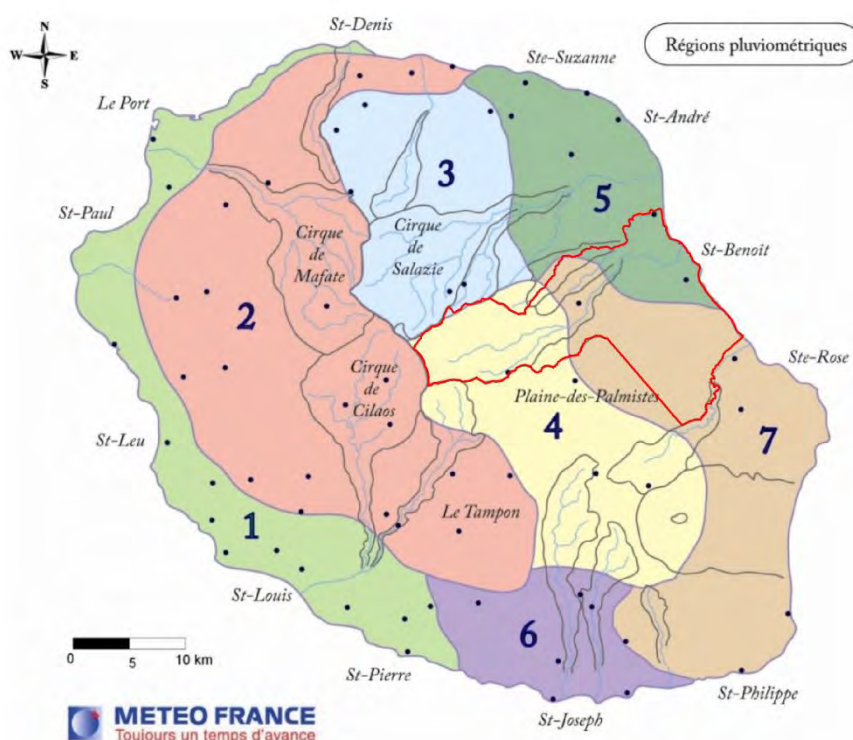


Figure 9 : Régions pluviométriques déterminées par ©Météo-France Réunion (2010)

Concernant les stations météorologiques, quatre stations sont actuellement installées et suivies sur le territoire de la commune de Saint-Benoît. De plus, un grand nombre de stations historiques nous permettent d'avoir une importante base de données sur les normales de précipitations et leur répartition sur l'ensemble du territoire de Saint-Benoît.

L'ensemble de ces stations sont représentées à la Figure 10 ci-après :

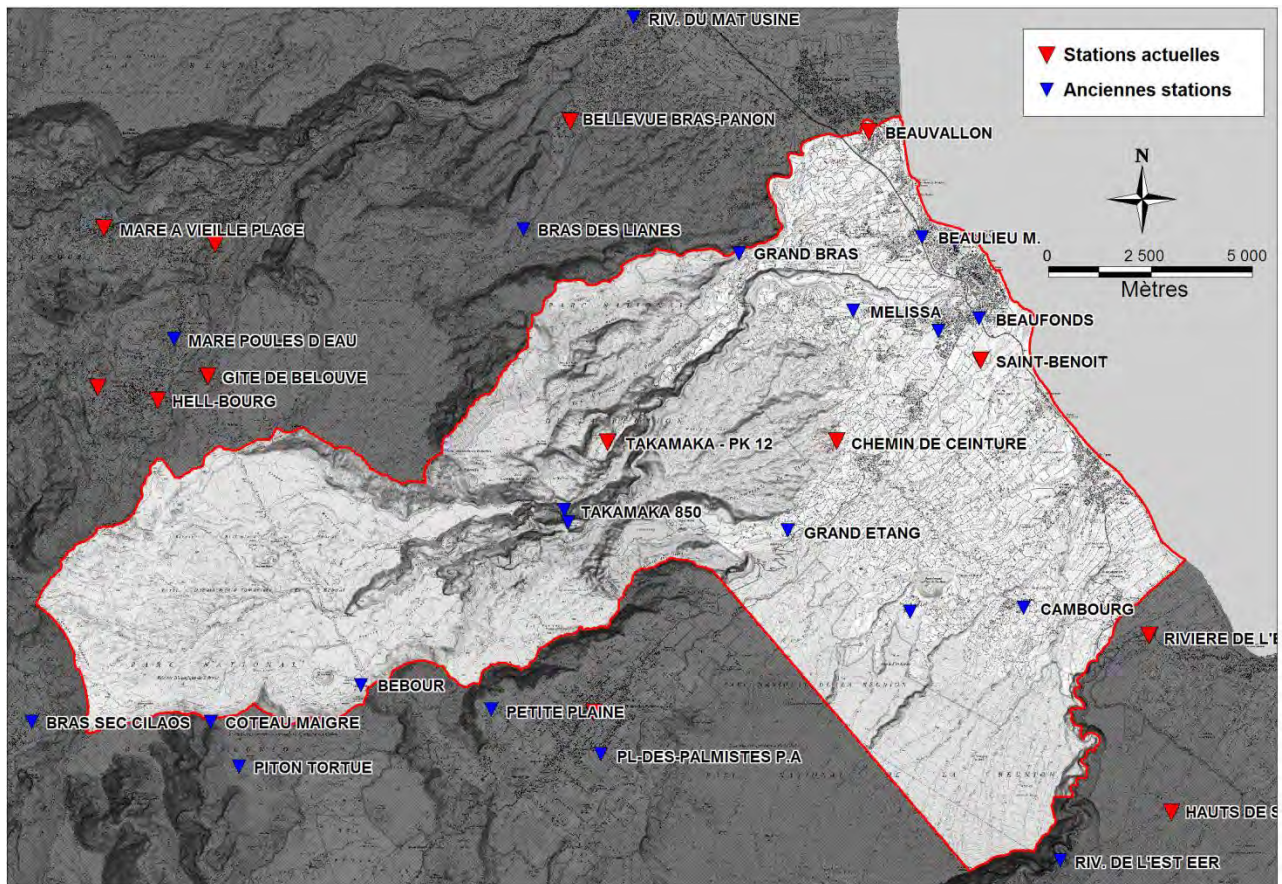


Figure 10 : Localisation des stations météo sur le secteur de Saint-Benoît (©IGN Scan100@ - 2010)

Le GEDC (Guide d'Estimation des Débits de Crues de La Réunion de 1992), propose, à partir d'une analyse statistique, des valeurs de pluies journalières décennales et centennales pour les stations suivies avec respectivement plus de 10 et 25 ans de mesures.

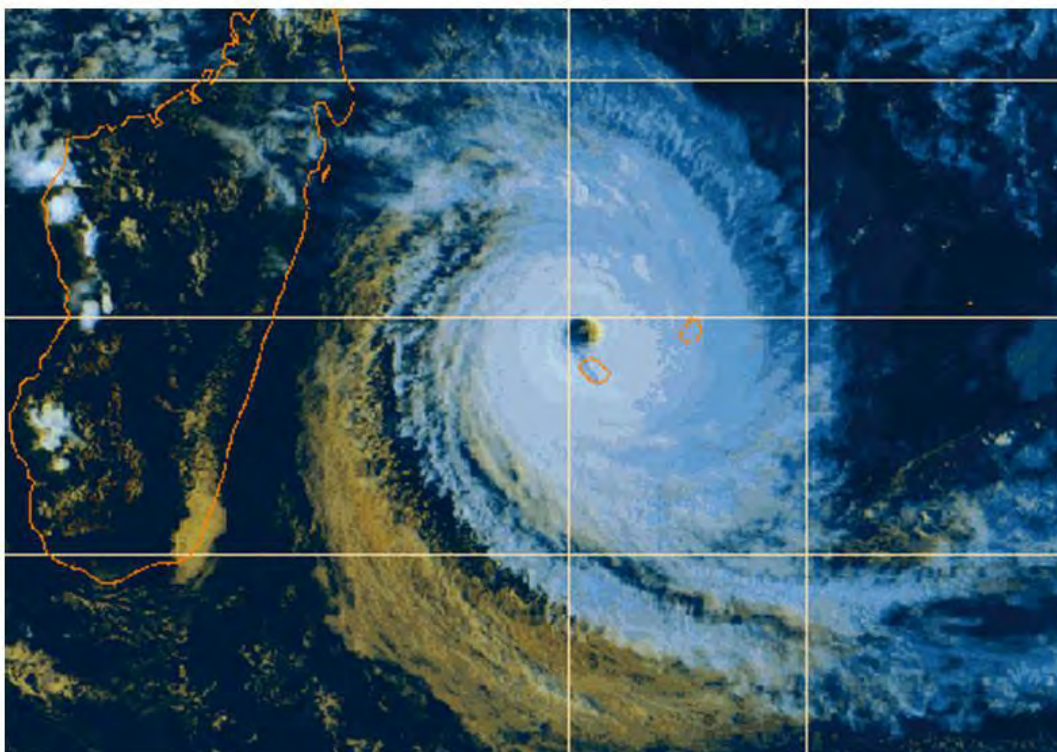
Les valeurs caractéristiques sont les suivantes pour quelques stations représentatives de Saint-Benoît :

Nom station	Altitude	Pluie Journalière Décennale (PJ ₁₀ en mm)	Pluie Journalière Centennale (PJ ₁₀₀ en mm = 1.6* PJ ₁₀)
Beauvallon	40	308	493
Beaufonds	20	322	515
Saint-Benoît	10	335	536
Grand-Bras	165	382	611
Takamaka usine	550	766	1226
Bebourg	1335	786	1257
Takamaka 850	850	1017	1627

Tableau 2 : Précipitations journalières décennales et centennales issues du GEDC, 1992 (en mm)

Les cyclones tropicaux

L'île de La Réunion est soumise à l'importante influence cyclonique affectant le Sud-ouest de l'océan Indien. Chaque année, de novembre à avril, la saison cyclonique apporte son lot de dépressions venant de l'Est. Les trajectoires les plus pénalisantes en termes de houle cyclonique diffèrent selon la façade que l'on considère. Généralement, les cyclones arrivent du Nord-est de l'île avec une trajectoire zonale Est-Ouest puis s'orientent vers le Sud-ouest en passant soit par l'Ouest (tels que Dina et Gamède, cf. Figure 11 et Figure 12), soit par l'Est de La Réunion.



*Figure 11 - Le cyclone Dina passant au plus près de La Réunion (21 janvier 2002, Météo-France)
L'œil est passé à peine à 30km des côtes, le scénario est donc majorant puisque la côte Nord de l'île passe dans le rayon de vent maximum (Rm). La vitesse maximale (Vmax) a dépassé largement les 200km/h et les vagues ont atteint les 15m par endroit.*

Lors de la saison cyclonique, l'île vit au rythme des cyclones et des alertes qui lui sont associées. Bien qu'une solide politique publique de prévention soit en place sur l'île, le caractère imprévisible de la trajectoire des cyclones peut rendre difficile la gestion des risques. A La Réunion, le dernier cyclone à avoir impacté la quasi-totalité de l'île reste Gamède (février 2007), et ce en contournant La Réunion par le Nord-ouest. La difficulté de prévision de sa trajectoire s'est par ailleurs fait ressentir. Après être passé au Nord de l'île, ce dernier est en effet resté stationnaire plusieurs jours avant de se rapprocher de nouveau de l'île, générant de fortes précipitations, un important vent de Nord-Ouest et une houle destructrice en continu sur les façades Nord et Ouest.

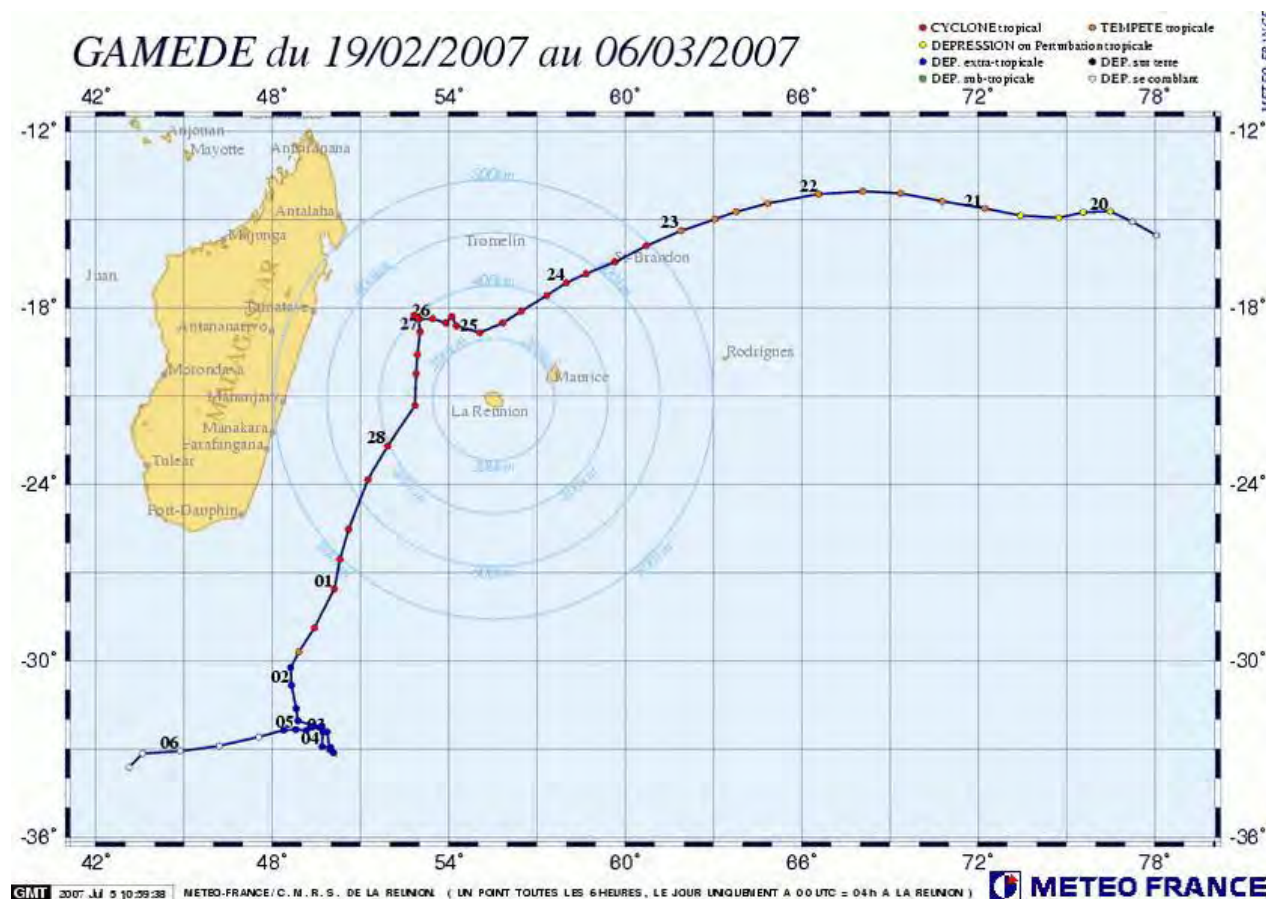


Figure 12 - Trajectoire du cyclone tropical Gamède de 2007 (Météo-France, 2008)

Une configuration comparable s'est produite lors du cyclone Hyacinthe en 1980, dont la trajectoire a décrit des boucles autour de La Réunion durant plus de 10 jours entre les 17 et 28 janvier. Ces deux cyclones ont battu plusieurs records mondiaux de précipitations.

Historiquement, d'autres cyclones ont lourdement impacté l'île de La Réunion et parfois bien plus que Gamède et Hyacinthe. Ce fut par exemple le cas des cyclones de 1948 et de 1962, tuant respectivement 165 et 37 personnes. Ces chiffres s'expliquent de trois manières :

- une politique de prévention quasiment inexistante à l'époque ;
- un habitat majoritairement précaire (cases en « bois sous tôle ») ;
- une absence de connaissance des risques entraînant une installation dans des zones fortement vulnérables aux différents aléas liés au passage d'un cyclone (fond de ravine, bord de mer, bord de rempart, etc...).

Depuis, un système d'alerte cyclonique et des normes de construction anticycloniques ont été mis en place. Cependant, bien que les constructions soient de plus en plus solides, il n'existe aucune obligation de respecter ces règles en dehors du domaine des constructions recevant du public. Les effets de cette consolidation progressive du parc immobilier réunionnais se fait malgré tout quelques peu ressentir ces dernières décennies, bien que des cyclones tels que Clotilda (1987), Firinga (1989), Dina (2002), Gamède (2007), ou Béjisa (2014) aient engendré des dégâts considérables sur les biens et les personnes.

Les houles australes

La commune de Saint-Benoît n'est soumise qu'à l'influence cyclonique estivale et n'est en revanche pas concernée par les risques hivernaux et la survenue des grandes houles australes de Sud-Ouest (cf. Figure 13).

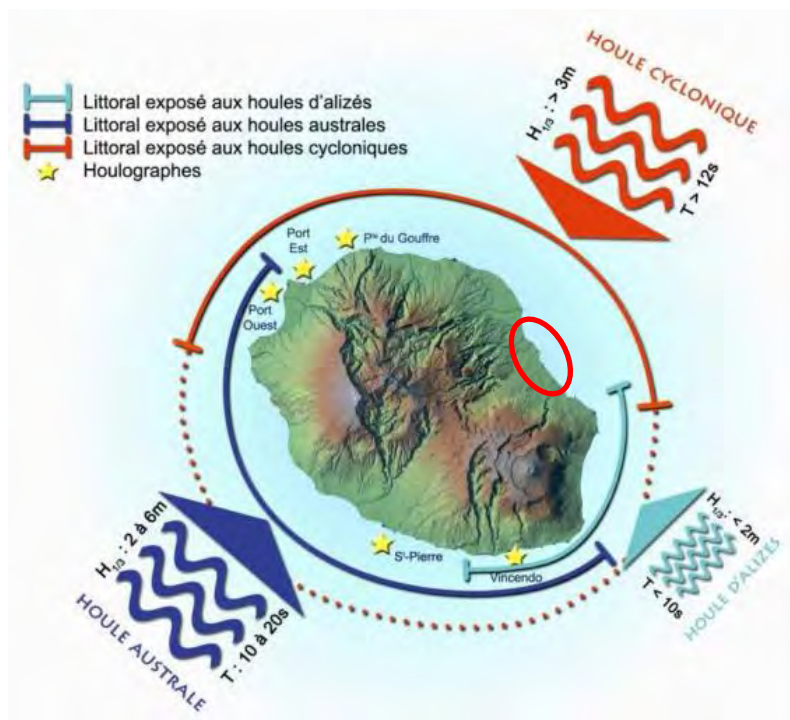


Figure 13 - Les différents régimes de houle à La Réunion (Météo France, 2009).

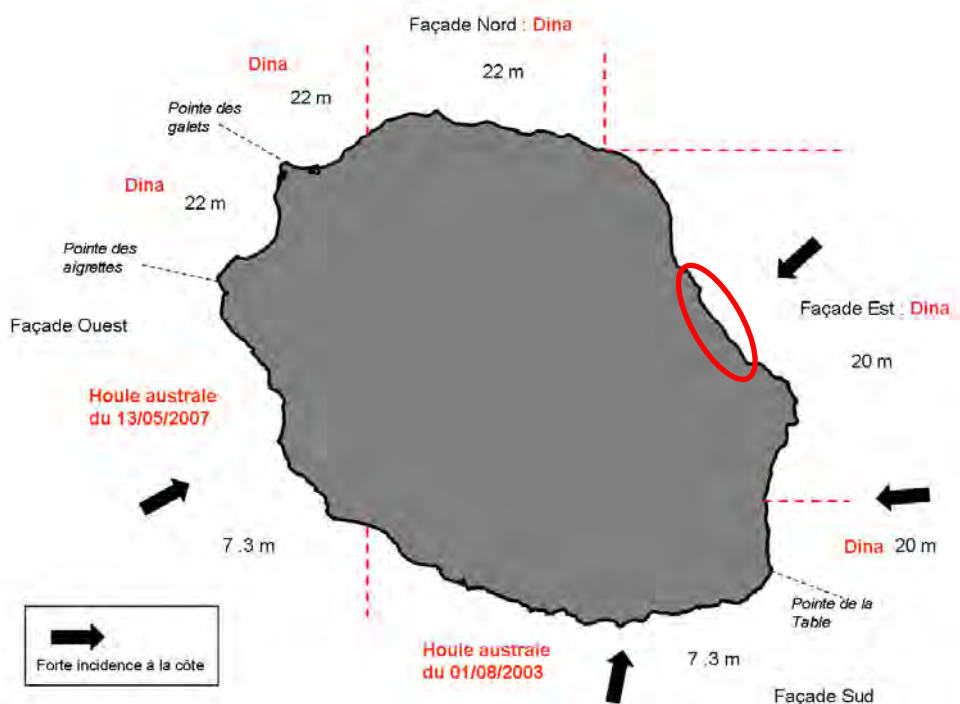
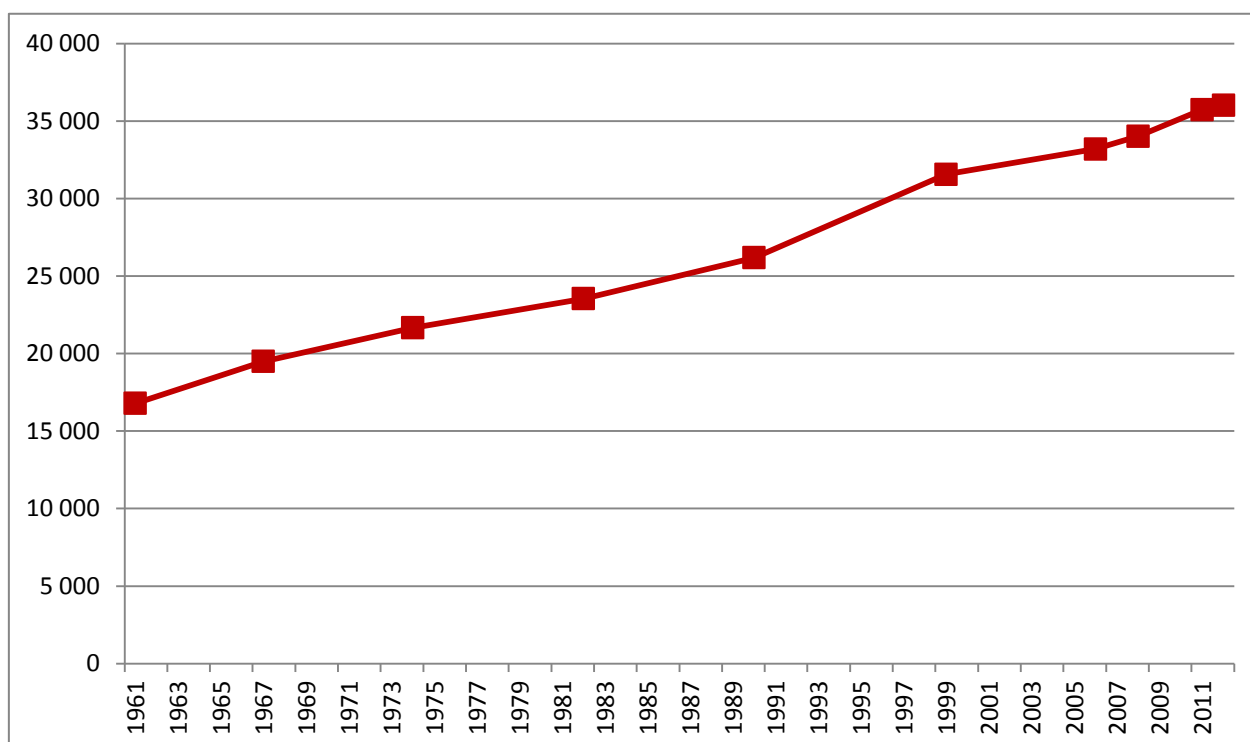


Figure 14 - Houles de références à La Réunion et caractéristiques au large (Pedreros et al., 2009)

En 2009, Pedreros et al. ont montré que **l'évènement quantifiable de référence sur le linéaire côtier de Saint-Benoît était la houle cyclonique liée au cyclone Dina en janvier 2002, cet évènement ayant généré des vagues d'une hauteur significative de l'ordre de 20 m au large de la côte.**

3.2. ENJEUX ET VULNERABILITE

Saint-Benoît a connu une régulière augmentation de sa population depuis 1961. En 51 ans, l'accroissement démographique s'élève à 561 habitants par an en moyenne, soit une augmentation de 219% en un demi-siècle par rapport à la population du premier recensement.



	1961	1967	1974	1982	1990	1999	2006	2007	2011	2012
Population	16 783	19 492	21 658	23 541	26 187	31 560	33 187	34 021	35 733	36 025
Densité moyenne (hab./km ²)	169,7	197,1	219,0	238,0	264,8	319,1	335,6	344,0	361,3	364,3

Tableau 3 : Evolution de la population de Saint-Benoît (source : @I.N.S.E.E.)

La densité démographique lors du recensement de 2012 était de 364 hab. /km² à Saint-Benoît contre une moyenne de 326,1 hab. /km² sur l'ensemble de l'île de La Réunion. La densité y est donc légèrement supérieure.

Le parc de logement s'établissait en 2012 à 13 528 unités (constitué à 90,5 % de résidences principales), soit une augmentation de 327% par rapport au recensement de 1967, illustrant une très forte pression foncière sur le territoire communal.

Cette pression urbaine est particulièrement visible sur le centre-ville (cf. Figure 15). Par ailleurs, les quartiers littoraux tels que le Bourbier, le Butor ou Sainte-Anne (cf. Figure 16) ont également

connu une croissance urbaine considérable à partir des années 1960. Historiquement, le bord de mer a été l'un des premiers territoires colonisé à Saint-Benoît, l'évolution urbaine ayant plutôt une dynamique de densification et d'étalement vers l'arrière-côte. Cette forte croissance n'est pas sans poser la question de l'exposition aux risques pour les populations concernées et récemment implantées.

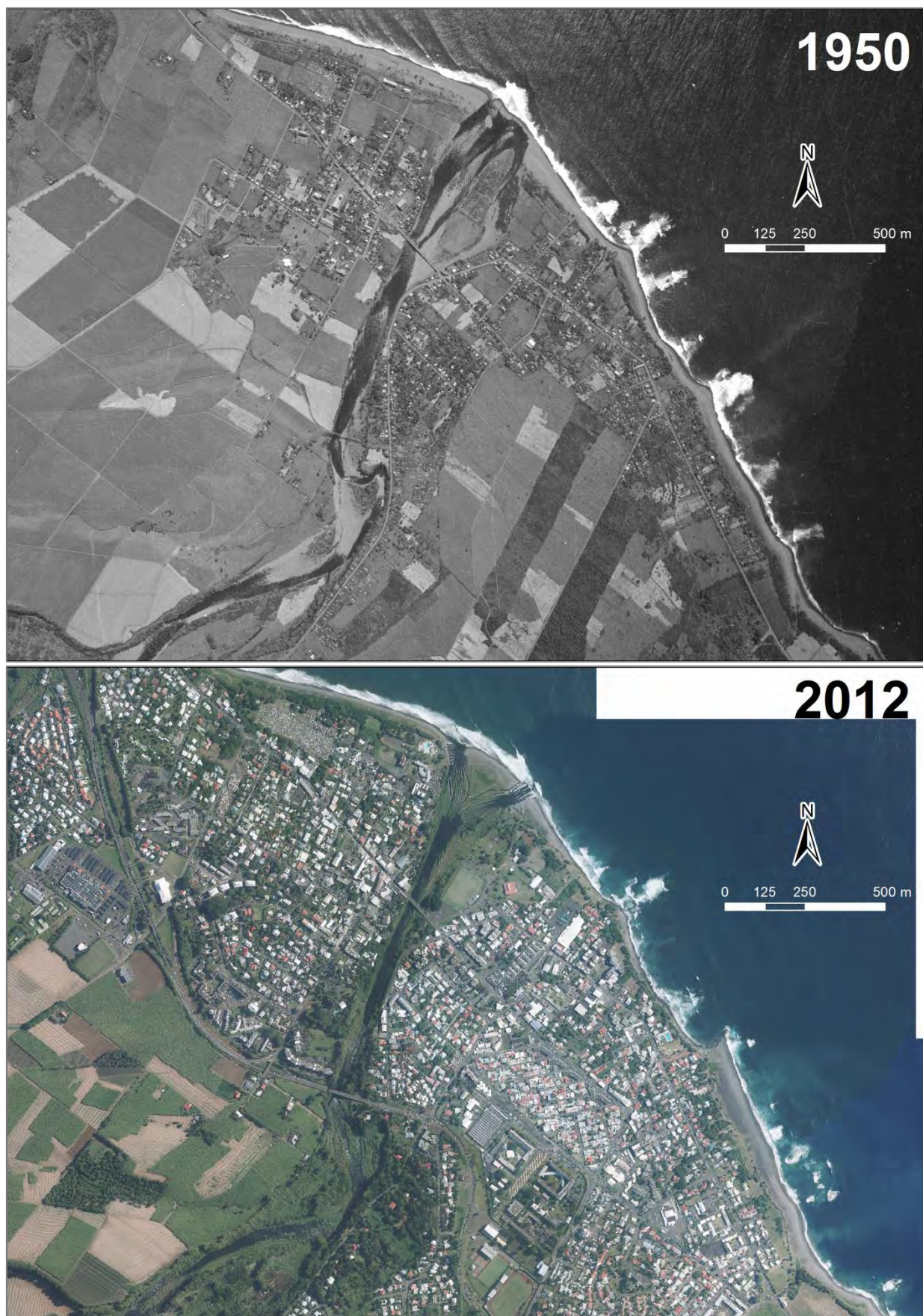


Figure 15 - Evolution de l'urbanisation du centre-ville de Saint-Benoît entre 1950 et 2012 – Photographie aérienne et orthophoto IGN©



Figure 16 – Evolution de l'urbanisation du quartier de Sainte-Anne (Saint-Benoît) entre 1950 et 2012 – Photographie aérienne et orthophoto IGN©

Outre le bâti, les principaux enjeux qui ont été répertoriés et cartographiés au regard des aléas submersion marine et érosion du trait de côte sont les suivants :

- les services de sécurité et de secours (gendarmerie, caserne de pompiers, poste de secours en mer, etc.) ;
- les espaces collectifs (parcs, aires de jeux, terrains de sport) ;
- les structures de traitement de l'eau potable ;
- les établissements d'enseignement (écoles, collèges, lycées) ;
- les bâtiments administratifs (mairie principale et mairies annexes, poste, impôts, etc.) ;
- les autres établissements recevant du public (lieux de culte, gymnases, golfs, etc.) ;
- les snacks et restaurants ;
- les équipements d'hôtellerie (hôtels, campings, etc.).

Le milieu physique naturel qui couvre le reste du territoire communal représente un enjeu environnemental. Sur le littoral, il est notamment caractérisé par la zone humide de la pointe de la ravine Sèche.

Les principaux enjeux autres que le bâti sont reportés sur la carte présentée en annexe 5 de ce dossier.

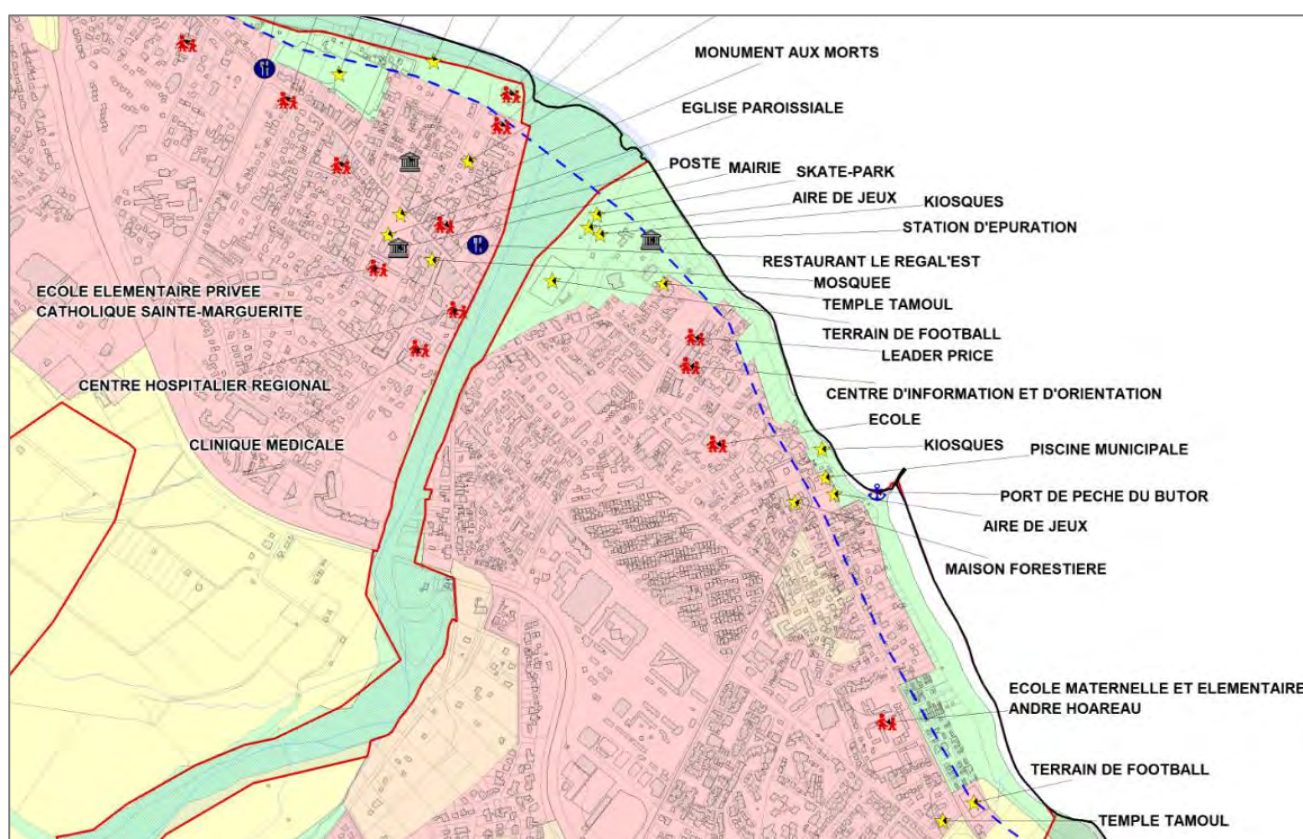


Figure 17 - Extrait de la carte des enjeux de la commune de Saint-Benoît (cf. Annexe 5)

4. Historicité et caractérisation des phénomènes naturels

4.1. PHENOMENES HISTORIQUES

L'ensemble des évènements recensés ayant affecté par le passé le territoire communal de Saint-Benoît est reporté en annexes 1 et 3 (cartes des phénomènes historiques érosion et submersion marine). Cette connaissance historique est principalement issue de l'analyse d'archives, notamment de la revue de presse de la DDE « Saint-Benoît dans la tourmente », d'articles de journaux et d'enquêtes de terrain réalisées en mai 2013. Quelques éléments sur les événements sont donnés ci-après (Aunay et al., 2014 - Rapport BRGM/RP-63149-FR) :

Cyclone de mars 1868

- « Les ponts débarcadères du chef-lieu et de Bourbier ont été démolis par la vague qui déferlait de loin et venait battre la construction de pierre servant de magasin aux établissements de la marine », Le maire de Saint-Benoît au directeur de l'intérieur, 14 mars 1868 - Saint-Benoît dans la tourmente.

Cyclone de mars 1904

- « Effets du cyclone terribles. Eglise toiture enlevée, une partie de la mairie enlevée...La plupart des maisons sérieusement endommagées. Les usines de Beaufonds et de Beaulieu énormes dégâts. La mer a envahi la gare jusqu'à un mètre de hauteur » Le journal de l'île de La Réunion, 25 mars 1904.
- « Tous les bâtiments communaux sont à peu près démolis. Les écoles ne peuvent plus être fréquentées des élèves à cause des accidents qui pourraient survenir. Les cimetières ont eu leurs murs écroulés par la mer qui est entrée dans celui de Sainte-Anne et a brisé les tombes. Celui de Saint-Benoît est complètement inondé par l'eau qui ne peut plus s'écouler à la mer, les courants déversant les eaux ayant eu leurs embouchures obstruées par les apports de galets. Les routes sont ravinées et sont actuellement impraticables. Plus de 200 familles d'indigents sont sans asile et sans pain, leurs cases ayant été complètement détruites » Lettre du maire de Saint-Benoît au gouverneur, 26 mars 1904.
- « Disons en commençant que l'imagination la plus fertile ne peut concevoir la violence des flots neptuniens. La mer n'avait plus de freins, dans la nuit du 21 au 22 mars. En certains endroits, elle est arrivée à plus de 300 mètres à l'intérieur. La partie de voie comprise entre le bâtiment des voyageurs et la remise des machines est repliée ; et les rails sont en partie tordus » La patrie créole, 27 mars 1904.

Cyclone Jenny (mars 1962)

- « De mémoire d'homme, la commune de Saint-Benoît n'avait jamais autant souffert d'un cyclone. « Jennie » a éprouvé cette région entre 12h30 et 14h. Vers 13h, un raz-de-marée d'une extrême violence a emporté la quasi-totalité des habitations installées sur le littoral. A la gare de Saint-Benoît, 14 wagons et une motrice 2M5 ont été couchés à terre et déportés d'une dizaine de mètres. Au port de pêche, toutes les barques, pourtant à l'abri, ont été fracassées. Le petit village dit des « Galets » (ravine de Saint-François) a totalement disparu. Une trentaine de paillotes et de petites maisons ont été complètement détruites et les débris retrouvés à une centaine de mètres plus loin », Journal de l'île de La Réunion, 2 mars 1962.

- Au Butor, l'eau s'est répandue dans la rue au Nord de la jetée et s'est écoulé jusqu'au rond-point en arrière, inondant toutes les habitations à proximité (au Sud de la route, derrière l'actuelle cale).
- A Saint-François, une trentaine d'habitations ont été détruites suite à la pénétration de l'eau de mer rejoignant les eaux de la rivière. Cela a formé un « *grand lac d'eau saumâtre et beaucoup de gens sont morts noyés* », au dire d'un habitant du secteur.

Cyclone Clotilda (février 1987)

- A Beauvallon, l'eau a pénétré dans le restaurant « Beauvallon » et s'est étendue jusqu'au stade de football.

Cyclone Firinga (janvier 1989)

- A Sainte-Anne, l'Oratoire Notre-Dame subit des projections de galets. La route N2 est submergée par la houle.
- A Beauvallon, le restaurant a été inondé comme lors de Clotilda (1987), et l'eau s'est étendue jusqu'au stade de football.

Cyclone Colina (janvier 1993)

- « *Une centaine de personnes, toutes venues du quartier Bourbier les Rails, ont passé la nuit à l'école Odile Elie, du centre-ville. Situé en bordure de la mer, le secteur avait, depuis le matin, reçu des paquets de mer* », Le Quotidien, 21 Janvier 1993.
- A Bourbier les Bas, le sentier littoral a été détruit sur 70 à 80 m de même que l'ancienne aire de jeux suite à une érosion importante. Des cases ont également été détruites en front de mer (seule une chape de béton reste aujourd'hui visible à l'emplacement de ces anciennes cases) et l'eau s'est répandue jusqu'à la RN 2002.
- Dans le centre-ville, la piscine située devant l'IRTS a été totalement inondée. L'eau s'est déversée dans la piscine municipale et des galets y ont été retrouvés. Le portail a par ailleurs été emporté. A l'époque, les enrochements présents actuellement face à la piscine n'étaient pas mis en place.
- Au Butor, la houle franchit le sentier et vient au niveau des clôtures des premières maisons en front de mer.

Cyclone Dina (janvier 2002)

- Au Butor, l'eau s'est répandue en arrière de la jetée et a détruit le mur protégeant la cale de mise à l'eau.
- Dans le centre-ville, l'IRTS a été inondé par conjonction entre la houle et l'augmentation du niveau d'eau dans la ravine des Marsouins. L'eau de mer est remontée dans la ravine et a débordé par-dessus la digue.

Cyclone Gamède (février 2007)

- Au centre-ville, au niveau de l'IRTS, des vagues sont arrivées jusqu'à l'emplacement du portail, sans pour autant le franchir. Des galets ainsi que du bois flotté ont également été charriés.

Cyclone Felling (janvier 2013)

- Projections de galets au Butor, au Nord de la jetée.

Depuis 1993, 10 arrêtés de catastrophes naturelles ont été recensés sur la commune de Saint-Benoît, dont 3 sont imputables aux problématiques littorales. Le tableau ci-après en présente la liste :

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	18/01/1993	20/01/1993	18/05/1993	12/06/1993
Inondations et coulées de boue	12/02/1993	14/02/1993	14/06/1993	27/06/1993
Inondations et coulées de boue	15/02/1993	17/02/1993	14/06/1993	27/06/1993
Inondations et coulées de boue	27/02/1993	03/03/1993	14/06/1993	27/06/1993
Inondations et coulées de boue	10/02/1994	12/02/1994	12/04/1994	23/04/1994
Inondations et coulées de boue	08/12/1995	09/12/1995	20/02/1996	23/03/1996
Inondations et coulées de boue	24/02/1998	25/02/1998	26/05/1998	11/06/1998
Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	22/01/2002	23/01/2002	08/04/2002	18/04/2002
Inondations et coulées de boue	16/02/2005	18/02/2005	02/08/2005	10/08/2005
Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	24/02/2007	28/02/2007	23/03/2007	28/03/2007

*Tableau 4 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelle sur la commune de Saint-Benoît
(source : www.prim.net - mise à jour 11/06/2014)*

Les ouvrages généraux de Météo-France (Soler, 1997 et Mayoka, 1998), indiquent les cyclones majeurs ayant concernés La Réunion, et plus ou moins directement Saint-Benoît. Ce listing a été reporté et complété au Tableau 5 ci-après.

Cyclones	Passage au plus près des côtes réunionnaises	Pression minimale (hPa)	Vents max (Km/h)	Hauteur de houle
Béjisa	50 km à l'Ouest des côtes de Saint-Leu	950	178 au Gîte de Bellecombe	$H_{1/3} \approx 6,5$ $H_{Max} \approx 10,6$ à la Possession
Gamède (23/02-28/02/2007)	230 km au Nord et à l'Ouest des côtes	935	137 (au Port)	H_{Max} : 11,7 m à la Pointe du Gouffre
Gafilo (02/03 -15/03 2004)	720 km au Sud de l'île	898	260	$H_{1/3}$: 4 au Port-Est 4,7 m à la Pointe du Gouffre
Hary (06/03 -13/03 2002)	371 km au Sud-Ouest de l'île	905	> 220	$H_{1/3}$: 5,3 m au Port-Ouest 4,5 m au Port-Est 4,3 m à la Pointe du Gouffre
Dina (17/01-26/01 2002)	65 km au Nord-Nord-Ouest de l'île	910	>180 (sur le littoral)	$H_{1/3}$: >3,5 m au Port-Ouest >3,4 m au Port-Est >4,2 m à la Pointe du Gouffre
Hollanda (06/02-15/02 1994)	20 km à l'Est de Saint-Philippe	940	150	-
Colina (14/01-21/01 1993)	Sur l'île le 19 janvier	970	> 140	-
Firinga (25/01- 07/02 1989)	Sur l'île le 29 janvier à Saint-Benoît, ressort au niveau du Port	954	> 140	-
Clotilda (09/02- 22/02 1987)	Sur l'île le 13 février	970	> 120	$H_{1/3}$: 2,28 m au Port-Ouest.
Hyacinthe (Janvier 1980)	70 km au Sud de l'île	978 (au Port)	137 (à Gillot)	-
Jenny (Février 1962)	Sur l'île le 28 février	948	264	-
Cyclone de 1948	30 km à l'Ouest de l'île	910	310	-

Tableau 5 : Liste des cyclones notables

4.2. CARACTERISATION DES ALEAS LITTORAUX

4.2.1. Aléa recul du trait de côte (RTC)

Considérations générales sur l'aléa RTC

D'après le guide national pour l'élaboration des PPRL¹, le recul du trait de côte est le déplacement vers l'intérieur des terres de la limite entre le domaine marin et le domaine continental. Il est la conséquence d'une perte de matériaux sous l'effet de l'érosion marine, érosion naturelle induite par les forçages marins, combinée parfois à des actions continentales, ou d'une érosion générée ou accélérée par l'homme (sur-fréquentation, extraction, aménagements et ouvrages de protection, urbanisation proche du littoral entraînant des ruissellements de surface et la présence de réseaux, etc.).

L'érosion est une perte de sédiments pouvant entraîner un recul du trait de côte ou un abaissement du niveau de l'estran ou de la plage. Les côtes basses meubles ainsi que les côtes à falaises peuvent reculer. Les côtes basses meubles se caractérisent cependant par une mobilité permanente donnant au trait de côte une géométrie variable, pouvant se caractériser par des phases d'avancée et de recul. Les côtes à falaises ne peuvent quant à elles que reculer. Leur recul

¹ Guide méthodologique : Plan de prévention des risques littoraux, DGPR, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Mai 2014.

est souvent plus complexe à appréhender du fait de la combinaison des actions continentales (infiltration, ruissellement, etc...) en haut de falaise et des actions directes de la mer. L'évolution du trait de côte dépend de plusieurs paramètres :

- Les facteurs météorologiques : précipitations et vent (météorisation) ;
- Les facteurs hydrodynamiques : marée, houle (couple période/hauteur) ;
- Les facteurs continentaux : géologie et apports sédimentaires terrigènes ;
- Les facteurs anthropiques : piétinement, prélèvements, perméabilisation et/ou fixation du trait de côte, etc.

A La Réunion, il faut également compter sur les apports biodétritiques liés à la présence de récifs coralliens frangeants.

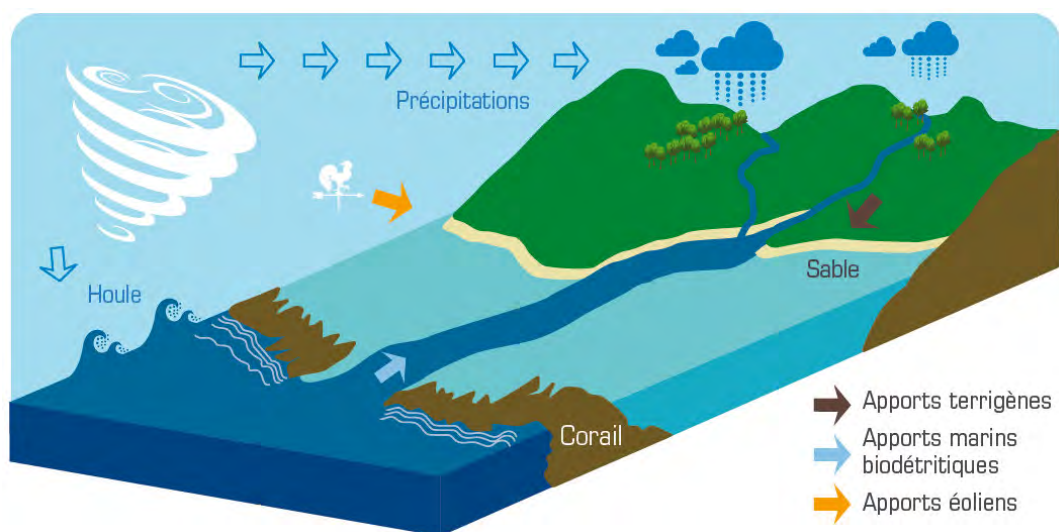


Figure 18 – Fonctionnement naturel du système littoral réunionnais (De La Torre et al, 2012)

Le recul du trait de côte s'appréhende à l'échelle de la cellule hydro-sédimentaire correspondant au secteur de dynamique sédimentaire cohérente. La cellule délimite un tronçon de littoral le long duquel les dynamiques sont comparables (sens des courants, dynamique dans les petits fonds). La cellule hydrosédimentaire définit par ailleurs le sens de transit et donc la redistribution des sédiments le long de la plage (Sud/Nord à Saint-Benoît). Ses limites dépendent généralement :

- De la morphologie littorale (caps, péninsules, anses) ;
- D'autres limites naturelles telles que les embouchures de cours d'eau (rôle d'épi hydraulique/ apports sédimentaires différenciés en amont-dérive et en aval-dérive) ;
- Des courants marins pouvant inverser les dynamiques évolutives entre deux secteurs adjacents ;
- Des aménagements pouvant bloquer le transit et les dynamiques longitudinales (digues, perrés, etc.) et transversales (épis, jetées, etc.).



Figure 19 - Digue bloquant le transit sédimentaire à Saint-Benoît (De La Torre et al, 2012)

Tel que défini dans le cadre de l'élaboration de ce PPRL, le recul du trait de côte correspond à une évolution sur le long terme du littoral, observable à des échelles de plusieurs décennies, consécutive à une tendance à l'érosion. L'érosion peut aussi être observée de manière ponctuelle après un événement tempétueux. Cette accélération des phénomènes est liée à la longueur d'onde², plus importante lors de fortes houles. La longueur d'onde définit en effet la puissance du courant de retrait des vagues (ou backwash) duquel va découler un arrachement des sédiments. Par opposition, les vagues dites « constructrices » ont une période courte et permettent une reconstitution des cordons sédimentaires avec un swash (vague montante) plus important que le backwash (vague descendante).

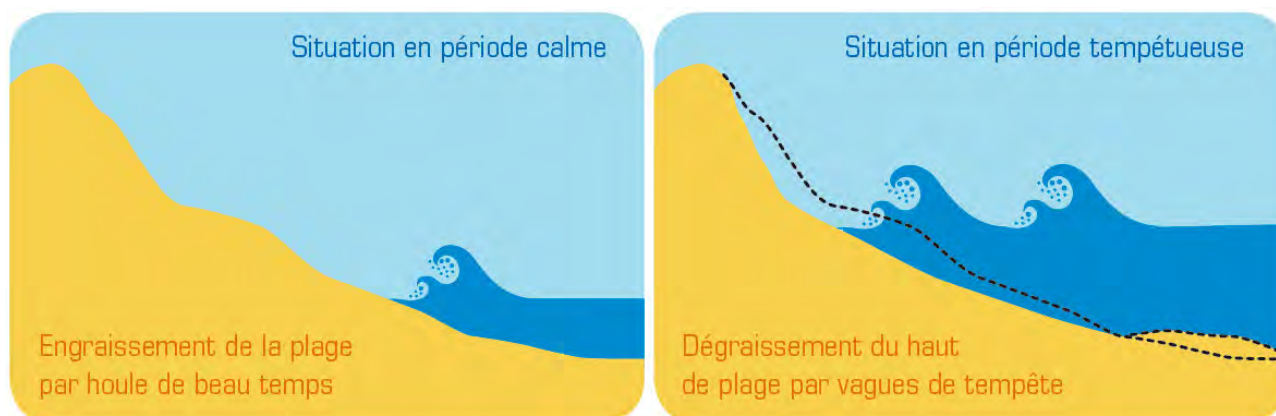


Figure 20 - Variations du profil de plage en fonction du régime de houles (De La Torre et al, 2012)

A La Réunion, les manifestations du recul du trait de côte peuvent être multiples. Par ailleurs, on peut distinguer les phénomènes affectant les côtes sédimentaires de ceux affectant les côtes rocheuses et à falaises.

Sur les côtes sédimentaires, on peut constater (cf. Figure 21) :

- La mise à nue racinaire ou l'arrachage de la végétation littorale (filaos, vacoas, patate à Durand, veloutier, etc.) ;
- La création de talus d'érosion ;
- La mise à nue et/ou le démantèlement de dalles de beach rock (ou grès de plage) ;
- La déstructuration partielle ou totale (affouillement, déchaussement, basculement, ruine, etc.) d'ouvrages côtiers (murs, clôtures, ouvrages de défense).

² Distance séparant deux crêtes ou deux creux successifs



Figure 21 - Les manifestations de l'érosion des cordons sédimentaires à La Réunion (De La Torre et al, 2012)

Suite à des événements exceptionnels et en fonction des stocks sédimentaires disponibles, deux types de dynamiques peuvent se produire sur les cordons sédimentaires :

- Une reconstitution du cordon sédimentaire (sable et/ou galets) autrement appelée « résilience » et correspondant à la capacité du trait de côte à se recharger naturellement à la suite d'un événement donné ;
- Une érosion durable du trait de côte pour cause de déficit sédimentaire dans les petits fonds à l'échelle de la cellule hydro-sédimentaire. Ce déficit définit les tendances à l'érosion sur le moyen et long terme.

Sur les côtes à falaises, les phénomènes rencontrés sont les suivants (cf. Figure 22) :

- Sous-cavage ;
- Fracturation de la roche en partie sommitale et/ou frontale ;
- Eboulements/effondrements de pans de falaises.

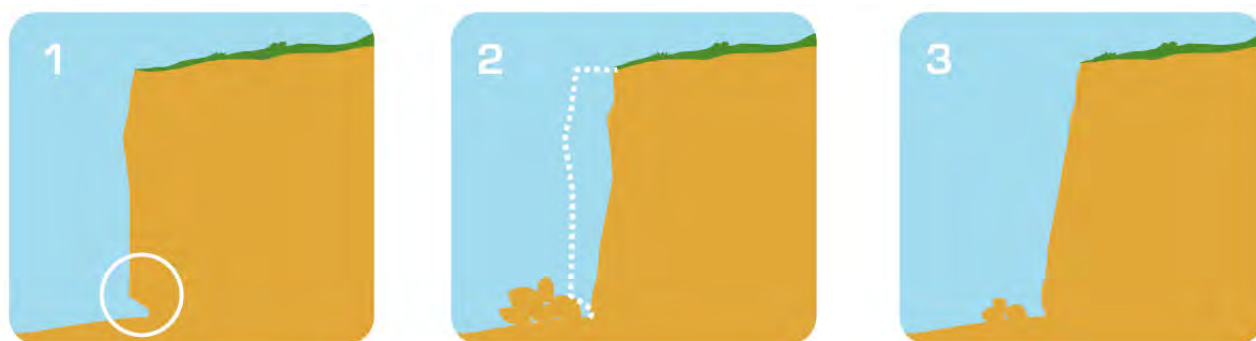


Figure 22 - Recul classique d'une falaise (De La Torre et al, 2012)

Le bilan de l'érosion sur le littoral réunionnais fait état d'un recul sur environ 50% du linéaire côtier, soit environ 125 km sur un total de 250km de côtes (cf. Tableau 6).

Evolution	Part	Longueur	Type de littoral concerné
Accrétion (engraissement)	7%	18 km	Embouchures de rivières et ravines
Stabilité	22%	55 km	Littoral stabilisé par des aménagements ou de la végétation
Equilibre	21%	52 km	Littoral en équilibre dynamique (présentant une bonne résilience)
Erosion modérée	38%	95 km	Falaises basaltiques
Erosion prononcée	12%	30 km	Plage et microfalaises meubles surmontant les cordons de galets/de sable

Tableau 6 - Bilan de l'érosion sur le littoral réunionnais (De La Torre et al, 2012)

L'aléa RTC sur la commune de Saint-Benoît

La commune de Saint-Benoît connaît une problématique d'érosion du trait de côte sur 62% de son linéaire côtier. 38% du trait de côte communal connaît une dynamique de stabilité voire d'engraissement.

Les exutoires sont par exemple soumis à des processus relativement rapides et peuvent connaître des phases successives d'érosion et d'accrétion intenses en lien avec les dynamiques hydrauliques maritimes et fluviales. Sur le territoire de Saint-Benoît, certains de ces secteurs apparaissent en accrétion. C'est par exemple le cas, du Nord au Sud, des exutoires de la rivière des Marsouins, de la ravine Beauvallon, de la ravine du Petit-Saint-Pierre, ou encore de la ravine des Orangers.

Cette dynamique peut également être accentuée par des aménagements. C'est par exemple le cas de la jetée du Butor, qui bloque les transferts sédimentaires en provenance du Sud, et participe à une accrétion importante sur tout le littoral de Beaufonds, entre la pointe de la ravine Sèche et le Port de Saint-Benoît, et ce jusqu'à 50 cm par an (cf. Figure 19).

D'autres secteurs connaissent une certaine stabilité. C'est notamment le cas des secteurs rocheux, et notamment des falaises basaltiques du quartier de la Marine. Ce secteur étant

constitué de coulées basaltiques massives, la résistance de la roche y est grande et la stabilité des falaises importante.

L'étude de l'évolution de la position du trait de côte réalisée dans le cadre de ce PPRL montre que le reste de la commune est soumis à un phénomène de recul, les processus s'accroissant lors d'événements exceptionnels tels que les houles cycloniques (Annexe 1).

L'orientation de la côte joue également un rôle non-négligeable dans les vitesses d'évolution. Au vu de son exposition Nord-ouest / Sud-est, la commune est particulièrement sujette à l'érosion liée aux houles cycloniques estivales en provenance du Nord-est. Cet impact, couplé à une dynamique d'élévation du niveau de la mer, se fait notamment ressentir sur le littoral Nord autour de la pointe du Bourbier (Beauvallon et le Bourbier les Bas), mais également sur la quasi-totalité du littoral entre le Sud de la pointe de la Ravine Sèche et le quartier de Sainte-Anne (cf. Figure 23 et Figure 24).



Figure 23 – Erosion du sentier littoral du Bourbier-les-Bas à Saint-Benoît (photographie BRGM, 2013)



Figure 24 – Talus d'érosion au niveau du cimetière de Sainte-Anne (photographie BRGM, 2013)

Enfin, si la jetée du Butor participe à une retenue des sédiments à son amont-dérive, elle pose la problématique inverse en aval, le transit sédimentaire étant bloqué. Ainsi, tout le littoral Nord du

Butor connaît un recul de son trait de côte, de l'ordre de 20 à 30 centimètres par an. Ce phénomène pose la question de la vulnérabilité à moyen/long terme des enjeux situés en arrière de ce secteur, au niveau du centre-ville (Figure 25).



Figure 25 – Erosion au Nord de la jetée du Butor (photographie BRGM, 2013)

4.2.2. Submersion marine

Considérations générales sur l'aléa submersion marine

La submersion marine est l'inondation temporaire de la zone côtière liée à des conditions météorologiques défavorables. Lors du passage d'un cyclone, les vents violents et la chute de la pression atmosphérique contribuent de différentes manières à la submersion (cf. *Figure 26*) en générant :

- Une **surcote atmosphérique** : il s'agit d'une surélévation du niveau moyen de l'eau qui résulte de l'effet combiné de la dépression, qui crée un effet de baromètre inverse (on considère que la surcote augmente de 1 cm par hectopascal de dépression par rapport à la pression atmosphérique moyenne), et du vent, qui pousse les masses d'eau vers la côte en particulier dans les baies et les zones de haut fond.
- Des **vagues** qui contribuent de deux manières à la submersion :
 - Lors du déferlement, l'apport de masses d'eau au niveau de la côte engendre également une surcote très locale qui contribue à l'élévation du niveau moyen (cette surcote est communément appelée le **wave-setup**);
 - Sous l'impulsion des vagues, une nappe d'eau (appelée **jet-de-rive**) est projetée sur le rivage et peut atteindre des zones plus élevées que le niveau moyen. De plus, si les vagues déferlent au niveau de la côte et des aménagements côtiers (protections ou habitations), la libération de leur énergie peut engendrer des dégâts importants.

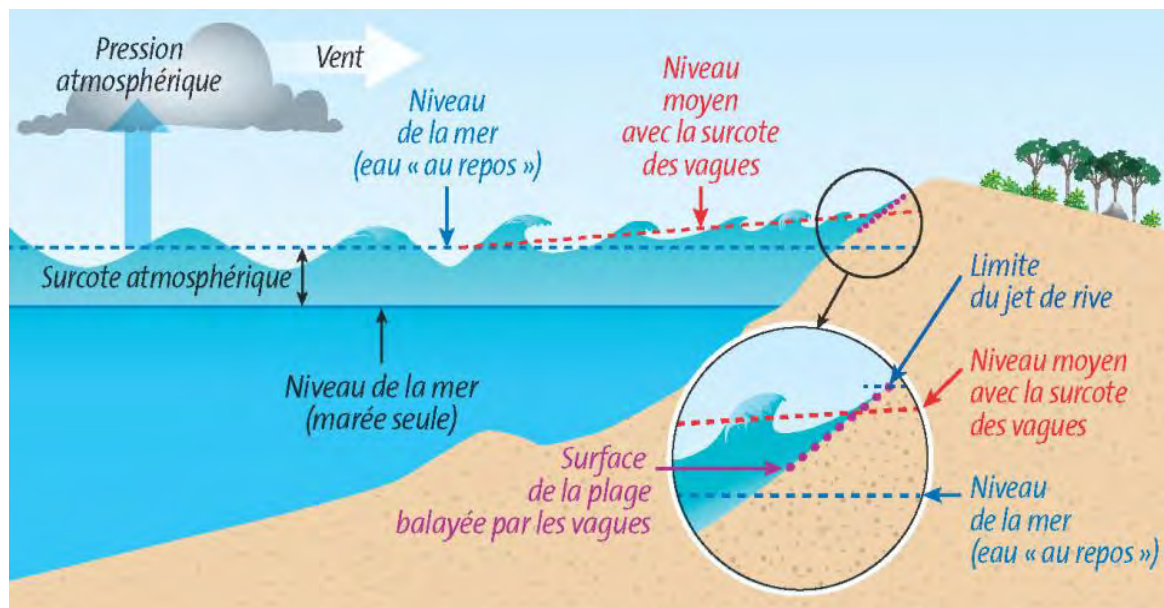


Figure 26 - Représentation des phénomènes qui concourent à la submersion marine (BRGM).

On distingue traditionnellement plusieurs types de submersions marines (cf. Figure 28) :

- ✓ La **submersion par débordement** : dans ce cas, le niveau moyen de l'eau (comprenant le niveau de la marée et les effets de surcote atmosphérique et de wave-setup) est supérieur à l'altitude du rivage (haut d'ouvrage ou terrain naturel). Toutes les zones en arrière dont l'altitude est inférieure à celle atteinte par la mer sont donc potentiellement submersibles.
- ✓ La **submersion par franchissement** ou par paquets de mer: dans ce cas, le niveau moyen de l'eau reste inférieur à la cote du rivage mais le jet de rive des vagues est suffisamment important pour franchir les ouvrages ou le cordon littoral. L'eau se déverse alors par salves successives. Si ce type de submersion engendre généralement des zones inondées moins étendues, le franchissement de paquets de mer peut endommager les constructions littorales et provoquer une accumulation d'eau dans certains secteurs qui se retrouvent alors submergés.
- ✓ La **submersion par rupture du système de protection** : les terres en arrière d'un ouvrage se trouvent inondées si cet ouvrage est défaillant. L'eau s'engouffre dans la brèche, entraînant généralement une ruine totale de l'ouvrage en question. La dynamique est similaire en cas de rupture d'un cordon naturel (dune de sable/cordon de galets).

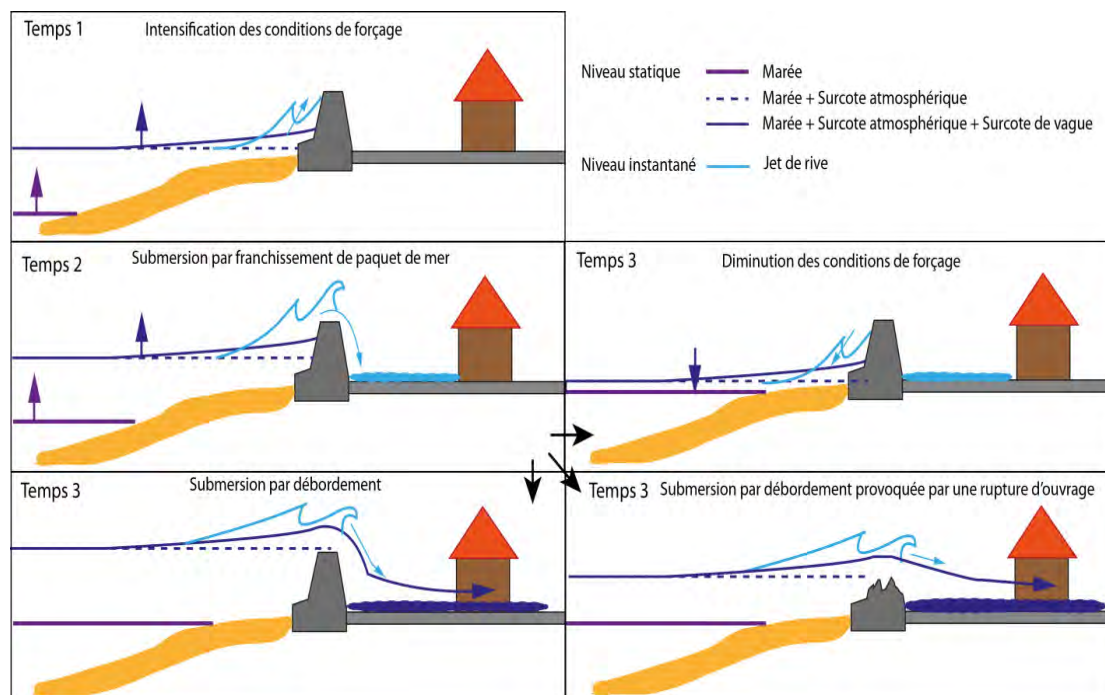


Figure 27. Les différents types de submersion marine (Pedreros R. & Garcin M. 2012)

La configuration géographique de la côte (présence et forme d'un plateau continental, présence de baies, exposition par rapport à la houle incidente) joue un rôle déterminant dans l'intensité des phénomènes. Sur les côtes réunionnaises, on distingue deux particularités :

- ✓ L'absence de plateau continental induit des profondeurs d'eau importantes à proximité de l'île ce qui a deux principaux effets. Tout d'abord, l'influence du vent sur la surcote atmosphérique est négligeable et celle-ci est due essentiellement à la pression. Ainsi la surcote atmosphérique dépasse rarement les 50cm. En revanche, les vagues, qui peuvent atteindre une quinzaine de mètres lors d'épisodes exceptionnels, déferlent très proche de la côte ce qui accentue le risque de franchissement par paquets de mer ainsi que la détérioration des ouvrages côtiers.
- ✓ La présence de récifs sur la côte ouest offre une protection contre l'impact direct des vagues qui déferlent avant d'atteindre la côte, mais elle induit également une amplification de la surcote liée aux vagues au niveau du littoral. En effet les lagons ont une action de rétention de l'eau de mer, qui ne peut s'évacuer que par les passes. La surcote liée aux vagues ou wave-setup peut alors aisément dépasser le mètre. S'agissant souvent de secteurs topographiquement bas, cette augmentation du niveau de l'eau tend à aggraver l'exposition à la submersion par débordement.

Par ailleurs, la concomitance d'un cyclone avec un coefficient de marée élevé et une marée haute accroît le risque de submersion par franchissement ou débordement. Toutefois, le marnage étant relativement modérés à La Réunion (inférieur à 50cm), cette action n'est pas aussi significative qu'en métropole.

Historiquement, l'île de La Réunion a été soumise uniquement aux problématiques de submersion par franchissement de paquets de mer ou de rupture de cordon naturel. Une soixantaine de sites est connue pour être sensible au franchissement par paquets de mer et/ou à l'érosion sur tout le pourtour de l'île telle que la baie de Saint-Paul ou le centre-ville de Sainte-Suzanne. (cf. Figure 28).

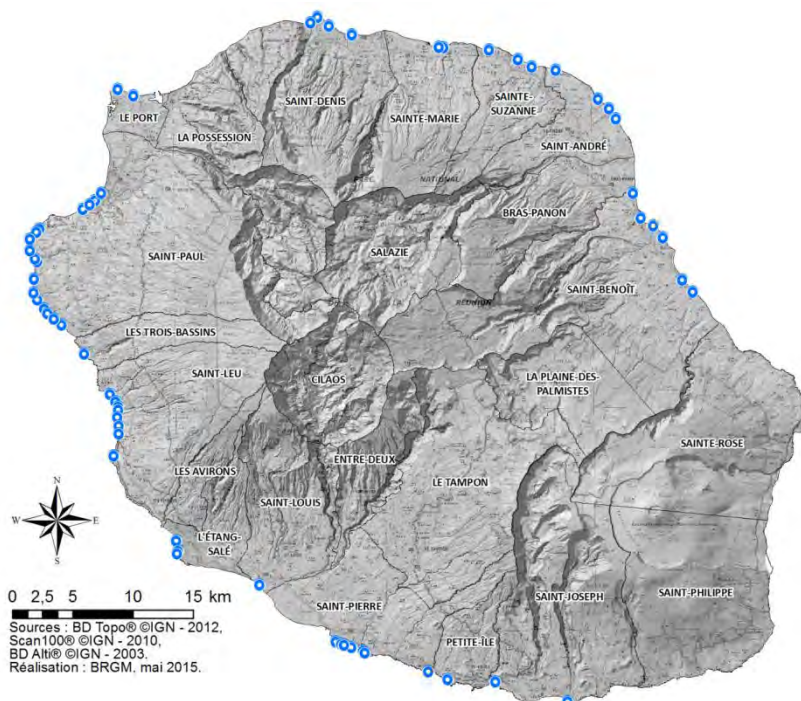


Figure 28 - Sites sensibles à l'action des houles sur fonds MNT (IGN©)



Figure 29 - Submersion par paquets de mer suite au cyclone Gamède, Sainte-Suzanne (Photographie Pierre Agon, 24 février 2007)

On note également une sensibilité toute particulière des zones récifales de Saint-Paul, Saint-Leu ou encore de Saint-Pierre. Cependant, l'eau ne pénètre généralement pas profondément dans les terres, à l'inverse de certains secteurs soumis directement au déferlement de la houle du large comme c'est le cas pour la commune de Saint-Benoît.

D'autres aléas accompagnent la submersion marine. Il s'agit principalement des effets de dissipation d'énergie des phénomènes marins induisant des chocs mécaniques pouvant être extrêmement violents. Son effet est directement lié à la pression exercée par l'impact des vagues sur les structures.

L'arrivée brutale des eaux à terre peut elle aussi être génératrice de chocs violents. Elle peut être engendrée par une surverse ou une rupture d'ouvrage. Ce phénomène est particulièrement rencontré :

- en arrière immédiat des ouvrages de protection contre les submersions ;
- au-delà de celles-ci dans les zones d'écoulement préférentielles.

L'aléa submersion marine à Saint-Benoît

Le littoral de Saint-Benoît est particulièrement vulnérable à la submersion marine. Historiquement, de nombreux cas ont été recensés, et ce dès le XIX^{ème} siècle.

L'analyse du MNT (modèle numérique de terrain) communal réalisé à partir des données lidar³, montre que la vulnérabilité à la submersion du littoral de Saint-Benoît est variable en fonction des secteurs, les terrains les plus vulnérables étant situés à proximité de cônes alluviaux de rivières et ravines (cf. Figure 30).

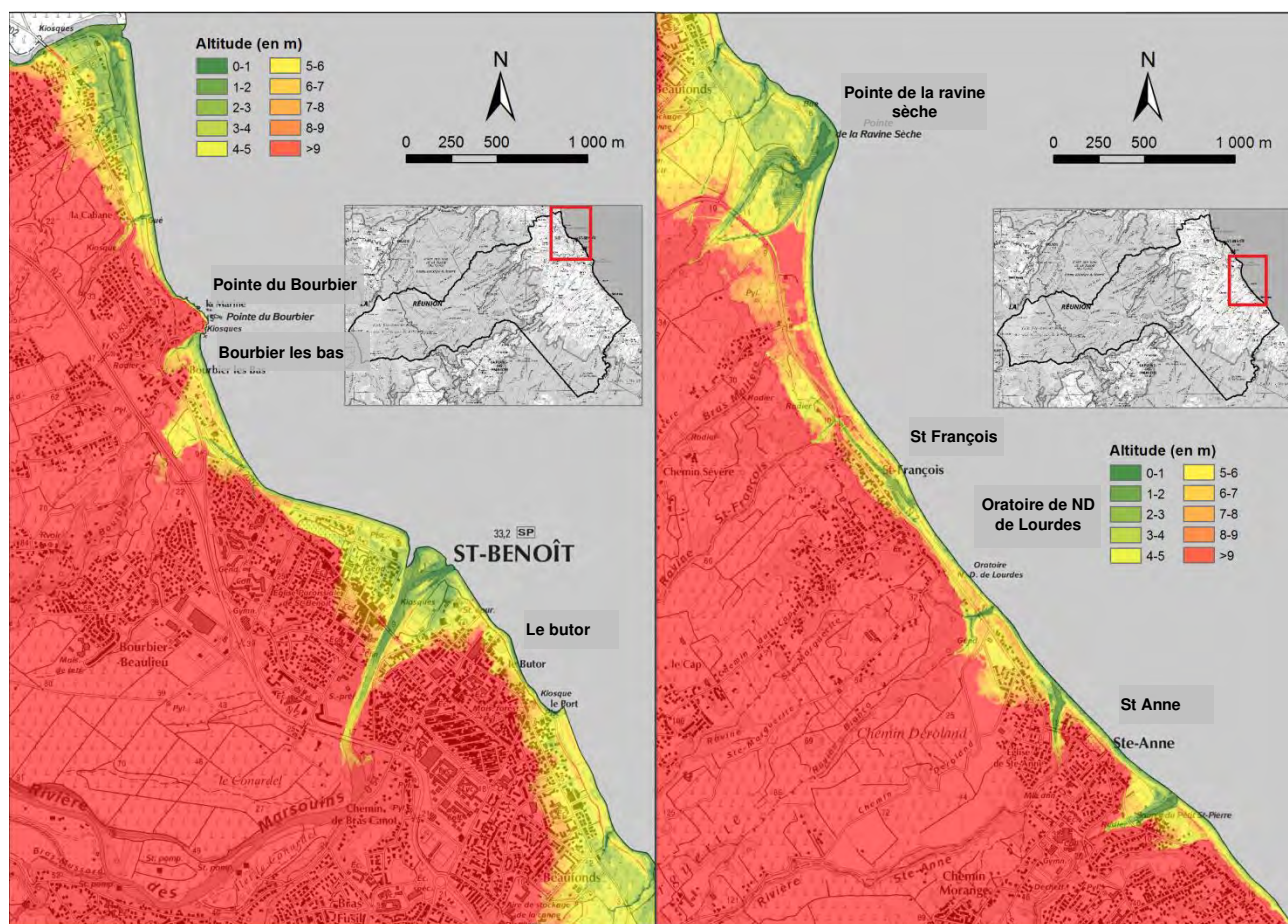


Figure 30 - Zones basses du littoral de Saint-Benoît

Par cette approche altimétrique, il est possible de mettre en avant les quartiers fréquemment soumis à l'aléa submersion marine. Le Nord de la commune apparaît particulièrement concerné, avec plusieurs secteurs bas (< 5 m NGF), au niveau des exutoires de la ravine des Roches

³ Le lidar ou « light detection and ranging » est une technique d'acquisition topographique et/ou bathymétrique de haute densité. La mesure est basée sur le calcul du délai entre l'émission et la réception d'un signal lumineux par technologie laser, la vitesse de la lumière étant une constante connue.

(quartier Beauvallon), de la ravine du Bourbier (Bourbier les Bas), ainsi que de la rivière des Marsouins (centre-ville), ces secteurs ayant effectivement été submergés par parquets de mer lors d'événements historiques et de nombreux dégâts et victimes ayant été recensés. Les enjeux y sont d'autant plus importants qu'il s'agit de quartiers densément peuplés.

Le cordon littoral présente localement des altitudes faibles comprises entre 4 et 5 mètre sur le front de mer du quartier du Bourbier les Bas, au butor ou sur les deux rives de exutoire de la rivière des Marsouins. Cette barrière pourrait être insuffisante pour empêcher les franchissements par paquets de mer.

On remarque également une dépression bien marquée au Sud du quartier du Butor, en arrière du cordon de galets retenu par la jetée. Ce quartier a par ailleurs historiquement été concerné par l'aléa submersion marine (Annexe 3).

Au centre de la commune, la vaste dépression arrière littorale de la pointe de la ravine Sèche apparaît également très vulnérable. De fait, ce secteur est soumis à la submersion et les eaux ont tendance à y stagner. Cette configuration justifie une occupation du sol caractérisée par des cultures et aucune structure bâtie.

Plus au Sud, les littoraux des quartiers de Saint-François et Sainte-Anne sont caractérisés par des secteurs d'altitude plus élevée. On remarque par ailleurs la présence de falaises en arrière du littoral, caractérisant le front de coulée basaltique « $\beta 8$ », liée à l'activité subactuelle du Piton de la Fournaise des 5 000 dernières années (cf. *Figure 3*). Ces falaises sont hautes de 15 à 30 m en moyenne et détermine la limite potentielle d'action des houles. En revanche, les terrains alluvionnaires situés à l'avant sont sujets au franchissement, notamment :

- en bordure littorale de Saint-François, où le village des Galets constitué d'une trentaine de cases a été détruit en 1962 (cyclone Jenny) ;
- au niveau de l'oratoire Notre-Dame de Lourdes, qui est fréquemment sujet au franchissement et aux projections de galets sur la route nationale 2 ;
- Sur le Sud du littoral de Sainte-Anne, au niveau de Bassin-Bleu, où l'altimétrie justifie de fréquentes submersions par paquets de mer.

Concernant le littoral au Sud de Sainte-Anne, les pentes importantes rencontrées en front de mer excluent toute possibilité de submersion. Par ailleurs ce territoire est caractérisé par une absence d'enjeux urbains, les terrains étant cultivés.

5. Caractérisation et cartographie des aléas

5.1. DEFINITIONS ET NOTIONS GENERALES

La **notion d'aléa** est complexe et de multiples définitions ont été proposées. Nous retiendrons la définition suivante :

« L'aléa traduit, en un point donné, la probabilité d'occurrence d'un phénomène naturel de nature et d'intensité définies pour une période de retour donnée ».

Du fait de la grande variabilité des phénomènes naturels et des nombreux paramètres qui interviennent dans leur déclenchement, l'aléa ne peut être qu'estimé et son estimation est très complexe. L'évaluation des aléas littoraux se veut cependant relativement objective et ne laisse que peu de place à l'appréciation. Ce travail fait en effet appel à l'ensemble des informations recueillies au cours de l'étude et à la connaissance des événements passés, ce qui constitue des repères fiables et concrets sur l'extension des phénomènes dans les secteurs déjà soumis à l'un ou l'autre des aléas.

La définition de l'aléa impose de connaître, sur l'ensemble de la zone étudiée, l'**intensité** des phénomènes naturels. L'intensité d'un phénomène peut être appréciée de manière variable en fonction de sa nature même : vitesses de recul pour le recul du trait de côte, vitesse et hauteur des écoulements d'eau pour la submersion marine. L'importance des dommages causés par des phénomènes passés est également prise en compte.

5.2. ALEA REcul DU TRAIT DE COTE

5.2.1. Cadre méthodologique national

Concernant l'aléa recul du trait de côte, il s'agit essentiellement de prendre en compte :

- le recul L_{max} lié à un événement tempétueux majeur ;
- les ouvrages de protection ;
- le changement climatique.

La méthodologie globale ainsi que les choix opérés pour cette étude sont synthétisés dans le tableau suivant et précisés dans les chapitres 5.2.2 et 5.2.3 :

Etape 1	Analyse de la cinématique du trait de côte		
Analyse diachronique (100 Tx ⁴)	Création orthophotographies et numérisation multi-dates du trait de côte	Calcul marge d'erreur et calculs automatiques taux moyens d'évolutions par profils (Tx)	Projection des taux moyens à 100 ans (100 Tx)
Prise en compte du recul lié à un évènement majeur (Lmax)	Données historiques sur un évènement majeur	Modèle numérique (modélisation morphodynamique liée à une tempête spécifique)	Analyse géomorphologique à dire d'expert
Zone soumise à l'aléa	Lr = 100 Tx + Lmax		
Etape 2	Prise en compte des ouvrages de protection (vocation à fixer le trait de côte)		
Estimation du rôle à long terme	Capacité à retenir le recul et à résister aux évènements majeurs (analyse historique et dire d'expert)		
Adaptation de la zone soumise à l'aléa	Pas d'adaptation si la plage existe encore à échéance 2100	Prise en compte de l'évolution des zones naturelles adjacentes non protégées (si existantes à échéance 2100)	Bande de précaution forfaitaire de 50 m en l'absence d'information
Etape 3	Prise en compte de l'impact du changement climatique sur le recul du trait de côte		
Identification des facteurs de recul	Analyse historique du fonctionnement du site		
Méthode pour les côtes connaissant un recul sur la période étudiée	Une règle de trois prenant en compte le scénario de l'ONERC : 20 cm au XX s., et 60 cm à échéance 2100.		
Côtes basses meubles sans évolution historique récente	Même règle de trois basée sur les reculs occasionnés lors d'un évènement tempétueux passé		
Côtes non soumises à l'érosion	Sur la base altimétrique d'une augmentation d'un niveau d'eau de 60 cm (étangs, lagunes, fonds de baie)		
Etape 4	Qualification de l'aléa		
Qualification unique	Fort		
Etape 5	Résultats cartographiques		
Carte de synthèse de l'évolution historique du trait de côte	Positions du trait de côte, délimitation des cellules hydrosédimentaires, ouvrages de protection, secteurs de comportements homogènes, vitesses d'évolution du trait de côte (Tx et Lmax)		
Cartes du zonage de l'aléa recul du trait de côte	Zonage de l'aléa de référence (sans changement climatique) à échéance 2100	Position du trait de côte à échéance 2100 avec prise en compte du changement climatique	

Tableau 7 - Synthèse de la méthodologie nationale de caractérisation de l'aléa recul du trait de côte (en jaune les choix opérés pour cette étude)

⁴ Vitesse d'évolution annuelle

5.2.2. Estimation de l'aléa recul du trait de côte

L'estimation de l'aléa recul du trait de côte repose sur une approche historique sur environ 50 ans permettant une « projection sur les 100 prochaines années dans des conditions environnementales estimées comme invariantes dans le temps » (DGPR, 2014).

Pour ce faire, l'analyse de la cinématique du trait de côte se base sur la photo-interprétation de clichés aériens anciens. Le calcul du recul du trait de côte suit les étapes suivantes :

- préparation des photographies aériennes ;
- définition et numérisation du trait de côte aux différentes dates ;
- calcul du recul du trait de côte à échéance 2100⁵.

Préparation des photographies aériennes anciennes

Les photographies utilisées dans cette étude sont issues des campagnes aériennes couvrant l'ensemble du linéaire côtier de Saint-Benoît de 1950 à 2011 (cf. Tableau 8).

Années	Nature des clichés	Echelle de prise de vue	Résolution image numérique
1950	Noir & Blanc	1 : 25 000	1 pixel = 0.5 m
1978	Couleur et Noir & Blanc	1 : 20 000	1 pixel = 0.5 m
1989	Couleur	1 : 25 000	1 pixel = 0.5m
1997	Couleur	1 : 25 000	1 pixel = 1 m
2003	Couleur	1 : 25 000	1 pixel = 0.5 m
2008	Couleur	1 : 25 000	1 pixel = 0.5 m
2011	Couleur	1 : 25 000	1 pixel = 0.2m

Tableau 8 – Détail des campagnes photographiques de l'IGN utilisées

Les photographies aériennes de 1950, 1978 et 1989 ont été numérisées à 1200dpi puis géoréférencées par la méthode d'ajustement dite « spline » grâce au logiciel ArcGis 10.0. Le géoréférencement a été privilégié à l'orthorectification, les certificats de calibration⁶ de ces missions IGN n'étant pas disponibles. Cependant, le littoral de Saint-Benoît étant majoritairement constitué de côtes basses, les faibles déformations des photographies dues au relief ont pu être compensées par l'intermédiaire du géoréférencement. Pour les quelques secteurs à falaises, un

⁵ On parle d'une échéance 2100 par simplification linguistique. Considérant que les PPRL seront réalisés à brève échéance, le trait de côte de référence récent se situe autour de 2010 +/- 2 ou 3 ans, en toute rigueur la position du trait de côte en 2100 serait obtenue en considérant un recul égal à $90 (+/- 2 \text{ ou } 3) \times Tx$. Il a été décidé de simplifier et de considérer une formule unique $100.Tx$ pour le recul du trait de côte à échéance 2100.

⁶ Les certificats de calibration contiennent toutes les informations nécessaires au calage des clichés (focale, altitude, cap, ouverture de l'objectif, centroïde des clichés, marques fiduciaires...).

plus grand nombre de points d'amers ont été appliqués de façon à corriger les distorsions potentielles.

Les clichés de 1997, 2003, 2008 et 2011 sont issus de la « BD Ortho » de l'IGN.

Définition et numérisation des traits de côte

Le trait de côte de référence a été matérialisé en fonction de la limite haute du littoral, tel que défini dans le guide méthodologique pour l'élaboration des PPRL, à savoir (Figure 31) :

- la limite de végétation ou le pied des aménagements ou ouvrages pour les côtes basses (à partir de l'ortho 2011) ;
- la partie sommitale du versant pour les côtes à falaise (à partir du MNT lidar).



Figure 31 – Exemple de définition du trait de côte suivant les morphotypes du littoral de Ste-Marie :
a. limite en pied d'aménagement (orthophoto IGN© 2011); b. limite de végétation (orthophoto IGN© 2011);
c. limite de haut de versant (sur la base de Lito3D©IGN)

Bien que ce trait de côte ait servi de référence pour la détermination des zonages d'aléas, le calcul de la vitesse de l'érosion n'a pu être effectué en fonction des trois marqueurs précités. D'une part, car la partie sommitale des falaises n'est pas clairement visible sur les clichés à disposition, la plupart des falaises étant particulièrement végétalisées. Il n'est en effet possible de le déterminer de façon fiable que via les données lidar. D'autre part, et dans de nombreux cas, la limite de végétation n'est pas représentative des dynamiques affectant réellement le milieu. De nombreux filaos et vacoas ont en effet été plantés sur le littoral ces 60 dernières années de manière à se prémunir d'une érosion menaçante ou dans le cadre de projets d'aménagement du littoral. Dans cette configuration, il est impossible de conserver la limite de végétation comme un marqueur de l'érosion, l'analyse étant tronquée et montrant parfois une dynamique inverse vis-à-vis des stocks sédimentaires disponibles. L'évolution de la limite du jet de rive a donc été préférée dans le cadre de cette étude. En effet, le marnage⁷ étant généralement inférieur à 50cm sur les côtes réunionnaises, la différence de position entre les limites de jet de rive de basse mer et de pleine mer est minime (1 à 2 m en planimétrie au maximum), d'autant plus sur les côtes constituées de cordons de galets, sont généralement affectées par de fortes pentes. La marge d'erreur va principalement dépendre de l'état de mer lors de la prise de vue, ce qui nécessite de réaliser une sélection des images afin que celles-ci soient comparables en termes de condition d'agitation.

Afin de limiter au maximum la marge d'erreur liée à la digitalisation, le trait de côte a été numérisé sous ArcGis à une échelle comprise entre le 1:500^e et 1:1000^e en fonction de l'année considérée.

⁷ Différence de hauteur d'eau entre une basse mer et une pleine mer successives

La marge d'erreur totale issue de cette photo-interprétation du trait de côte dépend de la qualité des images aériennes (échelle, grain de la pellicule argentique pour les plus anciennes, résolution, géoréférencement) ainsi que de l'interprétation du trait de côte dans les zones délicates (et donc des conditions de mer). Cette marge d'erreur est estimée entre 5 et 10m. Les clichés dont l'erreur est supérieure à cette marge n'ont pas été conservés.

Calcul du recul du trait de côte à 100 ans

L'utilisation de l'extension d'ArcGis « DSAS » permet d'automatiser le calcul de l'évolution du trait de côte sur la période considérée.

A partir d'une ligne de base située en arrière de l'enveloppe de traits de côte, des transects sont générés à un intervalle prédéfini. La vitesse (T_x) et sa projection à horizon 2100 ($100T_x$) sont calculés pour chaque transect, selon plusieurs méthodes statistiques possibles.



Figure 32 - Exemple d'implantation des profils à Saint-Benoît 2012 – Photographie aérienne et orthophoto IGN©

Les transects sont implantés tous les 20m (cf. Figure 32), et le taux d'évolution est calculé à partir d'une régression linéaire pondérée (*Weight Linear Regression - WLR*) adaptée à l'échantillon de traits de côte.

La régression linéaire pondérée est une méthode d'ajustement couramment employée pour le calcul de l'évolution du trait de côte. Elle offre l'avantage d'utiliser toute la donnée disponible et donne plus de poids aux données les plus fiables afin de déterminer la meilleure droite d'ajustement.

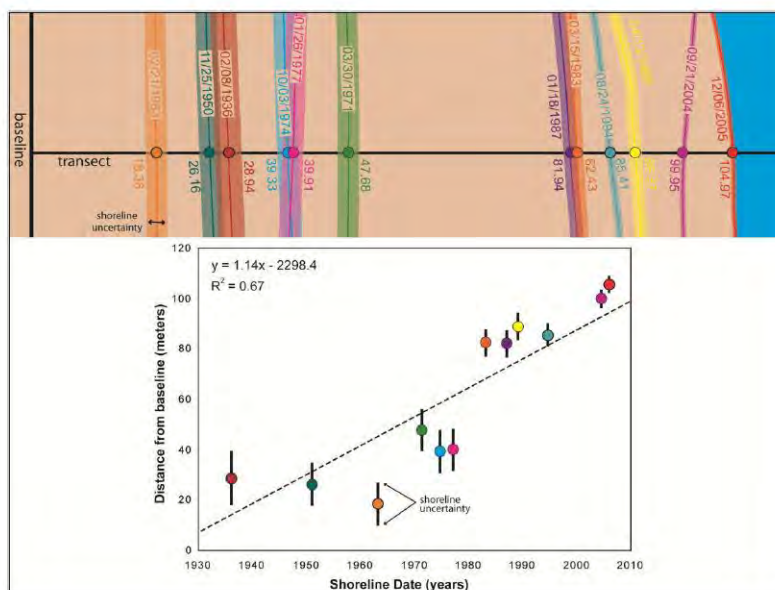


Figure 33 – Principe de la régression linéaire pondérée pour le calcul par DSAS de l'évolution du trait de côte (Himmelstoss, 2009)

Les valeurs obtenues sont ensuite filtrées sous Excel afin de ne retenir que celles exprimant un recul et ramenées à 100 ans (100Tx).

Afin de s'affranchir des effets locaux de transects (artefacts et fortes disparités d'un profil à l'autre générant un trait de côte en « dents de scie » (cf. Figure 34), il convient de regrouper et moyenner les valeurs au sein de secteurs au comportement morpho-dynamique homogène.

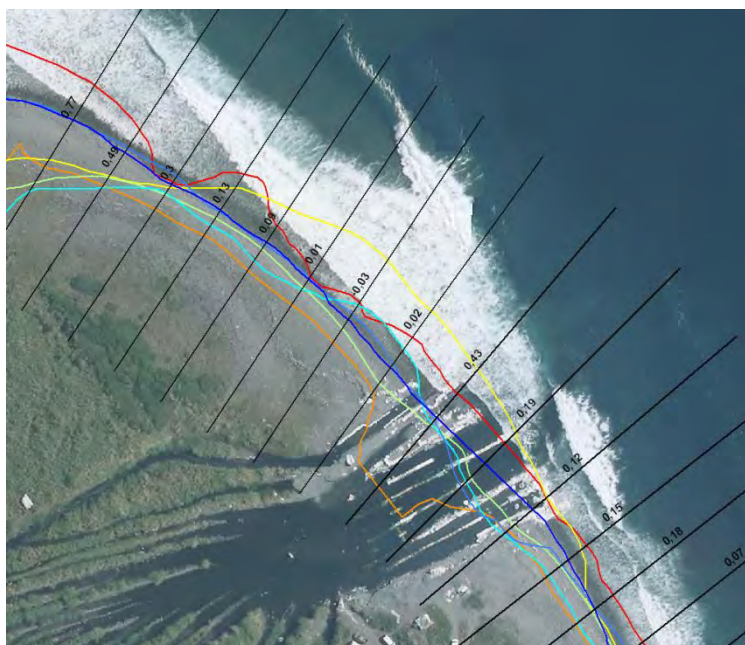


Figure 34 – Exemple d'artefact généré par les profils au sud de la Rivière des Marsouins sur la commune de St-Benoît : de fortes disparités sont observées entre des transects très proches) - Orthophoto IGN© 2012

Au sein de grandes cellules hydrosédimentaires, des secteurs sont ainsi définis selon les morphotypes et l'exposition du littoral. Les reculs moyens par secteur (moyenne des Tx obtenus sur chacun des profils) sont enfin classés par catégories de vitesses de recul soit :

- Stable : de 0 à -0,02 m/an ;
- Faible : de -0,02 à -0,10 m/an ;
- Modéré : de -0,10 à -0,20 m/an ;
- Fort : < -0,20 m/an.

Les résultats pour la commune de Saint-Benoît sont synthétisés dans le Tableau 9 ci-après :

Secteur	Morphotype	Recul Tx par secteur (m/an)	Classe	100Tx
1	Cordon de galets / Embouchure	-0,02	Faible	-2
2	Cordon de galets	-0,22	Fort	-22
3	Côte rocheuse basse	0	Stable	0
4	Côte rocheuse basse	0	Stable	0
5	Cordon de galets	-0,41	Fort	-41
6	Cordon de galets / Embouchure	0	Stable	0
7	Cordon de galets / Embouchure	0	Stable	0
8	Cordon de galets	-0,14	Modéré	-14
9	Cordon de galets / Aménagement / Embouchure	0	Stable	0
10	Cordon de galets / Embouchure	-0,02	Faible	-2
11	Cordon de galets / Embouchure	-0,36	Fort	-36
12	Cordon de galets / Embouchure	-0,01	Stable	-1
13	Cordon de galets / Embouchure	0	Stable	0
14	Cordon de galets	-0,10	Modéré	-10
15	Cordon de galets / Embouchure	0	Stable	0
16	Cordon de galets	-0,18	Modéré	-18

Tableau 9 – Calculs de recul du trait de côte (référence 2008 – échéance 2100) par secteurs homogènes sur la commune de Saint-Benoît

Il convient en outre de prendre en compte le recul lié à un événement tempétueux majeur (Lmax). Sur la base des tempêtes et cyclones connus (cyclone Dina de janvier 2002), le Lmax est estimé à -10 m pour les secteurs de cordon sédimentaire exposés au large. Concernant les côtes à falaise, la valeur Lmax retenue est égale à la moitié de la hauteur moyenne desdites falaises, de manière à se prémunir d'un glissement de terrain ou d'un effondrement majeur.

5.2.3. Zonage de l'aléa recul du trait de côte

Zonage du recul à échéance 2100

La limite du recul à échéance 100 ans est cartographiée sous SIG à partir des valeurs 100Tx par secteurs homogènes. Afin de respecter une marge d'incertitude, les valeurs sont arrondies à 5m près. Elles sont également plafonnées à un recul maximal de 50 m en 100 ans afin de s'affranchir des valeurs exagérées liées à un effet de profil (artefact local faisant remonter la moyenne sur l'ensemble du secteur).

La largeur de la zone d'aléa résultante ($L_r = 100Tx + L_{max}$) est affectée en arrière du trait de côte le plus récent (2011). Ces valeurs sont calculées comme dans l'exemple ci-après :

<i>Secteur</i>	<i>Morphotype</i>	<i>100 Tx arrondi/plafonné</i>	<i>Lmax</i>	<i>Lr</i>
1	Cordon de galets / Embouchure	-2	-10	-10
2	Cordon de galets	-22	-10	-32
3	Côte rocheuse basse	0	-5	-5
4	Côte rocheuse basse	0	-5	-5
5	Cordon de galets	-41	-10	-51
6	Cordon de galets / Embouchure	0	-10	-10
7	Cordon de galets / Embouchure	0	-10	-10
8	Cordon de galets	-14	-10	-24
9	Cordon de galets / Aménagement / Embouchure	0	-10	-10
10	Cordon de galets / Embouchure	-2	-10	-12
11	Cordon de galets / Embouchure	-36	-10	-46
12	Cordon de galets / Embouchure	-1	-10	-11
13	Cordon de galets / Embouchure	0	-10	-10
14	Cordon de galets	-10	-10	-20
15	Cordon de galets / Embouchure	0	-10	-10
16	Cordon de galets	-18	-10	-28

Tableau 10 – Valeurs 100Tx ; Lmax et Lr par secteurs homogènes pour la commune de Saint-Benoît

La cartographie SIG de ces valeurs est réalisée par l'utilisation de l'outil « buffer » revenant à créer une zone tampon (selon la valeur *Lr*) sur le secteur considéré à partir du trait de côte de 2011.

Lorsque le passage d'un secteur à un autre ne coïncide pas avec une limite physique (cap rocheux, embouchure), une zone de transition est appliquée pour ne pas cartographier un zonage « en marche d'escalier ». La distance de transition équivaut à environ 10 fois le décalage entre deux secteurs (pour un écart de 5m, la zone de transition s'étale sur 50m ; pour 10m/100m ; etc.).

Lorsque les aménagements présents sur le littoral se caractérisent par des ouvrages légers de particuliers (murs, palissades), ces aménagements ne sont pas considérés comme des ouvrages de défense au sens du guide car ils n'ont pas été spécifiquement conçus pour lutter contre l'érosion. Conformément aux recommandations du guide (DGPR, 2014), les ouvrages plus massifs mais de faible étendue ne sont également pas considérés comme étant en mesure de contenir les phénomènes érosifs qui continuent d'affecter les espaces situés de part et d'autre de l'ouvrage, et finissent par le contourner et le rendre inopérant.

Zonage du recul à échéance 2100 avec prise en compte du changement climatique (+60 cm d'élévation du niveau de la mer)

Faute de consensus scientifique sur la méthode pour déterminer la zone qui pourrait être érodée du fait du changement climatique, qui plus est dans le contexte spécifique de La Réunion, le guide méthodologique : « Plan de prévention des risques littoraux » propose d'appliquer :

- une « règle de trois » entre les +60cm d'élévation du niveau de la mer attendus pour 2100 et les +20 cm enregistrés le siècle dernier, ce qui revient à tripler le recul 100Tx entre 2011 et 2100 (sans Lmax) ;
- pour les côtes basses meubles ne subissant pas de recul (en accrétion à long terme), en triplant le recul Lmax selon cette même règle de trois ;

- pour les zones non soumises à l'érosion (étangs), en déplaçant le trait de côte à +60 cm d'altitude.

Ce principe a donc été appliqué sur la commune de Saint-Benoît (cartographie avec l'outil *buffer*) à l'exception des zones où la morphologie du littoral change avec notamment le passage vers l'intérieur des terres d'un cordon sédimentaire à une falaise ou d'une falaise côtière à un massif montagneux. Dans ces cas, étant donné qu'il ne s'agit pas du même type de recul, la limite est ramenée au pied du massif.

Résultats cartographiques

Concernant l'aléa recul du trait de côte, il n'existe pas de gradation du niveau d'intensité de l'aléa : soit les terrains restent en place à échéance 2100, soit ils se trouvent emportés par les phénomènes érosifs. La règle appliquée en accord avec les textes nationaux a donc consisté à ne définir qu'un seul niveau d'intensité érosive forte sur les cartes d'aléas, et pour chacun des deux scénarios court et long terme.

Les résultats sont présentés sous la forme de deux types de cartes :

- une carte de synthèse de l'évolution historique du trait de côte au 1/10 000 (cf Annexe 1) contenant les différents traits de côtes historiques, la position des transects, les limites des cellules hydrosédimentaires et des secteurs à comportement homogène ainsi que les classes de vitesses de recul associées (cf. Figure 35) ;

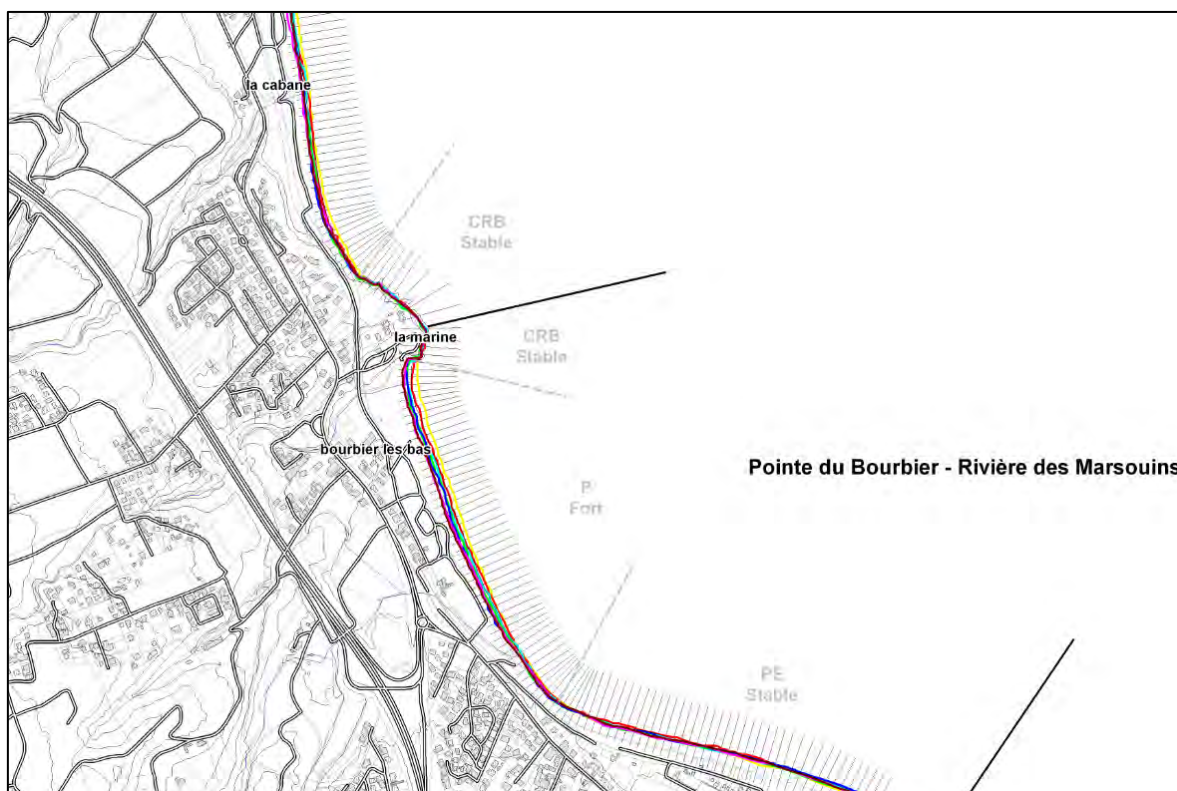


Figure 35 – Extrait de la carte de synthèse de l'évolution historique du trait de côte de Saint-Benoît (cf. Annexe 1)

- une carte de l'aléa recul du trait de côte au 1/5000 (Annexe 2) contenant le trait de côte de référence (2011), le zonage de l'aléa à échéance 100 ans (qualification en aléa fort uniquement), ainsi que la limite de l'aléa avec prise en compte du changement climatique (Figure 36).

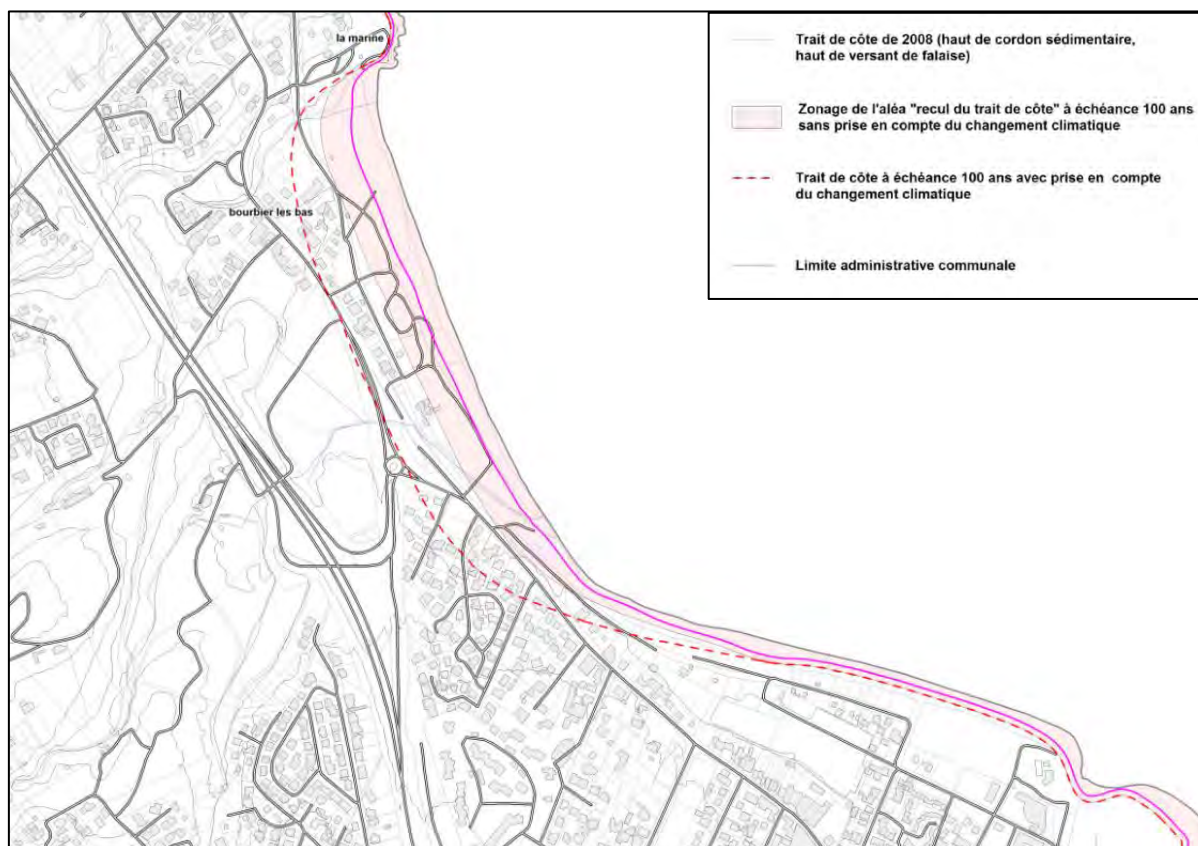


Figure 36 – Extrait de la carte d'aléa recul du trait de côte sur la commune de Saint-Benoît (cf. Annexe 2)

5.3. ALEA SUBMERSION MARINE

5.3.1. Cadre méthodologique national

La méthodologie pour l'aléa submersion marine s'appuie sur la circulaire *relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les PPRL* publiée le 27 juillet 2011 et sur le guide d'élaboration des PPRL (DGPR, mai 2014). Les éléments à intégrer sont :

- la dynamique de submersion avec la prise en compte distincte des modes de submersion par débordement ou franchissement (rôle de la houle) et l'estimation de la hauteur et vitesse de l'écoulement ;
- le choix de l'évènement naturel de référence selon l'estimation des couples houle/niveau de la mer ;
- la prise en compte des ouvrages et des défaillances associées (brèches, ruines) ;
- l'interaction avec le trait de côte et la prise en compte des cordons naturels ;
- la prise en compte du changement climatique.

La méthodologie globale et les choix opérés pour cette étude sont synthétisés dans le tableau suivant et décrits à la suite :

Etape 1	Détermination des scénarios				
Collecte des données historiques	Cartographies	Documents écrits (rapports, presse, catnat, autre)		Photographies	Témoignages
Définition des modes de submersion	Débordement (surverse)	Franchissement (action de la houle)		Rupture du système de protection (digue)	Concomitance avec d'autres types d'inondation (cours d'eau, nappes)
Analyse de la morphologie du terrain	Détermination des points d'entrée d'eau possibles (points bas)		Identification des zones de stagnation de l'eau (cuvettes)		Identification des zones de projections de matériaux (sable, galets, coraux)
Prise en compte des ouvrages ou cordon naturel à vocation de protection	Oui (hypothèse de défaillance)			Non (absence de structure de protection au sens du texte)	
	Brèche	Ruine (dès surverse de 20 cm)			
Prise en compte des cordons naturels	Oui (interaction avec l'évolution du trait de côte)			Non (absence de cordon naturel)	
Etape 2	Choix de l'évènement naturel de référence				
Période de retour	Evènement théorique centennal (basé sur la résultante de chacun des couples centennaux niveau marin / houle)		Evènement historique ($\geq$ centennal)		Autre évènement plus fréquent ou plus extrême (décennal, millennial)
Prise en compte des incertitudes	Marge d'erreur calculée			Marge de sécurité forfaitaire (niveau marin de référence +25cm)	
Prise en compte du changement climatique	Prise en compte de l'élévation du niveau de la mer à long terme (+ 20 cm pour une première prise en compte du changement climatique et +60 cm à échéance 2100)				Prise en compte des variations altimétriques (subsidence/surrection)
Prise en compte des interactions en estuaire, delta et lagune	OUI (détermination du niveau de référence par calcul des couples niveau / débit)				NON
Etape 3	Caractérisation de l'aléa				
Type de méthode	Débordement	Franchissements			
	Superposition topographie / niveau de référence	Formules empiriques (wave set-up et run-up)		Modèle numérique (casier, vague à vague en 1D ou 2D)	Valeur forfaitaire de franchissement (25m ou 50m en contexte cyclonique)
Prise en compte des structures de protection (digues)	Estimation simple ou forfaitaire (L = 100 x h ou $\geq$ 50 m)		Eléments techniques fournis par le gestionnaire		Etude de sensibilité (calculs, modélisation)
Etape 4	Qualification de l'aléa				
Paramètres de qualification (a minima pour du fort et du moyen)	Hauteur d'eau (0.5>h>1 m)		Dynamique de submersion		Adaptation à dire d'expert (ouvrages de protection, particularités topographiques, données historiques)
			Vitesses (0.2>v>0.5 m/s)	Durée	
Etape 5	Résultat cartographique				
Carte de synthèse	Mode de submersions, données historiques, points d'entrée, zones de projection, zones d'interaction entre le trait de côte et la submersion, ouvrage de protection				
Cartes de zonage de l'aléa	Carte d'aléa de référence		Carte d'aléa 2100		Cartes d'aléa autre que centennal

Tableau 11– Synthèse de la méthodologie nationale de caractérisation de l'aléa submersion marine (en jaune les choix opérés pour cette étude)

5.3.2. Méthodologie et scénarios

Les phénomènes de submersion sur la commune

Le préalable étant de déterminer le mode de submersion, il est considéré qu'à La Réunion, hormis pour la zone interne des étangs qui peut subir des débordements liés à la surcote de tempête sans action des vagues, c'est le franchissement par les vagues qui impacte l'ensemble du linéaire côtier de l'île.

Pour la submersion par débordement, la méthode consiste à croiser sous SIG le niveau marin de référence avec la topographie côtière.

Pour la submersion par franchissement, plusieurs méthodes d'estimation sont possibles. Les formules empiriques de calcul du run-up⁸ telles que Stockdon *et al.* (2006) ont été utilisées à La Réunion (De la Torre et Louzé, 2008). Cependant, elles ne s'appliquent pas dans les environnements récifaux ou lorsque la houle est très fortement diffractée et ne permettent pas de quantifier la hauteur d'eau et les vitesses d'écoulement.

La modélisation numérique est donc préférée car elle permet d'intégrer les spécificités du littoral de Saint-Benoît. Les simulations de propagation de la houle sont réalisées à partir du chainage du modèle de vague spectral mis en place pour l'étude HOULREU (Pedreros *et al.*, 2009) avec un modèle dit « vague à vague » capable de calculer la submersion marine par franchissement. Pour cette commune, les modélisations ont été réalisées en 1D (profils).

Choix de l'évènement naturel de référence

Afin de déterminer les caractéristiques d'un évènement centennal, les calculs de probabilités conjointes (houle/niveau marin extrême, périodes de retour) nécessitent un nombre important d'évènements observés. A La Réunion, les données concernant les évènements cycloniques ne sont disponibles que depuis la fin du XX^{ème} siècle, et les cyclones y restent peu fréquents (comparativement aux tempêtes métropolitaines). Les données disponibles rendent donc incertains les calculs d'extrêmes par cette approche. On adopte donc une approche historique en sélectionnant les évènements passés les plus dommageables comme évènements de référence.

Le mode de submersion prépondérant étant le franchissement suite au déferlement des vagues, l'évènement naturel de référence est donc déterminé à partir de l'analyse comparative des régimes de houles extrêmes (Lecacheux *et al.*, 2012). Pour le littoral Nord-Est, l'évènement climatique de référence est donc le cyclone Dina de Janvier 2002 (cf. Figure 37). Pour autant l'étude des évènements historiques de submersion a permis d'intégrer l'ensemble des évènements connus et référencés de mémoire d'homme, allant jusqu'à des témoignages de cyclones remontant au début du XX^{ème} siècle. L'ensemble de ces éléments a été exploité pour la caractérisation du zonage de submersion.

⁸ Run-up : altitude maximale atteinte par le jet de rive sous l'action des vagues.

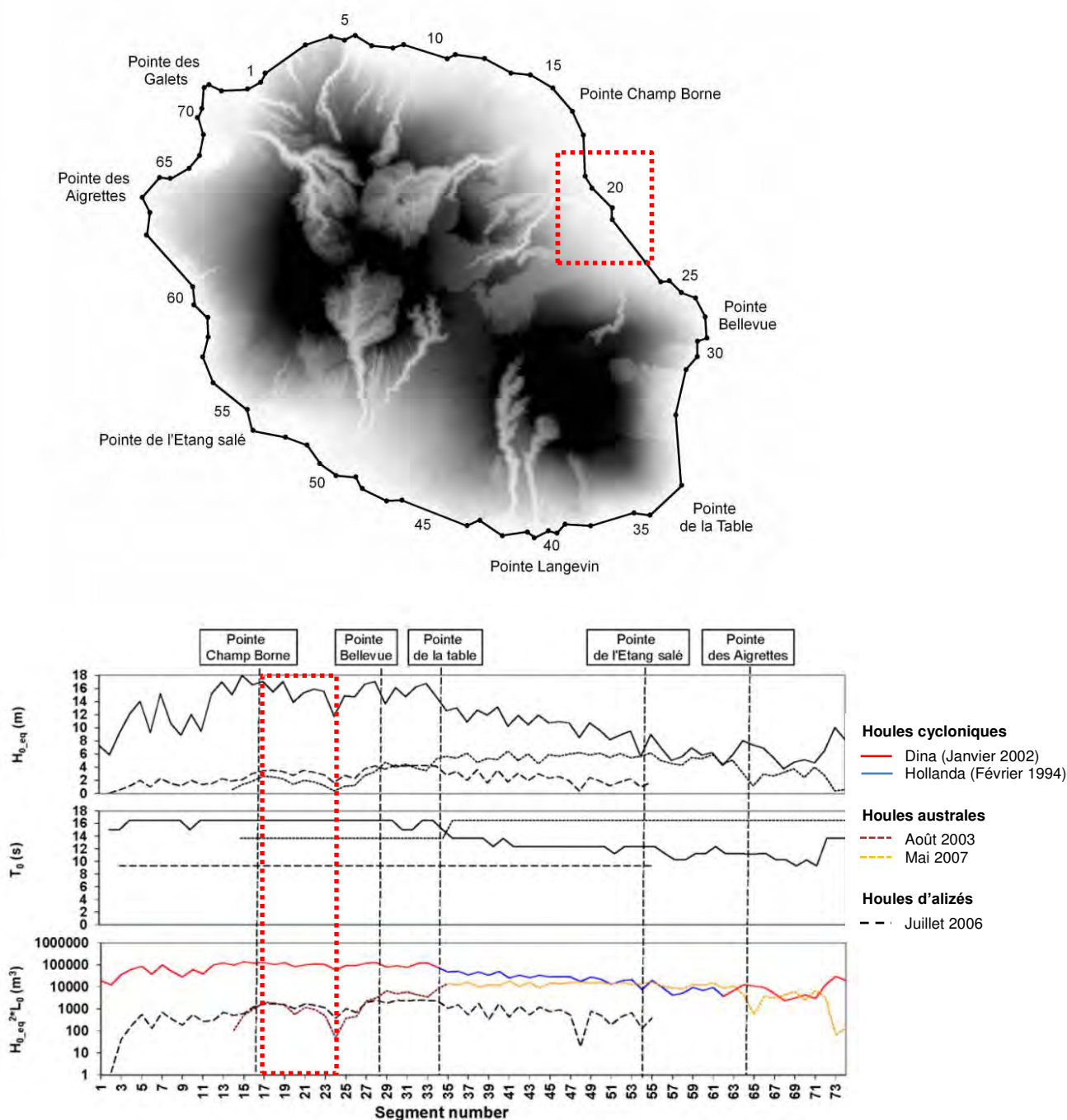


Figure 37 – Comparaison des houles engendrées par différents évènements historiques (cyclones ou houles australes) en termes de hauteur significative (graphiques du haut), période pic (graphiques du centre) et énergie (graphiques du bas) le long de la côte réunionnaise – (Lecacheux et al., 2012)

Scénarios de référence et prise en compte du changement climatique

Sur la base de cet évènement naturel de référence, et conformément au *Guide méthodologique : Plan de prévention des risques littoraux* (DGPR, 2014), deux scénarios sont ensuite considérés avec des hypothèses différentes permettant de tenir compte du changement climatique et de son impact sur l'élévation du niveau marin (cf. Figure 38) :

- **Un scénario de référence** intégrant une hypothèse d'élévation du niveau moyen de la mer liée au changement climatique de 20 cm intégrée au niveau marin de référence
- **Un scénario à échéance 100 ans** intégrant une hypothèse d'élévation du niveau moyen de la mer liée au changement climatique de 60 cm (dont les 20 cm intégrés au scénario de référence).

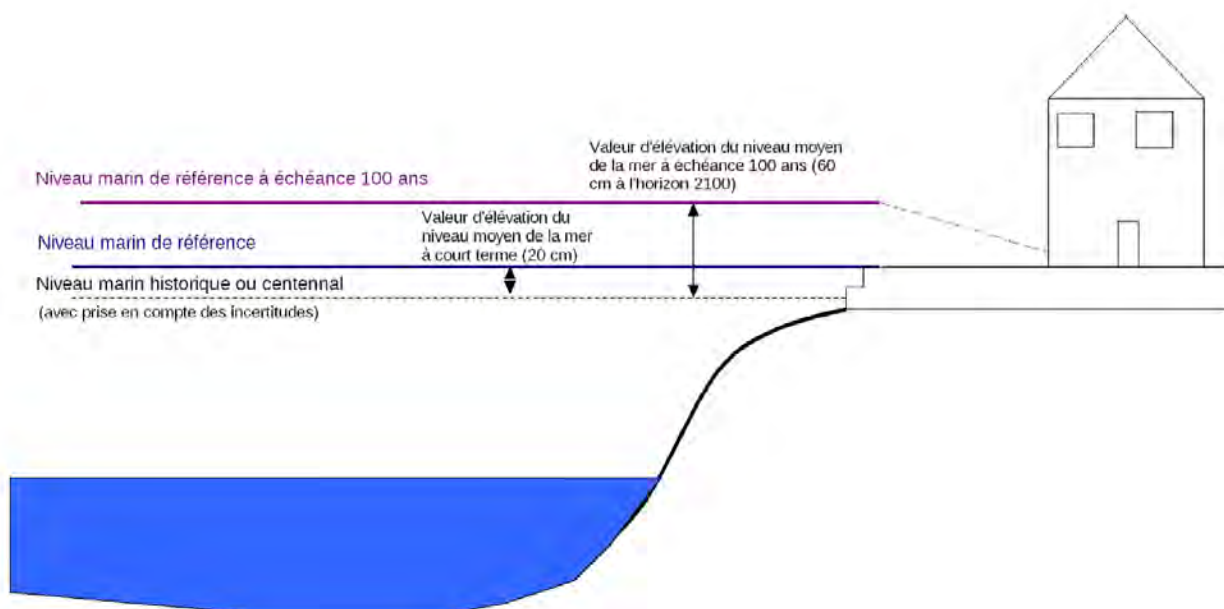


Figure 38 - Niveaux marins à prendre en compte pour la caractérisation de l'aléa submersion marine (DGPR, 2014)

5.3.3. Modélisation des submersions marines de référence

Données topo-bathymétriques

Les données bathymétriques utilisées dans le cadre de cette étude sont issues soit de l'étude HOULREU (Pedreros *et al.*, 2009), donc des sondes du SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine), soit du programme Litto3D dont les données ont été livrées par le SHOM et l'IGN à la DEAL Réunion (2012).

Les données topographiques utilisées sont celles issues du programme Litto3D (leviers Lidar à haute résolution). Pour les simulations 1D, les bâtiments n'ont pas été pris en compte, et seule la topographie issue du modèle numérique de terrain Litto3D a été utilisée.

Références altimétriques

Il est rappelé que les références altimétriques utilisées pour cette étude sont issues du document de référence publié par le SHOM (SHOM, 2011). Seuls trois sites y sont référencés pour l'Île de La Réunion. Il s'agit des ports de la Pointe des Galets, de Saint-Leu et de Saint Pierre. Compte-tenu de la localisation de ces sites, la Pointe des Galets peut être retenu pour l'ordre de grandeur des caractéristiques de marée.

Site	Plus haute mer astronomique (m/ ZH)	Moyenne des plus hautes mers journalières (m/ ZH)	Niveau moyen (m/ZH)	Moyenne des plus basses mers journalières (m/ ZH)	Plus basse mer astronomique (m/ ZH)	ZH / 0 IGN89 (m)
La Pointe des	1,01	0,80	0,60	0,35	0,08	-0,554

Galets						
Saint-Leu	0,85	0,65	0,51	0,30	0,17	-0,530
Saint-Pierre	0,92	0,70	0,50	0,20	0,02	-0,554

Tableau 12 – Références altimétriques maritimes pour la Pointe des Galets, Saint-Leu et Saint-Pierre : : Plus hautes et basses mers astronomiques, Moyenne des plus hautes et basses mers journalières, Niveau moyen et écart entre Zéro Hydrographique (ZH) et Zéro IGN89 (SHOM, 2011)

On retiendra que le niveau de plus haute mer astronomique (marée) à la Pointe des Galets se situe +0,456 m IGN89 :

Niveaux d'eau considérés

Les niveaux d'eau ont été choisis à partir du cas historique correspondant à l'évènement de référence (Dina) :

- Sur chaque commune, l'heure du pic de houle a été déterminée à partir des résultats du modèle de houle élaboré dans le cadre du projet HOULREU.
- La série temporelle de niveau de marée prédite est calculé à l'aide du logiciel SHOMAR du SHOM à la Pointe des Galets, à l'heure du pic estimé de la houle lors de l'évènement ; ce niveau de marée est ensuite ramené au zéro IGN89 par l'intermédiaire des références altimétriques présentées au Tableau 12.
- Le niveau de marée sur chaque commune, et au moment du pic de houle, a été déterminé en extrapolant géographiquement et temporellement, avec une méthode linéaire, les données de marée prédites par le SHOM à la pointe des Galets, et en introduisant un déphasage temporel.
- La surcote atmosphérique a été estimée à partir des données disponibles pour l'évènement considéré. Les chroniques de mesure de pression sont connues grâce aux données des stations de Météo-France⁹ sur les sites de l'aéroport de Sainte-Marie et de la ville du Port. La surcote atmosphérique (baromètre inverse) est calculée au moment du pic de houle.

Cette méthode permet ensuite de déterminer avec précision le niveau de la mer (intégrant le niveau de marée et la surcote due à la dépression barométrique) au moment du pic de houle, sur chacun des sites d'étude.

⁹ Saison cyclonique – Sud-ouest de l'océan Indien, 2001-2002, Météo-France, 100p.

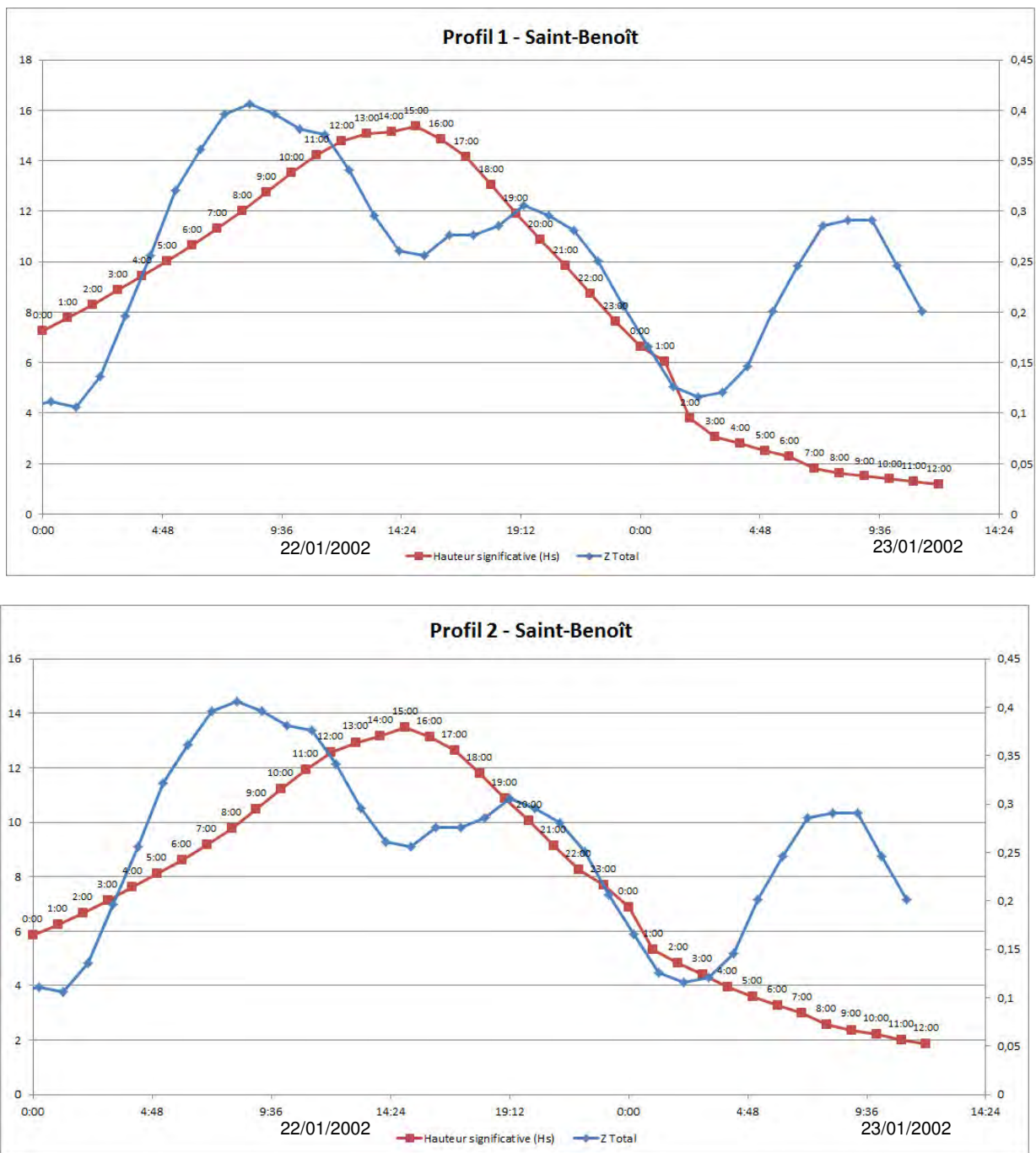


Figure 39 - Hauteur significative des vagues en rouge (en mètres, échelle de gauche) et niveau de la mer en bleu incluant la marée prédite et la surcote atmosphérique estimée (en mètres IGN89, échelle de droite) les 22 et 23 janvier 2002 (cyclone Dina) pour la commune de Saint-Benoît.

La prise en compte de l'élévation du niveau marin due au changement climatique se décline au travers des deux scénarios décrits précédemment : le scénario de référence et le scénario à échéance 100 ans.

Au final, les niveaux considérés sont donc les suivants :

Événement de référence	Marée prédite (SHOMAR, /ZH)	Surcote atmosphérique	Niveau marin du scénario de référence (/0 IGN89)	Niveau marin du scénario à échéance 100 ans (/0 IGN89)
Cyclone Dina	0.53 m (22/01/2002 vers 15h00 TU)	+0,32 m	0.47 m	0.87 m

Tableau 13 - Niveaux marins retenus pour la simulation de submersion

Stratégie de modélisation : Méthode adoptée pour les simulations

Localisation de la simulation

Le littoral de Saint-Benoît présente la particularité d'être extrêmement hétérogène avec notamment une succession de falaises et secteurs plus bas.

Au vu des enjeux sur le littoral de la commune de Saint-Benoît, il a été convenu de réaliser deux modèles 1D sur les secteurs jugés comme étant les plus sensibles à la submersion.

Les profils 1 et 2 sont situés respectivement au niveau du parc du Bourbier et au Nord du port de pêche du Butor. Ces deux profils présentent une faible altimétrie et des enjeux sont présents sur le littoral. La localisation de ces profils est précisée dans la Figure 40.

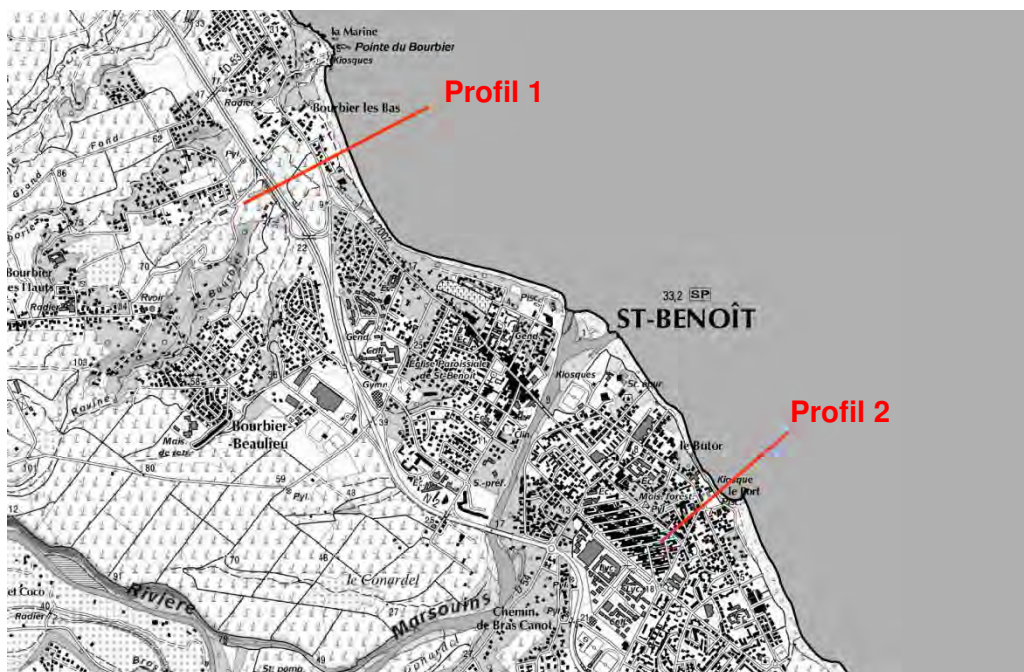


Figure 40 – Localisation des transects de simulation 1D réalisés à Saint-Benoît.

Méthode de modélisation

La méthode mise en œuvre s'appuie sur les résultats de l'étude HOULREU du BRGM (grilles R2E et R2N à résolution 90 m, Pedreros *et al.*, 2009). Pour les simulations, compte-tenu des incertitudes et afin de simplifier la démarche, les simulations ont été menées directement à partir des houles de référence publiées par Lecacheux *et al.* (2012) suite à l'étude HOULREU : les caractéristiques des houles au large pour chaque événement avaient été corrigées pour estimer les caractéristiques des vagues équivalentes orthogonales à la côte au large. L'utilisation de ces résultats permet de simuler la propagation des vagues depuis le large jusqu'à la côte directement avec SWAN.

La démarche pour les simulations de la submersion peut finalement être décomposée en 2 principales étapes, toutes étant menées en régime stationnaire :

- **propagation des spectres du large jusqu'à 50m de fond avec le code SWAN** en 2D, en conditions « maximisantes » (associant pic des vagues et niveau d'eau maximal, même si les deux phénomènes ne se sont pas produits simultanément lors de l'événement historique) à partir du calcul des houles équivalentes au large orthogonales à la côte (Lecacheux *et al.*, 2012) ;
- **propagation des vagues de 50m de fond jusqu'à la côte et calcul de la submersion marine en 1D avec le code SWASH sur une durée de 1h**, ce qui correspond à une série d'environ 240 vagues afin d'obtenir un nombre de vagues représentatif des phénomènes ;

Simulation SWAN 2D

Les calculs ont été menés dans un premier temps à l'aide du code SWAN en 2D, dans des conditions maximisantes (vagues et niveau d'eau maximaux le 22/01/2002, même si les maximums n'étaient pas simultanés lors de l'événement : à environ 15h00 UTC pour les vagues et à environ 09h00 UTC pour le niveau d'eau).

Les simulations du cyclone Dina menées lors de l'étude HOULREU (Pedreros *et al.* 2009) et modifiées par Lecacheux *et al.* (2012) pour calculer les houles équivalentes au large orthogonales à la côte ont été exploitées. Les caractéristiques des houles de référence calculées par SWAN pour forcer les profils SWASH à 50m de profondeur sont présentées dans le Tableau 14 .

Profil	Lieu	Conditions de houles calculées par SWAN2D et corrigée au droit des deux sites à 50m de profondeur	
		Hs (m) orthogonal	Tp
1	Saint-Benoît	15.4m	15s
2	Saint-Benoît	13.5m	15s

Tableau 14 – Événement de référence « cyclone Dina » : résultat du modèle SWAN au droit des deux profils à 50m de profondeur, avec correction d'incidence (Hs équivalent à une houle orthogonales à la côte)

Simulation de la submersion SWASH 1D (en conditions stationnaires sur une durée de 1h)

La propagation des vagues de 50m de fond jusqu'à la côte ainsi que la submersion marine ont été calculées grâce au modèle SWASH (Simulating WAVes till SHore). Il s'agit d'un code vague-à-vague développé par l'Université Technologique de Delft aux Pays-Bas (Zijlema *et al.*, 2011). Il résout les équations de Saint-Venant non linéaires (*nonlinear shallow water*) en incluant les termes

non-hydrostatiques de la pression. Ce code permet de simuler la propagation des vagues en domaine côtier ainsi que la submersion marine car il tient compte des phénomènes de : réfraction, diffraction, frottement au fond, gonflement, déferlement, réflexion, interactions (vague-vague, vague-courant), génération des courants induits par les vagues, le traitement de l'interface sèche-mouillée (en zone de swash) et la propagation des écoulements en présence d'ouvrages et du bâti.

Il est à noter que ce code ne contient pas de module morphodynamique si bien qu'il ne peut pas modéliser l'érosion des plages ou des cordons littoraux observés lors des cyclones.

Les caractéristiques déterminées précédemment avec SWAN au droit des deux profils sont utilisées comme conditions aux limites pour SWASH à une profondeur de 50 m. La propagation des vagues depuis de 50m de fond jusqu'à la côte est menée à une résolution de 1 m le long du profil, et permet de connaître les principales caractéristiques des vagues le long de ce dernier dans les deux scénarios étudiés (scénarios de référence et 2100).

Les calculs sont menés sur des profils topo-bathymétriques issus des données Litto3D¹⁰ ré-échantillonnées pour une résolution de calcul de 1m dans l'axe du profil.

En une dimension, le code SWASH prend en compte une friction sur le fond par l'intermédiaire d'un coefficient de Manning. Ce coefficient varie en fonction de la nature du fond. Pour cette étude, trois coefficients de Manning différents ont été considérés :

- Une valeur de Manning associée au « fond océanique » pour les profondeurs inférieures à 15-20 m ;
- Une valeur de Manning associée à l'interface terre-mer caractérisant le cordon littoral entre la profondeur de 15-20m (on niveau de la rupture de pente lorsqu'elle est visible) jusqu'au niveau du haut de plage ou de l'arrière dune lorsqu'elle est présente. La limite peut également correspondre au début de la zone anthropisée (route, bâtiment...). Ce secteur correspond au cordon littoral constitué de galets cyclopéens de grande taille ;
- Une dernière valeur de Manning est associée à la zone située plus en arrière. Elle tient compte, en valeur moyenne de « rugosité », d'obstacles (bâtiments, murets, clôtures...), de rues ou de végétation suivant la configuration du site.

Des essais ont été réalisés pour cerner l'importance des valeurs de Manning à considérer sur les trois zone-types décrites ci-dessus. L'analyse des résultats montre l'importance prépondérante de la valeur du Manning associée au cordon littoral sur lequel le déferlement se produit et sur lequel les premiers franchissements sont calculés. Sur cette zone, la valeur du Manning est comprise entre 0.03 et 0.08 s/m^{1/3} (S.Bunya et al, 2010).

Sur le fond océanique, la valeur choisie n'a que peu d'influence sur la distance de submersion à l'intérieur des terres. La valeur considérée sera de 0.02 s/m^{1/3} (S.Bunya et al, 2010).

Sur la zone arrière littorale, la valeur sera choisie en fonction du niveau d'encombrement, de végétation et d'urbanisation. Celle-ci sera autour de 0.15 s/m^{1/3} (S.Bunya et al, 2010).

Les résultats obtenus par ces simulations permettent de connaître à tout instant la surface libre de l'eau le long des profils et d'en tirer des animations retraçant les mécanismes mis en jeu. Les résultats permettent également de connaître, pour chaque profil et chaque niveau d'eau, les caractéristiques globales de la simulation (*setup*, cotes maximales et minimales de l'eau le long du profil, courants maximaux en flux et en reflux).

¹⁰ Ces profils n'intègrent pas le bâti.

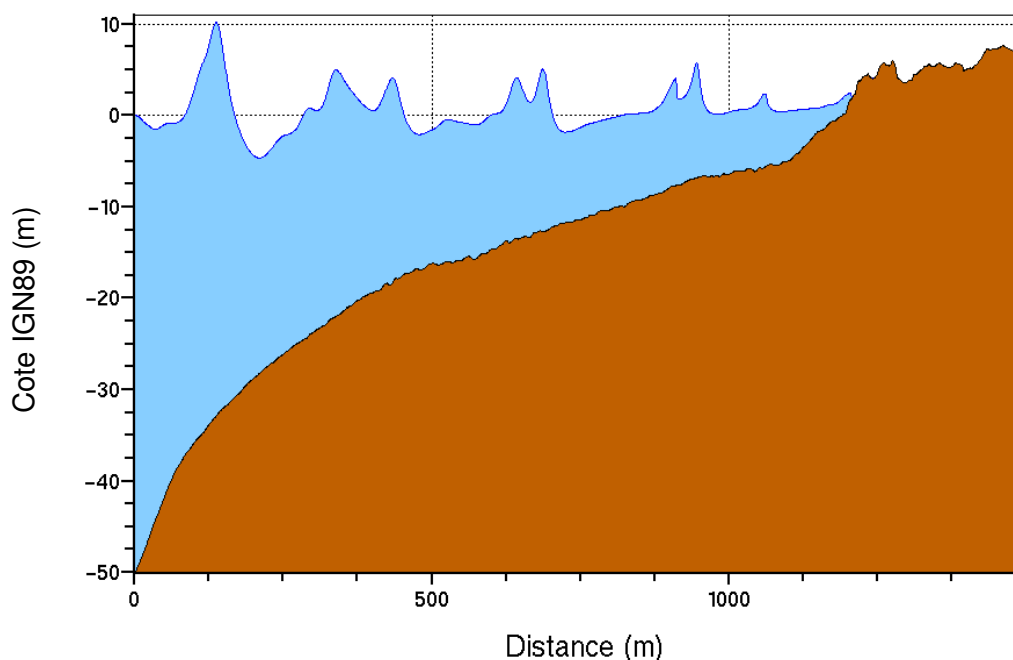


Figure 41 – Aperçu de la propagation des vagues le long d'un profil pendant la simulation

Ces résultats fournissent le run-up maximal atteint par les vagues sur les plages au droit des profils.

5.3.4. Analyse des résultats des simulations de submersion en conditions stationnaires sur une heure

Les chapitres suivants présentent les résultats des simulations numériques sur la commune de Saint Benoit et pour les différents profils qui la concernent. Les résultats sont donnés en termes de hauteur d'eau et de vitesse maximale atteinte pendant la simulation. Les figures page suivante permettent également de repérer les limites de l'aléa fort telles que définies par le modèle numérique, pour les scénarios de « référence » et « 2100 ».

Les résultats obtenus pour les profils au droit du parc du Bourbier et au Nord du port de pêche du Butor sont représentés aux Figure 42 et Figure 44. Ces figures permettent de visualiser :

- Les hauteurs d'eau maximales à terre pour le scénario de référence et 2100;
- Le niveau statique de référence et 2100 ;
- La topographie des profils au niveau des zones de déferlement.

Ces résultats sont illustrés sur des photographies aériennes avec les limites atteintes par les vagues qui ont franchi le cordon littoral pendant l'évènement de référence et l'évènement 2100. Compte tenu des fortes vitesses observées dans la zone de franchissement, cette limite atteinte par les vagues est généralement considérée comme étant la limite de l'aléa fort (Figure 43).

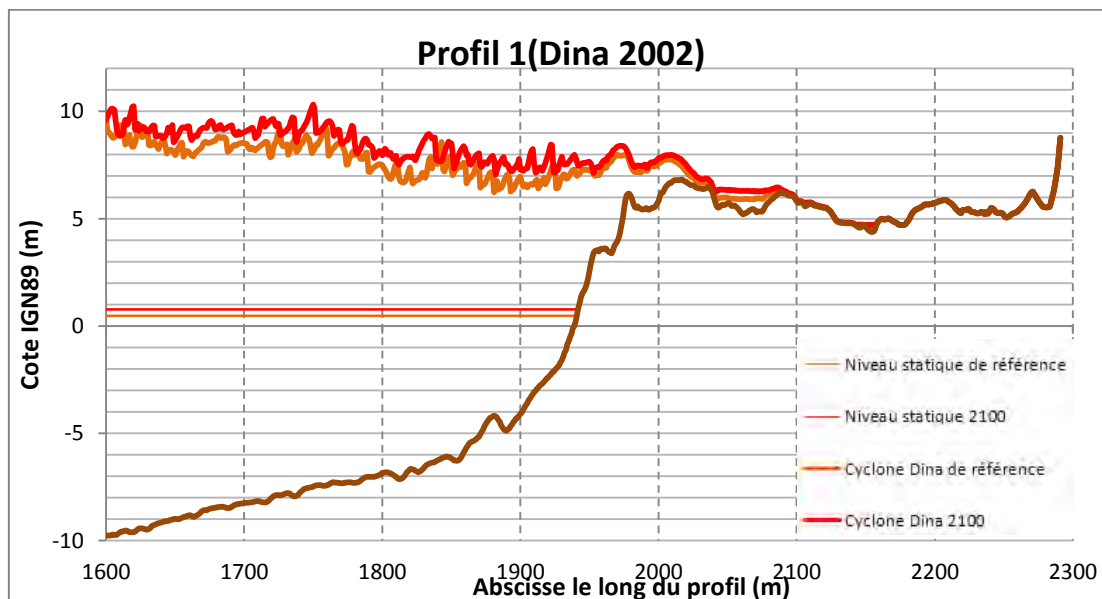


Figure 42 - Evènement de référence « cyclone Dina » : niveau d'eau maximal obtenu le long du profil 1 pour les scénarios « référence » et « 2100 » pour 1 heure simulée – Profils en travers

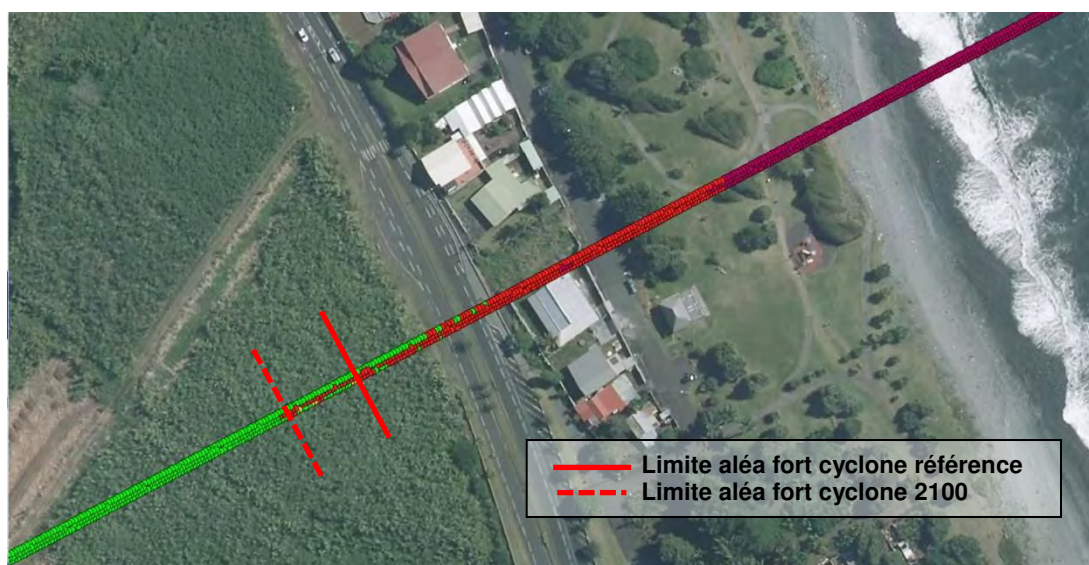


Figure 43 - Evènement de référence « cyclone Dina » : Limites de l'aléa fort le long du profil 1 pour les scénarios « référence » et « 2100 » pour 1 heure simulée – Vue en plan (Fond orthophotographie 2011, IGN©)

Sur le secteur du Bourbier (profil 1), une zone de promenade boisée a été aménagée en arrière du cordon littoral. Cette zone se trouve en lieu et place de l'ancien quartier qui a été fortement impacté par les vagues lors du cyclone Colina. Au niveau de cette butte, le terrain naturel culmine à plus de 6,8 m IGN89. Pour autant, les riverains rencontrés indiquent que de l'eau de mer arrive jusqu'à la route lors des cyclones importants. Le modèle numérique indique également que la houle peut franchir la butte et atteindre la route. Pour le scénario de référence, les vitesses d'écoulement peuvent être importantes jusqu'à la route et plus de 20 m en arrière.

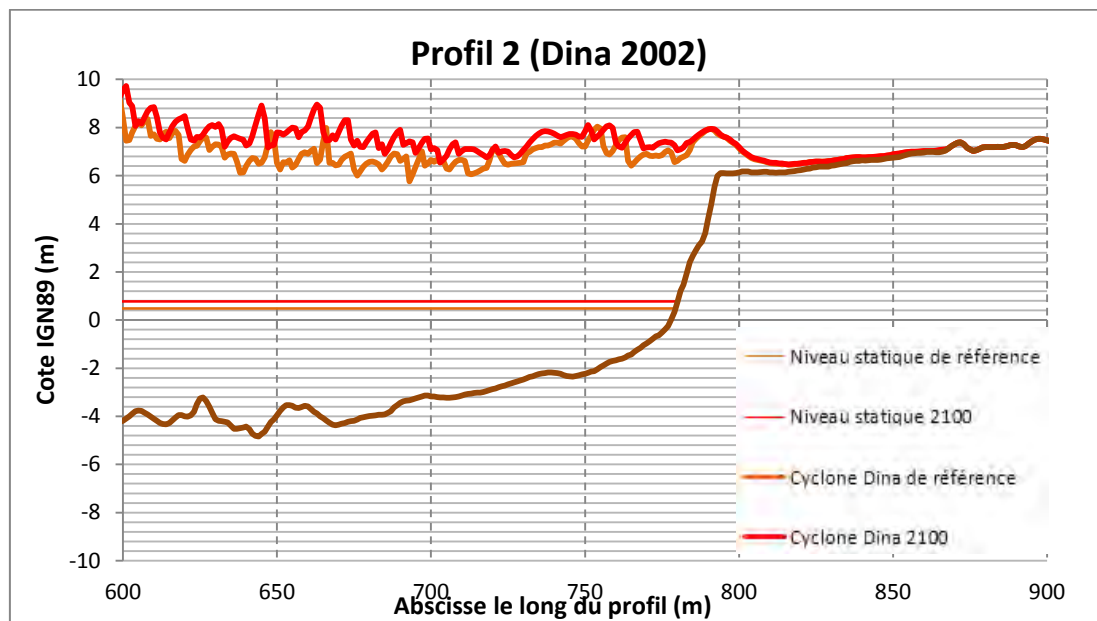


Figure 44 - Evènement de référence « cyclone Dina » : niveau d'eau maximal obtenu le long du profil 2 pour les scénarios « référence » et « 2100 » pour 1 heure simulée – Profils en travers



Figure 45 - Evènement de référence « cyclone Dina » : Limites de l'aléa fort le long du profil 2 pour les scénarios « référence » et « 2100 » pour 1 heure simulée – Vue en plan (Fond orthophotographie 2011, IGN©)

Au niveau du port de pêche (profil 2), les houles peuvent franchir le trait de côte et pénétrer en arrière avec des écoulements rapides sur une distance de 80 m environ. De nombreux témoignages permettent de confirmer des franchissements sur ce secteur où de l'eau de mer peut atteindre le rond-point situé en arrière du profil.

5.3.5. Zonage cartographique de l'aléa submersion marine

Qualification de l'aléa

La qualification de l'aléa repose sur la prise en compte de la dynamique de submersion de la manière suivante (Tableau 15) :

		Dynamique de submersion		
		Lente	Moyenne	Rapide
Hauteur d'eau (m)	H<0,5	Faible	Modéré	Fort
	0,5<h<1	Modéré	Modéré	Fort
	H>1	Fort	Fort	(Très) Fort

Tableau 15 – Qualification de l'aléa submersion marine en fonction de la dynamique de submersion (Guide PPRL, MEDDTL, 2012 et DGPR, 2013)

En première approche l'aléa est défini à minima par les éléments quantifiés issus de la modélisation numérique de submersion. Ces éléments sont ensuite complétés par des considérations et analyses décrites dans le chapitre suivant.

Traitements et zonages cartographiques pour le scénario de référence

Le zonage est cartographié sous SIG à partir :

- Des données historiques recueillies
- Des données issues des modélisations (hauteur et vitesse d'écoulement)

Les résultats des modèles sont traités sous SIG par des analyses thématiques permettant une analyse croisée des informations de vitesse et de hauteur d'eau pour qualifier l'aléa selon les critères énoncés dans le Tableau 15.

Une analyse de la cohérence des résultats est ensuite menée en confrontant le résultat de l'analyse thématique brute avec :

- les données historiques connues sur le site.
- Une analyse experte du MNT pour comprendre les modes d'écoulement des submersions

Sur les secteurs traités à l'aide des modèles 1D, une fois validés ou corrigés par l'expertise, les résultats des modèles sont étendus et spatialisés, suivant différentes approches en fonction des configurations. L'expertise permet de définir l'emprise et la cohérence de cette spatialisation suivant les typologies des littoraux (plages, falaises) et leurs caractéristiques morphologiques (altitude du cordon, points d'entrée d'eau préférentiels, « cuvettes ») identifiées à partir du MNT, des orthophotographies et de la connaissance du terrain.

Par ailleurs, reprenant certains éléments méthodologiques du guide national, les principes cartographiques suivants ont été retenus pour la cartographie de l'aléa de référence :

- La limite des aléas sont définis par les résultats du modèle le plus représentatif du secteur
- Un bandeau forfaitaire (30 à 50m) d'aléa fort est considéré pour les secteurs pouvant être concernés par des projections de matériaux sédimentaires (galets, fragments de coraux) et de débris ;
- A minima, le bandeau d'aléa modéré fait 20m ou 10m de large suivant que le profil du terrain naturel soit plat/descendant ou ascendant
- A minima, le bandeau d'aléa faible fait 15m de largeur

- Derrière un ouvrage littoral de protection contre la submersion (type levée ou digue), un bandeau de 50m d'aléa fort est considéré
- De la même manière, derrière un massif de type cordon dunaire ou cordon littoral, une zone de 50m d'aléa fort est également considérée
- En zone de déferlement cyclonique, un bandeau de 50m d'aléa fort est considéré en arrière du trait de côte
- Dans les zones d'estuaire, et lorsque la dynamique des vagues n'est plus à considérer (car positionné très en amont), le niveau statique calculé en front de mer (niveau de la mer + marée + setup + surcote atmosphérique) est utilisé pour cartographier la zone submergée par une méthode MNT simplifiée.

Traitements et zonages cartographiques pour le scénario 2100

Concernant la prise en compte du changement climatique, une analyse d'ensemble des résultats des simulations numériques a été réalisée.

Chaque profil ayant été modélisé selon les scénarios de « référence » et de changement climatique (scénario « 2100 »), il a été possible de mesurer sur chacun de ces profils la distance de recul de l'aléa que pouvait entraîner l'élévation du niveau marin à échéance 2100. Ces résultats sont synthétisés dans le graphique suivant.

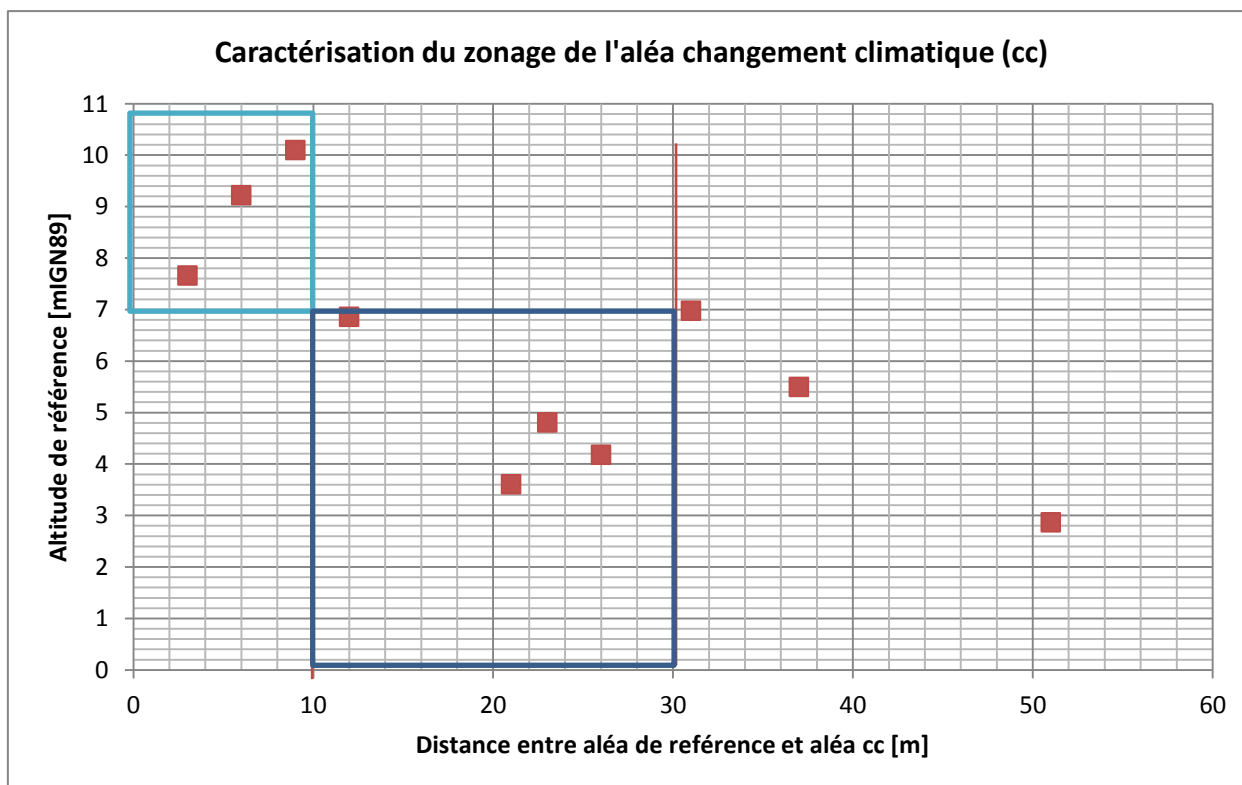


Figure 46 - Caractéristiques du zonage changement climatique

Sur les 10 modèles réalisés sur l'ensemble du littoral Nord Est de la Réunion (Chateauminois & al 2014), on peut constater une forte disparité de l'impact du changement climatique sur le recul que celui-ci peut entraîner en termes de zonage cartographique. Ce recul planimétrique varie entre 3m et peut monter jusqu'à 51m suivant le profil.

Pour cartographier le zonage de submersion « 2100 », s'agissant d'une approche à long terme, il a semblé pertinent de chercher à moyenner ces résultats de modélisation plutôt que de chercher à faire parler les modèles de façon isolée. L'autre objectif est d'aboutir à des règles simples mais qui restent pertinentes vis-à-vis des phénomènes étudiés.

Pour ces raisons, et sur la base de l'analyse de la figure précédente, les choix méthodologiques suivants ont été réalisés pour cartographier le zonage submersion « 2100 » :

« Le zonage de référence subit un recul de 10 à 30m suivant que l'altitude atteinte par la limite de l'aléa fort de référence se trouve au-dessus ou au-dessous de la cote 7m IGN89 »

Ce résultat est obtenu en faisant les regroupements indiqués par les encadrés bleu-ciel et bleu-marine sur la figure ci-dessus :

- Les 3 profils les moins impactés par le changement climatique (recul inférieur à 10m) présentent une limite d'aléa fort située au-dessus de 7m IGN89.
- Les 5 profils suivants, et dont la limite d'aléa fort se situe au-dessous de 7m, présentent un recul inférieur ou égal à 30m.
- Les deux autres profils qui affichent un recul supérieur à 30m sont considérés comme des cas particuliers qui peuvent sortir de l'approche moyennée.

Cette méthode permet d'aboutir à une règle simple et intelligible puisqu'elle permet de prendre en compte implicitement l'inclinaison du terrain (pente littorale) sur le secteur cartographié.

Limitation de l'extension de la submersion marine par l'altitude

L'utilisation de tampons planimétriques pour la cartographie des aléas peut engendrer des incohérences notamment sur les secteurs à falaise ou plus généralement sur les secteurs présentant une forte altitude à des distances relativement proches du trait de côte.

Il a donc été introduit une règle méthodologique permettant de contraindre l'utilisation de ces tampons planimétriques. Une analyse de l'ensemble des modélisations numériques réalisées sur le secteur Nord-Est de la Réunion a permis de définir la cote maximale atteinte par les vagues à la cote. Cette cote de l'ordre de 11 m NGR a été considérée comme étant une des limites possibles de la submersion marine pour le secteur de Saint Benoît.

Le zonage de la submersion marine sur la commune de Saint Benoît a donc été reconsidéré en prenant en compte cette cote altimétrique qui peut contraindre l'extension de la submersion marine notamment lorsque les terrains se situent éloignés du littoral ou à une altitude nettement supérieure à cette cote altimétrique.

Une analyse de la configuration d'un secteur peut imposer d'étendre les zones d'aléas au-dessus de cette cote altimétrique en fonction de caractéristiques morphologiques locales particulières (proximité du rivage, cap rocheux en front de mer qui favorise l'apparition de vagues d'intensité plus importantes, topo-bathymétrie au droit du secteur favorable à des submersions plus intenses que les profils de simulation du nord-est).

Résultats cartographiques

Pour l'aléa submersion marine, le niveau d'intensité de l'aléa est évalué selon les deux scénarios donnant l'aléa de référence et l'aléa à échéance 100 ans (ou à l'horizon 2100).

Pour chacun des deux scénarios, le niveau d'intensité de l'aléa est décliné en trois niveaux de gradation : faible, modéré et fort, chaque niveau étant associé à des couleurs (respectivement vert, orange et rouge).

Il en résulte la superposition d'un grand nombre d'informations sur les cartes d'aléa submersions marine. Les informations concernant les deux scénarios ci-dessus sont différenciées par l'usage de surfaces colorées pour l'aléa de référence, et de lignes discontinues pour l'aléa à échéance 100 ans (dit aléa 2100).

Les résultats sont présentés sous la forme de deux types de cartes :

- une carte de synthèse au 1/10 000^{ème} présentant les modes de submersions, les particularités hydro-morphologiques (point d'entrée d'eau préférentiel, embouchures, dépressions arrière-littorales), les secteurs non soumis à une interaction avec l'évolution du trait de côte et les données historiques disponibles ;
- une carte de zonage au 1/5000^{ème} de l'aléa de référence et de l'aléa à échéance 2100.

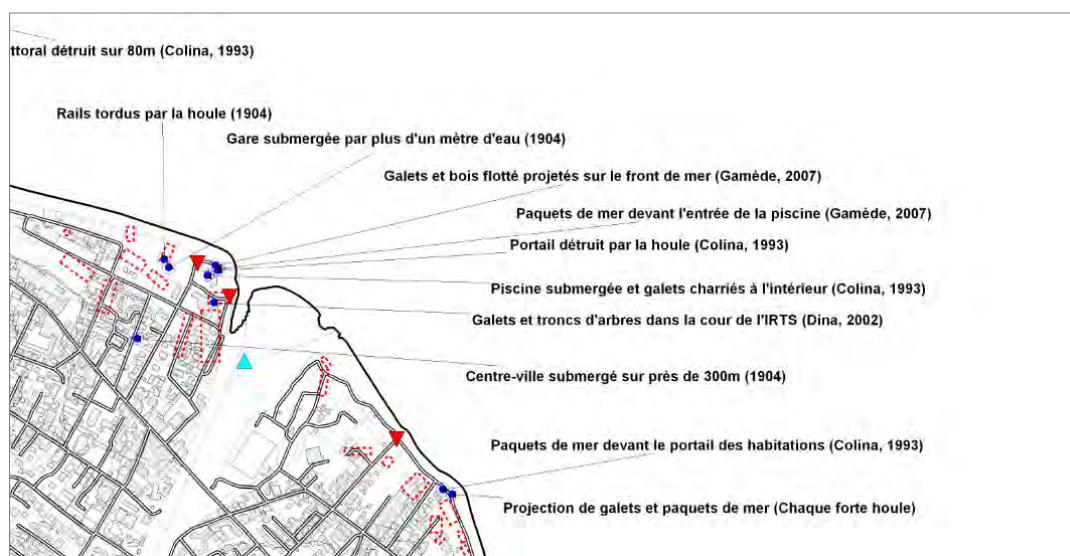


Figure 47 - Extrait de la carte de synthèse de l'histoire de la submersion marine de la commune de Saint-Benoît (cf. Annexe 3)

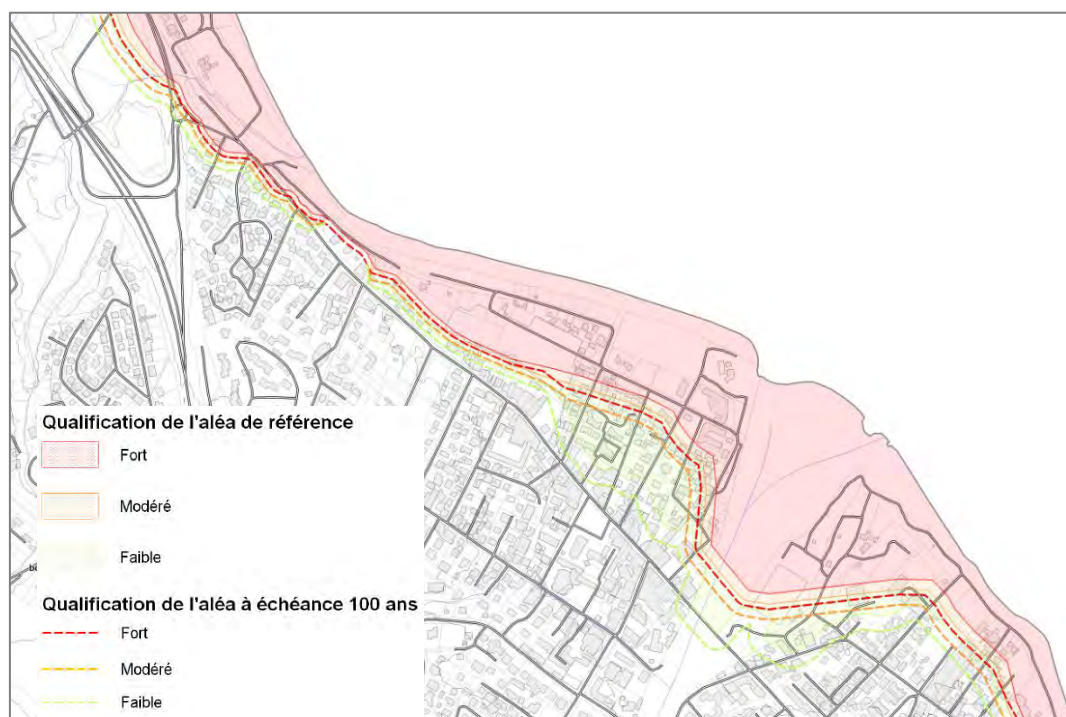


Figure 48 – Extrait de la carte d'aléa submersion marine de la commune de Saint-Benoît (cf. Annexe 4)

6. Elaboration du zonage réglementaire

6.1. METHODOLOGIE

L'élaboration du zonage réglementaire constitue l'ultime étape cartographique du Plan de Prévention des Risques naturels littoraux. Il permet, en croisant les différentes données d'aléas et d'enjeux à disposition, de définir les secteurs au sein desquels les constructions seront autorisées, interdites ou soumises à prescriptions.

La version finale du guide méthodologique d'élaboration des Plans de Prévention des Risques Littoraux (DGPR, mai 2014), précise à ce sujet que *le zonage réglementaire traduit de façon cartographique les choix issus de l'évaluation des risques et de la concertation menée avec l'ensemble des acteurs de la gestion du risque. [...] Il a pour but de définir, dans les zones directement exposées aux risques et le cas échéant, dans les zones non directement exposées, une réglementation homogène comprenant des interdictions et des prescriptions réglementaires.*

La circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque submersion marine dans les plans de prévention des risques naturels littoraux et ses annexes définissent que *le PPRL devra prendre en compte deux aléas distincts, l'aléa de référence [...] et un aléa à l'horizon 2100, avec une progressivité de la réglementation entre les deux conditionnée par le caractère urbanisé ou non de la zone considérée.*

L'élaboration de la cartographie réglementaire du présent PPRL est donc complexe dans la mesure où elle prend en considération cinq types d'information distincts :

- Deux types d'aléas littoraux : recul du trait de côte et submersion marine ;
- Deux temporalités pour chacun des deux aléas considérés : l'aléa de référence et l'aléa à horizon 2100 avec prise en compte du changement climatique ;
- Le caractère urbanisé ou non de l'espace étudié.

Un groupe de travail partenarial DEAL/Services techniques de plusieurs collectivités a été mis en place au premier semestre 2015 pour élaborer la trame d'un règlement-type « PPR littoral » réunionnais. Ce règlement-type a servi de base au projet PPR littoral de la commune de Saint-Benoît.

6.1.1. Les espaces urbanisés et non-urbanisés

La prise en considération des espaces urbanisés et non-urbanisés est essentielle dans le cadre de l'élaboration d'un document de risques. Elle a pour vocation de :

- Ne pas aggraver les risques dans les secteurs non-anthropisés et soumis à un ou plusieurs aléas ;
- Permettre un développement raisonné des espaces urbanisés soumis à un degré d'aléa faible à modéré, dans la mesure où la protection des biens et des personnes exposées à certains aléas est rendue possible par la mise en place d'un certain nombre de prescriptions.

La délimitation de ces espaces a été faite en intégrant différentes données à disposition, et notamment :

- Le Schéma de Mise en Valeur de la Mer (SMVM du 22 novembre 2011) élaboré par la Région Réunion, notamment les espaces naturels remarquables du littoral ;
- Les zones de coupure d'urbanisation du Schéma d'Aménagement Régional (SAR du 22 novembre 2011) élaborée par la Région Réunion ;
- Les zones naturelles délimitées dans les documents d'urbanismes communaux (Plan Local d'Urbanisme / Plan d'Occupation des Sols) ;
- La limite des 50 pas géométriques ;

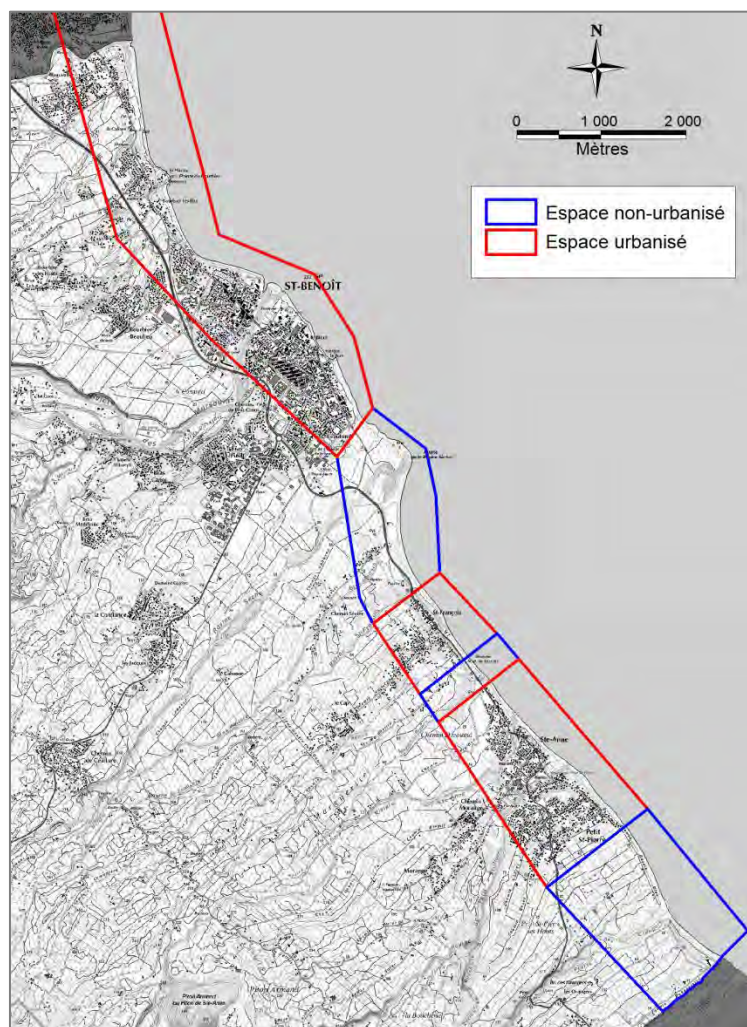


Figure 49 – Délimitation des espaces urbanisés et non urbanisés sur le littoral de Saint-Benoît

6.1.2. La submersion marine

La traduction réglementaire de l'aléa submersion marine passe par le croisement cartographique :

- Des données d'aléa de référence et d'aléa 2100 dans un premier temps ;
- De la donnée issue du croisement de ceux aléas avec les espaces urbanisés/non-urbanisés dans un second temps.

Le guide méthodologique national rappelle à ce titre les principes généraux de prévention dans les zones soumises à un risque de submersion, et à intégrer dans l'approche territorialisée sur l'île de La Réunion :

- « Les espaces non urbanisés soumis au risque d'inondation, quel que soit son niveau, restent préservés de tout projet d'aménagement afin de ne pas accroître la présence d'enjeux en zone inondable ;
- les espaces déjà urbanisés ne doivent pas s'étendre en espace inondable peu ou pas urbanisé, et les secteurs les plus dangereux (zone d'aléa fort) sont rendus inconstructibles ;
- D'une manière générale la vulnérabilité des espaces urbanisés ne doit pas être augmentée ;
- La prise en compte du réchauffement climatique dans l'aléa horizon 100 ans n'a pas pour conséquence directe de rendre inconstructible les secteurs concernés (sauf rare exception essentiellement liée à la topographie du lieu [...]). Dans ces zones, le périmètre et la nature des mesures de réduction de vulnérabilité à prescrire (hauteur de plancher, espace refuge...) seront définis à partir de l'aléa horizon 100 ans. Cependant, dans le respect des principes guidant la réalisation des PPR, dans quelques cas limités, l'inconstructibilité sera la règle ou à étudier. Plus précisément, il s'agit d'un terrain situé dans la zone d'aléa 2100 (modéré ou fort), en zone naturelle, et dans une zone non soumise à l'aléa de référence ».

A partir de ces dispositions générales et en tenant compte des spécificités communales de Saint-Benoît, il a été décidé de distinguer les zones réglementaires suivantes :

Principes d'inconstructibilité liés à la submersion :

En espace urbanisé, un principe d'inconstructibilité s'applique à toutes les zones d'aléa fort ou modéré de référence.

En espace non-urbanisé, un principe d'inconstructibilité s'applique à toutes les zones concernées par un aléa, qu'il soit actuel ou à horizon 2100, à l'exception des secteurs d'aléa nul de référence ET faible à horizon 2100.

Un principe de constructibilité avec prescription s'applique sur les autres secteurs.

Espaces Non urbanisés		ALEA 2100		
		Faible	Modéré	Fort
ALEA DE REFERENCE	Nul	Constructible avec prescriptions	Inconstructible	Inconstructible
	Faible	Inconstructible	Inconstructible	Inconstructible
	Modéré		Inconstructible	Inconstructible
	Fort			Inconstructible

Tableau 16 – Traduction réglementaire de l'aléa submersion marine dans les espaces non-urbanisés

Espaces urbanisés		ALEA 2100		
		Faible	Modéré	Fort
ALEA DE REFERENCE	Nul	Constructible avec prescriptions	Constructible avec prescriptions	Constructible avec prescriptions
	Faible	Constructible avec prescriptions	Constructible avec prescriptions	Constructible avec prescriptions
	Modéré		Inconstructible	Inconstructible
	Fort			Inconstructible

Tableau 17 - Traduction réglementaire de l'aléa submersion marine dans les espaces urbanisés

6.1.3. Le recul du trait de côte

Concernant le recul du trait de côte, la nature même de l'aléa justifie une classification réglementaire plus immédiate de l'aléa. On peut en effet considérer que tout terrain soumis à l'érosion littorale est voué à disparaître, raison pour laquelle l'aléa RTC est toujours affecté du code degré "fort". Logiquement, l'inconstructibilité est donc la règle pour l'aléa 2100 sans prise en compte du changement climatique. Le guide méthodologique national est d'ailleurs particulièrement explicite à ce sujet :

« Pour ces types d'aléas, la prévention des risques consiste à ne pas augmenter les enjeux dans les zones qui seront impactées par l'aléa à échéance 2100. Ces zones doivent donc être classées en zone d'aléa fort et être rendues strictement inconstructibles. Le zonage ainsi opéré ne peut être adapté afin d'en diminuer les conséquences en termes de prescriptions. Ce principe conduit donc à maintenir les zones d'aléa fort en zone rouge dite inconstructible. »

De plus, dans les zones soumises à un recul du trait de côte lié au réchauffement climatique (élévation du niveau de la mer), des prescriptions peuvent être édictées afin d'éviter l'implantation d'équipements et d'infrastructures structurants ou sensibles, ainsi que les zones de grands projets urbains de type ZAC. Ces mesures permettent de faciliter la mise en œuvre des actions préconisées par la stratégie de gestion intégrée du trait de côte. »

Concernant l'aléa RTC avec prise en compte du réchauffement climatique, il a été décidé au vu des spécificités territoriales réunionnaises et des caractéristiques spatialement limitées de l'aléa sur la commune de Saint Benoît de ne pas proposer de traduction réglementaire. Cet aléa n'a donc qu'un caractère purement informatif à l'attention des décideurs locaux et porteurs de projets collectifs afin de les alerter sur le caractère non-opportun de développement urbain dans ces secteurs, notamment vis-à-vis de l'implantation de grands projets urbains.

In fine, on considère un **principe d'inconstructibilité** dans les secteurs affectés par l'aléa recul du trait de côte à 100 ans sans prise en compte du changement climatique.

6.2. TRADUCTION REGLEMENTAIRE DES DEUX ALEAS

Le zonage réglementaire final est la transcription du croisement entre les études techniques (qui ont notamment conduit à l'élaboration des cartes d'aléas) et l'identification des enjeux du territoire en termes d'interdictions, de prescriptions et de recommandations.

La DEAL Réunion et les partenaires que sont les collectivités locales ont exprimé la volonté lors du groupe de travail constitué au premier semestre 2015, de disposer d'un règlement unique croisant les aléas recul du trait de côte et submersion marine, avec ou sans changement climatique. Cette méthodologie a été souhaitée à l'instar des règlements de PPR dits « multirisques » (inondation et mouvement de terrain), principalement déployés, à La Réunion depuis 2012.

Concernant la commune de Saint-Benoît, le PPR ne prévoit pas de délimitation de zones non directement exposées. Parmi les zones exposées aux risques, le PPR distingue in fine deux zones :

- Une zone **très exposée** aux aléas submersion marine et/ou recul du trait de côte, appelée **zone rouge (R)**, au principe d'inconstructibilité à l'avenir ;
- Une **zone moins exposée à l'aléa submersion marine**, appelée **zone bleue (B)**, au principe de constructibilité sous conditions.

Le règlement du PPR littoral de la commune de Saint-Benoît définit des règles d'interdiction et d'autorisation spécifiques aux aléas considérés. En tant que de besoin, il convient de retourner aux cartes d'aléas pour disposer des règles applicables à la parcelle et aux projets de construction concernés.

Transcription réglementaire des aléas		SUBMERSION MARINE			
		Nul réf. ET Fort, Modéré ou Faible 2100	Faible réf. ET Fort, Modéré ou Faible 2100	Modéré réf.	Fort réf.
RECU DU TRAIT DE COTE	Fort 2100 ou Nul	Bleue	Rouge	Rouge	Rouge
	Fort	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge

Tableau 18 - Traduction réglementaire du croisement des aléas submersion marine et recul du trait de côte dans les espaces non-urbanisés

Transcription réglementaire des aléas		SUBMERSION MARINE			
		Nul réf. ET Fort, Modéré ou Faible 2100	Faible réf. ET Fort, Modéré ou Faible 2100	Modéré réf.	Fort réf.
RECU DU TRAIT DE COTE	Fort 2100 ou Nul	Bleue	Bleue	Rouge	Rouge
	Fort	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge

Tableau 19 - Traduction réglementaire du croisement des aléas submersion marine et recul du trait de côte dans les espaces urbanisés

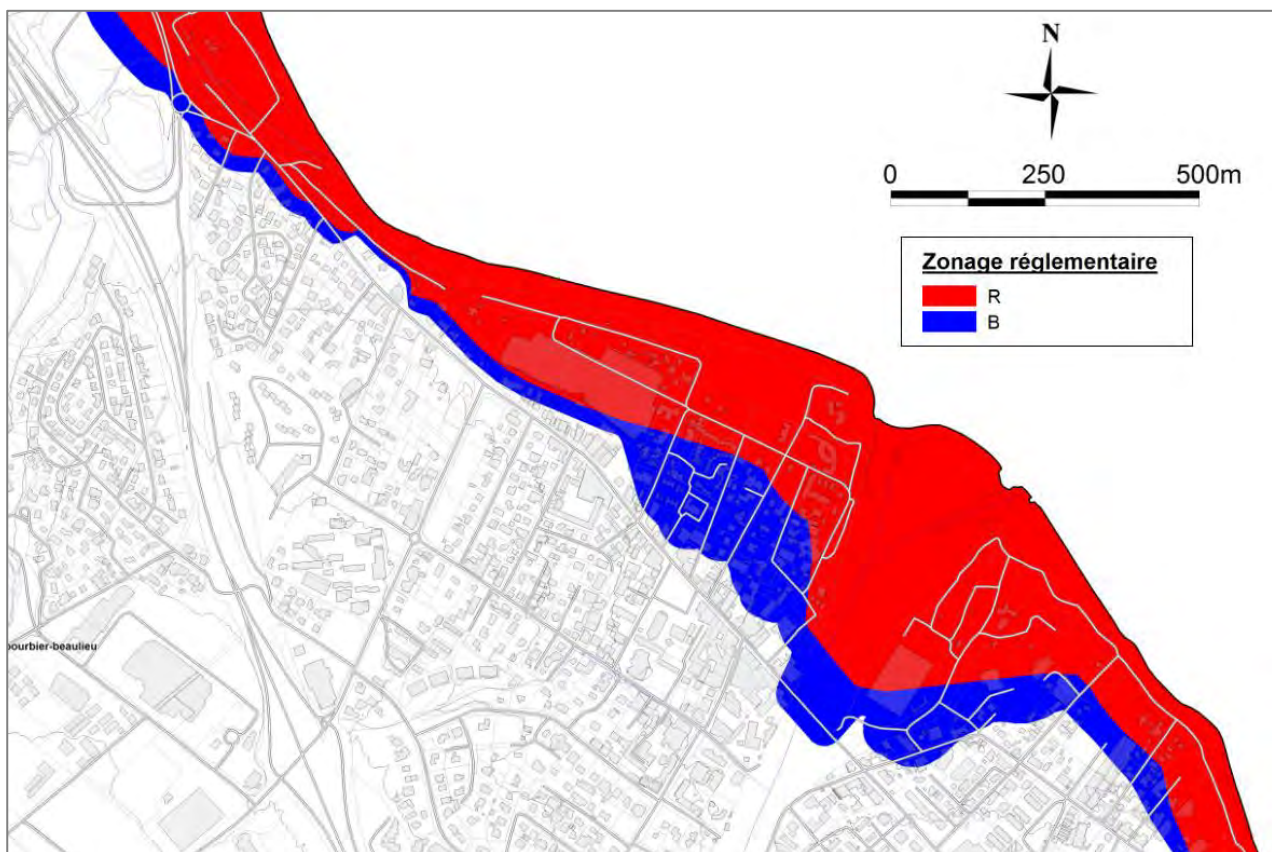


Figure 50 - Extrait de la traduction réglementaire du PPRL de Saint-Benoît (Annexe 6)

7. Lexique des sigles et termes techniques

Sigles

CC	Changement Climatique
DSAS	Digital Shoreline Analysis system
GEDC	Guide d'Estimation des Débits de Crue
HS	Hauteur significative
$H^{\max}$	Hauteur maximale
LIDAR	Light Detection And Ranging
MNE	Modèle Numérique d'Élévation
MNT	Modèle Numérique de Terrain
NGR	Nivellement Général de La Réunion
ONERC	Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique
PAC	Porter A Connaissance
PLU	Plan Local d'Urbanisme
POS	Plan d'Occupation des Sols
PPRn	Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles
PPRL	Plan de Prévention des Risques Littoraux
RD	Route départementale
RN	Route Nationale
RTC	Recul du Trait de Côte
SIG	Système d'Information Géographique
SWAN	Simulating WAVes Nearshore
SWASH	Simulating WAVes till SHore
WLR	Weight Linear Regression
ZAC	Zone d'Aménagement Concerté
ZH	Zéro Hydrographique

<i>Organismes / Administrations</i>	
BCT	Bureau Central de Tarification
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CIVIS	Communauté Intercommunale des Villes Solidaires
DGPR	Direction Générale de la Prévention des Risques
DEAL	Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
EMZPCOI	Etat-Major de Zone de Protection Civile – Océan Indien
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
MEDDE	Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie
MEDDTL	Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement
SHOM	Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

Termes techniques

Accrétion (ou engraissement ou accumulation) : Progression de la ligne de rivage par accumulation de sédiments.

Aléa : Phénomène naturel (ex : mouvement de terrain, submersion, inondation, etc.) d'une intensité donnée avec une probabilité d'occurrence/apparition.

Aléa de référence : Au sens du guide national de mai 2014 (DGPR, 2014), l'aléa de référence désigne le phénomène naturel engendré par l'évènement de référence du site concerné. Les événements retenus pour la détermination de l'aléa de référence submersion marine intègrent au niveau moyen de la mer une marge d'élévation du niveau de la mer de 20 cm.

Aléa 2100 : Au sens du guide national de mai 2014, l'aléa de 2100 désigne le phénomène naturel engendré par l'évènement de référence du site concerné auquel une hypothèse d'élévation du niveau marin de 60 cm dont 20 cm sont déjà intégrés au niveau d'eau de l'évènement de référence.

Cartographie réglementaire des risques naturels : Volet essentiel de la politique de lutte contre les catastrophes naturelles visant à déterminer les zones exposées et à définir les mesures de prévention nécessaires.

Catastrophe naturelle : Phénomène ou conjonction de phénomènes dont les effets sont particulièrement dommageables.

Cellule sédimentaire (ou unité sédimentaire) : Cellule du littoral indépendante du point de vue des transits sédimentaires.

Dérive littorale : Flux de sédiments sensiblement parallèle au rivage, en proche côtier, résultant de différentes causes : vagues, courants, vent.

Désordres : Expression des effets directs et indirects d'un phénomène naturel sur l'intégrité et le fonctionnement des milieux.

Enjeux : Personnes, biens, activités, moyens, patrimoine, etc., susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel. Les enjeux s'apprécient aussi bien pour le présent que le futur.

Embouchure : Point le plus en aval d'un réseau hydrographique, où passent toutes les eaux de ruissellement drainées par le bassin.

Érosion (ou démaigrissement) : Perte de sédiments pouvant entraîner un recul du trait de côte ou un abaissement de l'estran ou de la plage.

Estran : Espace compris entre le niveau des plus hautes et des plus basses mers connues ou zone de balancement des marées.

Falaise : Escarpement vertical ou subvertical.

Hauteur significative : hauteur caractéristique de l'état de mer, estimée par une analyse statistique des vagues (moyenne du tiers supérieur des hauteurs des vagues observées sur une durée finie), ou par une analyse spectrale (à partir du moment d'ordre zéro de la densité spectrale).

Houle : Oscillation régulière de la surface de la mer, observée en un point éloigné du champ de vent qui l'a engendrée.

Jet de rive : Masse d'eau projetée sur un rivage vers le haut d'un estran par l'action de déferlement des vagues (En anglais : swash).

Ouvrage de protection côtier : Structure côtière construite et dimensionnée ayant pour objectif d'atténuer les impacts de phénomènes naturels sur un secteur géographique particulier appelé zone protégée. Il répond à une vocation initiale de fixation du trait de côte, de lutte contre l'érosion, de soutènement des terres, de réduction des franchissements, de dissipation de l'énergie de la houle ou d'obstacle à l'écoulement.

Phénomène naturel : Manifestation, spontanée ou non, d'un agent naturel.

Prévention : Ensemble des dispositions visant à réduire les impacts d'un phénomène naturel : connaissance des aléas, réglementation de l'occupation des sols, mesures actives et passives de protection, information préventive, prévisions, alerte, plans de secours, etc.

Risque naturel : menace sur les vies humaines, les biens et les activités consécutives à la survenance d'un aléa naturel (risque = aléa X vulnérabilité).

Run-up : Altitude maximale atteinte par le jet de rive.

Servitude réglementaire : Mesures d'interdiction, de limitation ou de prescription relatives aux constructions et ouvrages, définies dans certaines zones par un arrêté réglementaire.

Set-up (ou wave set-up): cf. Surcote liée aux vagues.

Submersion : Action de submerger/d'inonder. Par convention, on emploiera de manière indifférenciée les termes inondation et submersion.

Surcote : Différence positive entre le niveau marégraphique observé/mesuré et le niveau de marée prédite.

Surcote liée aux vagues : Surcote locale provoquée par la dissipation d'énergie liée au déferlement des vagues.

Surcote météorologique : Surcote provoquée par le passage d'une dépression et prenant en compte les effets du vent, de la pression (surcote barométrique inverse) et des effets dynamiques liés au déplacement de l'onde de surcote.

Trait de côte : défini, en matière de cartographie marine et terrestre, comme la ligne portée sur la carte séparant la terre et la mer. L'évolution de la position du trait de côte permet de rendre compte de la dynamique côtière. Différentes définitions, ou plutôt différents indicateurs de sa position, coexistent et peuvent être adoptées pour tenir compte de la diversité des morphologies du littoral.

Vulnérabilité : Exprime au sens le plus large, le niveau de conséquences prévisibles d'un phénomène naturel sur les personnes, les biens et les activités. On peut distinguer la vulnérabilité économique et la vulnérabilité humaine.

8. Principaux textes officiels

8.1. LEGISLATION - REGLEMENTATION

1. Loi n° 87.565 du 22 juillet 1987 modifiée, relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs ;
2. Loi n° 95.101 du 2 février 1995 dite loi Barnier, relative au renforcement de la protection de l'environnement, et notamment son titre II sur les dispositions relatives à la prévention des risques naturels (transposée dans les articles L.562.1 à L.562.9 du code de l'Environnement) ;
3. Décret d'application n° 95.1089 du 5 octobre 1995 relatifs aux plans de prévention des risques naturels prévisibles ; modifié par le décret n°2005.3 du 04 janvier 2005 ;
4. Loi n°2003.699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages (Journal Officiel du 31 juillet 2003).
5. Décret d'application n°2012.765 du 28 juin 2012 relatif à la procédure d'élaboration, de révision et de modification des PPR naturels ;

8.2. PRINCIPALES CIRCULAIRES

1. La circulaire interministérielle (Intérieur - Equipement - Environnement) du 24 janvier 1994 relative à la prévention des inondations et à la gestion des zones inondables ;
2. La circulaire du ministère de l'Environnement du 19 juillet 1994 relative à la relance de la cartographie réglementaire des risques naturels prévisibles ;
3. La circulaire interministérielle (Equipement - Environnement) du 24 avril 1996 relative aux dispositions applicables au bâti et aux ouvrages existants en zones inondables ;
4. La circulaire interministérielle (Equipement - Environnement) du 30 avril 2002 relative à la politique de l'Etat en matière de risques naturels prévisibles et de gestion des espaces situés derrière les digues de protection contre les inondations et les submersions marines.
5. La circulaire du 21 janvier 2004 relative à la maîtrise de l'urbanisation et l'adaptation des constructions en zones inondables ;
6. La circulaire du 03 juillet 2007 relative à la consultation des acteurs et à la concertation avec la population pour l'élaboration des PPR ;
7. La circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les PPR naturels littoraux ;
8. La circulaire du 28 novembre 2011 relative à la procédure d'élaboration, de révision et de modification des PPR naturels.

8.3. PUBLICATION DE GUIDES

1. Guide général « Plans de Prévention des Risques (PPR) naturels prévisibles » (paru à la documentation Française – 1997) ;
2. Premiers éléments méthodologiques pour l'élaboration des PPRL – Analyse et cartographie des aléas littoraux – Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement – Novembre 2011 – 90 p.
3. Guide méthodologique : Plan de prévention des risques littoraux, DGPR, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie – Mai 2014 – Version finale -- 169 p.

9. Bibliographie

Aunay, S. Bès de Berc, E. Chateauminois, A. Rey, L. Schuller, G. Thirard, C. Vincent (2014) – Impacts du cyclone BEJISA sur l'île de la Réunion. Compte rendu des observations réalisées en janvier 2014. Rapport final. Rapport BRGM/RP-63149-FR. 93 p., 24 fig., 2 tabl., 2 ann ;

Bachelery, Mairine, Nehlig, Odon et al, (2006), Carte géologique au 1/100 000 de la commune de Saint-Louis - © BRGM (BRGM, FEDER, Région Réunion, Univ. de La Réunion) ;

BCEOM, SOGREHA, (1992) Guide d'Estimation des Débits de Crues de La Réunion de 1992 ;

Billard G. (1974) - Carte géologique de la France - La Réunion. Echelle 1/50 000 en collaboration avec P.M. Vincent. Carte (4 feuilles) et notice explicative. Éditions du BRGM.

Booij N., Haagsma I.J.G., Holthuijsen L.H., Kieftenburg A.T.M.M., Ris R.C., Van der Westhuysen A.J., and Zijlema M. (2004) – Swan Cycle III version 40.41. User's Manual, 115 p. ;

Bunya, J. C. Dietrich, J. J. Westerink, B. A. Ebersole, J. M. Smith, J. H. Atkinson, R. Jensen, D. T. Resio, R. A. Luettich, C. Dawson, & V. J. Cardone, A. T. Cox, M. D. Powell, H. J. Westerink, And H. J. Roberts, (2010), A High-Resolution Coupled Riverine Flow, Tide, Wind, Wind Wave, and Storm Surge Model for Southern Louisiana and Mississippi. Part I: Model Development and Validation

Cazes-Duvat V. et Paskoff R., 2004. Les littoraux des Mascareignes entre nature et aménagement, L'Harmattan, 186 p ;

Chateauminois E., Thirard G., Pedreros R. et Longueville F. (2014) – Caractérisation et cartographie des aléas côtiers pour l'élaboration du Plan de Prévention des Risques Littoraux des communes du Nord-Est de la Réunion. Rapport final. BRGM/RP-64088-FR, 69 p et 4 annexes hors-texte.

De La Torre Y. et Louzé J., collab. Dewez T. (2008). Méthodologie pour l'évaluation et la cartographie des aléas côtiers à La Réunion. Phase 2. BRGM/RP-56589-FR, 36 p + annexes ;

De La Torre Y., Guide de Gestion de l'érosion du littoral de La Réunion, 2012. ;

Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) et Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (MEDDE) (2014) – Guide méthodologique : Plan de prévention des risques littoraux. 169p., 72 ill., 30 encarts. ;

Gillot, P.Y., and P. Nativel (1982), KGA chronology of the ultimate activity of Piton des Neiges volcano, Reunion Island, Indian ocean, Journal, of, Volcanology, and, Geothermal, Research, 13(1G2), 131G146. ;

Himmelstoss (2009) DSAS v4 manual - USGS Woods Hole Coastal and Marine Science.

Kluska, J.G.M. (1997), Evolution magmatique et morphostructurale du Piton des Neiges au cours des derniers 500 000 ans, 93pp, Université Paris XI, Orsay, Paris. ;

Le Roy S. et Pedreros R. avec la collaboration de Monfort D. (2011) – ALDES : Modélisation numérique du tsunami survenu à Antibes en 1979. Rapport BRGM/RP-60353-FR, 80 p., 61 ill. ;

Lecacheux S., Pedreros R., Le Cozannet G., Thiébot J., De la Torre Y. et Bulteau T. (2012) – A method to characterize the different extrem waves for islands exposed to various wave regimes: a

case study devoted to Reunion Island. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12, pp 2425-2437. ;

Marche F., Bonneton P., Fabrie P. and Seguin N. (2007) – Evaluation of well-balanced bore-capturing schemes for 2D wetting and drying processes. *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 53: 867-894. ;

Météo France, 2009. Etude pour l'identification des évolutions des changements climatiques à La Réunion ;

Météo France, 2007. Note de synthèse sur le risque lié à la surcote cyclonique à La Réunion, 8p ;

Mireille Mayoka, Météo-France, Direction interrégionale de La Réunion, 1998. Les cyclones à la Réunion, 50 p.

Pedrerros R., Lecacheux S., Le Cozannet G., Blangy A et De La Torre Y. avec la collaboration de Quetelard H. (Météo France) (2009) – « HOULREU » : Quantification de la houle centennale de référence sur les façades littorales de la Réunion. BRGM/RP-57829-FR, 119 p., 93 fig., 14 tab.

Pedrerros R., Krien Y., Poisson B. (2010) – Programme ARAI 2. Caractérisation de la submersion marine liée aux houles cycloniques en Polynésie Française. Rapport BRGM/RP-58990-FR, 64 p., 43 fig., 4 tabl. Pedrerros R. & Garcin M. (2012) – Le Phénomène de la submersion marine in « Gestion des risques naturels, Leçons de la tempête Xynthia » p.47-56 Ed. QUAE Versailles ;

Soler O., Météo-France, 1997. Atlas climatique de La Réunion, http://www.meteo.fr/temps/dontom/La_Reunion/# ;

Stockdon H. F., Holman R. A., How P. A., Sallenger A. H. Jr. (2006) - Empirical parameterization of setup, swash, and runup, *Coastal Engineering*, 53, pp. 573-588. ;

Annexe 1 : Bilan de la concertation



DEPARTEMENT DE LA REUNION
Commune de Saint-Benoît

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS
PREVISIBLES

« érosion du trait de cote et submersion marine »

BILAN DE LA CONCERTATION

Février 2017

Enquête Publique



I – LE PPR : L'ABOUTISSEMENT D'UNE CONCERTATION

Le PPR est un document réglementant l'usage des sols et la construction en fonction d'aléas naturels caractérisés. Il est prescrit et approuvé par le Préfet du département. Il est réalisé par les services de l'État et est le fruit d'une étroite concertation avec les communes concernées.

I.1 – DÉFINITION

La concertation est une méthode de participation des acteurs locaux (élus locaux, acteurs de l'aménagement, services institutionnels ayant une compétence en la matière, etc.) à l'élaboration du PPR. Tout au long de l'élaboration du projet de plan, les acteurs locaux et les services institutionnels sont associés et consultés.

I.2 – CONTEXTE JURIDIQUE

Le recours à la concertation dans l'élaboration des plans de prévention des risques naturels prévisibles a tout d'abord relevé d'une volonté ministérielle, puis est devenue une obligation réglementaire depuis le décret n°2005-3 du 4 janvier 2005 modifiant le décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles.

La circulaire du 3 juillet 2007 relative à la consultation des acteurs, la concertation avec la population et l'association des collectivités territoriales dans les plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) prévoit l'élaboration d'un bilan de la concertation qui sera joint au PPR approuvé pour information.

Le décret n°2011-765 du 28 juin 2011 a complété les modalités de la concertation et de l'association des collectivités territoriales et des établissements publics de coopération intercommunale concernés, relatives à l'élaboration du projet de plan. L'arrêté prescrivant l'établissement d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles doit donc les définir.

I.3 – LES OBJECTIFS DE LA CONCERTATION

Elle a pour objectif de consulter les services de l'État intéressés ainsi que l'ensemble des maires des communes du secteur d'étude, les intercommunalités, les autres acteurs institutionnels intéressés durant les différentes phases d'élaboration du plan de prévention des risques. Cela permet à toutes les instances d'être informées du contenu des études et d'exprimer leurs avis sur les documents présentés.

Elle a également pour objectif d'informer la population du contenu du PPR et de leur permettre d'exprimer leurs avis sur ce contenu.

C'est pourquoi, la concertation permet d'élaborer et de mettre au point le projet de plan, en s'entourant de toutes les compétences en présence, administratives, techniques et politiques.

Elle permet notamment aux élus locaux :

- d'être informés tout le long de l'élaboration des documents d'étude du projet de plan ;
- par leur connaissance du terrain, des événements qui s'y sont produits, et du contexte local, d'émettre des observations et des remarques sur les cartographies d'étude pour permettre, le cas échéant, de les corriger et/ou de les affiner ;
- d'informer leurs administrés et de leur permettre de réagir sur le projet de plan ;

- de débattre des solutions alternatives d'aménagement du territoire dans une optique de développement durable ;
- d'adhérer au projet et de s'approprier le PPR ;
- plus largement, d'engager une réflexion sur les travaux de protection à réaliser, sur la gestion des risques en cas de catastrophe naturelle (mise en place d'un plan communal de sauvegarde, etc.).

II – LA CONCERTATION DU PPR « ÉROSION DU TRAIT DE COTE ET SUBMERSION MARINE » DE LA COMMUNE DE SAINT-BENOIT

L'arrêté préfectoral n°2016-942 SG/DRCTCV du 27 mai 2016 a prescrit l'élaboration du plan de prévention des risques naturels prévisibles de la commune de Saint-Benoît, relatifs aux aléas érosion du trait de cote et submersion marine.

Le présent bilan porte sur la concertation mise en œuvre dans le cadre de l'élaboration du projet de PPR « érosion du trait de cote et submersion marine » conformément aux articles 3 et 4 de l'arrêté préfectoral du 27 mai 2016.

Ce bilan rappelle quelle a été la concertation menée tout au long des étapes d'élaboration du PPR s'achevant après les Consultations Officielles des partenaires.

Il convient de noter que le projet de règlement des PPR littoraux de la Réunion est issu d'un travail commun mené au cours de l'année 2015 par un groupe de travail composé de la DEAL, du BRGM et des communes de la Réunion ayant accepté de participer sur ce projet de « règlement type réunionnais ».

II.1 – LES MODALITÉS, LES OUTILS DE LA CONCERTATION ET LEUR MISE EN ŒUVRE

• Réunions d'association et échanges techniques

Des réunions d'association avec la collectivité ont été organisées aux différentes phases d'élaboration du dossier. À chacune de ces réunions, des diaporamas ont été présentés et les documents d'étude ont été transmis pour avis (cf. annexe 1). Ces documents ont été enrichis en continu par les remarques et observations émises par les services techniques et les Élus de la commune de Saint-Benoît.

Ces réunions se sont tenues en mairie aux dates suivantes :

- Réunion d'association portant sur les aléas « érosion du trait de cote » et « submersion marine » : 4 décembre 2014 ;
- Réunion d'association portant sur le projet de cartographie réglementaire : 17 décembre 2015 ;
- Réunions d'association : 23 mars et 18 mai 2016 sur le projet de dossier réglementaire.

Les réunions d'association avec les services techniques de la mairie ont également été l'occasion d'échanger sur les projets communaux à venir. Ainsi, la mairie a transmis à la DEAL des documents répertoriant les projets communaux susceptibles d'être concernés par les aléas en question (cf.annexe 1).

● Dossier de concertation avec le public

Un dossier contenant les documents utiles à la phase de concertation avec le public a été remis courant mai 2016 aux services techniques de la commune. Il a été mis à disposition des administrés en mairie par ces derniers conformément à l'arrêté de préfectoral de prescription.

Le dossier de concertation comportait les documents suivants :

- l'arrêté préfectoral de prescription du PPR « érosion du trait de cote et submersion marine » ;
- les comptes rendus des réunions d'association ;
- les diaporamas de présentation de l'étude des aléas et du projet de règlement ;
- la cartographie des aléas érosion du trait de cote et submersion marine.

II.2 – BILAN DE LA CONCERTATION LORS DE LA PHASE D'ÉTUDE

II.2.1 – Les Réunions d'association

Plusieurs réunions d'association se sont tenues. Leur objectif, les modalités de travail, les outils de communication proposés ainsi que les documents présentés sont récapitulés ci-après ainsi que dans l'annexe 1.

II.2.1.1 – Réunion d'association : 4 décembre 2014

Objectifs de la réunion

Présentation générale de la démarche de caractérisation des aléas « érosion du trait de cote et submersion marine ». Remise des cartes correspondantes élaborées par le BRGM. Demande d'un retour sur la cartographie des aléas côtiers pour le 15 février 2015.

II.2.1.2 – Réunion d'association : 17 décembre 2015

Objectifs de la réunion

Présentation générale de la démarche d'élaboration du dossier réglementaire du projet de Plan de Prévention des Risques littoraux (érosion du trait de cote et submersion marine). Présentation du projet de cartes réglementaires.

II.2.1.2 – Réunion d'association : 23 mars 2016

Objectifs de la réunion

Présentation du projet de dossier réglementaire et notamment du projet de règlement et de zonage réglementaire. Évocation de quelques projets spécifiques de la mairie dans le quartier du centre-ville (placettes d'activités, kiosques) pour lesquels le projet de règlement peut être bloquant. En gardant à l'esprit la nécessité de préserver les biens et les personnes et de pérenniser les structures, une nouvelle rédaction de certains points du règlement peut être élaborée.

L'ensemble des diaporamas et compte-rendus des réunions précitées sont annexés (cf. annexe 1).

II.3 – LES CONSULTATIONS OFFICIELLES

À la suite de la concertation mise en place durant toute la phase de révision du PPR, la phase de consultation officielle a été lancée. La consultation officielle permet de présenter aux différents services concernés la version finale du PPR et de reprendre éventuellement les documents avant enquête publique.

Les courriers de consultation, accusés de réception du dossier et avis sont présentés en annexe 2.

II.3.1 – Les services consultés

- la commune de Saint-Benoît ;
- la communauté Intercommunale Réunion Est (CIREST) ;
- la chambre d'agriculture de La Réunion ;
- la direction de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de La Réunion (DAAF) ;
- l'office national des forêts (ONF).

II.3.2 – Le bilan des consultations officielles

Les dossiers ont été transmis aux différents services le 14 novembre 2016. Le délai limite de réponse est de 2 mois à compter de la date de réception de l'accusé de réception. La consultation officielle s'est terminée le 14 janvier 2017, date d'accusé de réception du dernier service consulté.

À défaut de réponse dans le délai de deux mois à compter de la réception de la saisine, leur avis était réputé favorable.

L'ensemble des courriers de consultation, des accusés de réception et des avis formulés sont présentés en annexe de ce bilan (cf.annexe 2).

Le tableau ci-après présente de manière synthétique les divers avis et remarques émis et les modalités de prises en compte dans le document PPR.

Structure	Observations
Commune de Saint-Benoît	Avis favorable sous les réserves suivantes : – demande de modification du règlement, – demande de changement de la zone réglementaire rouge entre la rue Alexis de Villeneuve et la rue Bertin, – large diffusion de l'information à la population sur l'enquête publique et les réunions d'information du public prévues par le maître d'ouvrage.
Communauté Intercommunale Réunion Est	Avis réputé favorable.
Chambre d'Agriculture de la Réunion	Avis favorable en date du 10 janvier 2017.
ONF	Demandes de justifications ou de précisions, centrées notamment sur les travaux de génie biologique ou de reprofilage de plage.
DAAF	Avis réputé favorable.

En ce qui concerne les réserves de la mairie de Saint-Benoît, les éléments suivants peuvent être apportés :

- Demande de modification du règlement :

Lors de la réunion du 23 mars 2016 dont le relevé de décisions est daté du 18 avril 2016, il a été indiqué à la commune que la possibilité d'implanter des kiosques et des toilettes le long du littoral serait autorisée hors des zones d'aléas fort recul du trait de cote.

Par ailleurs, il est aussi indiqué dans ce même relevé de décisions que « s'agissant des placettes d'activités sous maîtrise d'ouvrage publique, si elles doivent contenir des espaces de restauration légère (ou « rondavelles ») dans l'aléa submersion marine fort de référence, ces équipements seront autorisés sous condition de fournir une étude technique définissant les conditions de mise en œuvre vis-à-vis de l'aléa considéré (notamment une transparence hydraulique visée et un premier niveau fonctionnel au-dessus de la cote de référence à définir). Il s'agit en effet de garantir la sécurité des biens et la pérennité de ces structures».

La modification du règlement dans ce sens a été apportée dans la version du projet de PPR soumis à l'enquête publique.

La demande de la mairie d'autoriser la surface au sol des bâtiments de restauration légère et leur terrasse de 50 m² supplémentaires sera étudiée lors de la phase d'enquête publique notamment par le BRGM, partenaire technique de la DEAL.

- Demande de changement de la zone réglementaire rouge entre la rue Alexis de Villeneuve et la rue Bertin :

Cette demande a été transmise pour analyse au BRGM, partenaire technique de la DEAL sur cette thématique. Il ressort de l'analyse du BRGM les éléments suivants :

Les rues Alexis de Villeneuve et Bertin se situent en zone rouge vis-à-vis d'un aléa submersion marine de degré fort et modéré. Ce zonage de l'aléa submersion est obtenu par simulation numérique d'un événement historique de référence (cyclone DINA 2002 avec une première prise en compte du changement climatique).

Il ressort que le secteur de déclassement sollicité se situe dans une zone d'atteinte du jet de rive des vagues modélisées. Les événements historiques recensés et témoignages sur le secteur, à savoir une submersion du centre-ville jusqu'à une distance de 300 mètres et une submersion de 1 m de hauteur au niveau de la gare, confortent les résultats de cette modélisation.

Au regard de ces éléments, il n'est pas envisageable de restreindre le zonage de l'aléa submersion marine fort et modéré sur les rues Alexis de Villeneuve et Bertin. En ligne avec les recommandations du guide ministériel, les zones soumises à l'action des vagues de l'événement de référence (degré « fort » et « modéré ») sont cartographiées en rouge.

- Diffusion de l'information à la population sur l'enquête publique :

La préfecture (représentée par la DEAL), maître d'ouvrage de ce projet de PPR, va mettre en place sur le territoire communal des affiches au format A2 sur fond jaune afin de prévenir la population bénédictine de la mise en place de l'enquête publique sur le projet de PPR ;

En plus de cette obligation réglementaire, la DEAL met en place sur la commune de Saint-Benoît trois réunions d'information du public prévues la semaine précédant le démarrage de l'enquête publique afin d'expliquer dans les bassins de vies identifiés par la commune les différentes étapes d'élaboration de ce projet, les différentes cartographies et les éventuelles conséquences de ce projet sur leurs parcelles et /ou constructions.

Concernant les remarques apportées par l'ONF, la proposition d'autoriser les travaux de génie biologique ou de reprofilage de plage qui peuvent être menés dans le cadre de la lutte contre l'érosion de plage ou dans la restauration d'un éventuel milieu favorable à la ponte des tortues a été retenue. Les autres éléments de précision notamment sur la note de présentation seront pris en compte en grande partie et intégrés dans la version finale du PPR littoral.

II.4 – CONCERTATION AVEC LE PUBLIC

Conformément à l'article 6 de l'arrêté préfectoral, un dossier contenant les documents utiles à la phase de concertation avec le public a été remis à la commune courant mai 2016 via ses services techniques. Il a été mis à disposition des administrés en mairie par ces derniers.

Le dossier a été alimenté au fur et à mesure de la validation des documents par les services de l'État et la collectivité.

II.4.1 – Documents mis à la disposition du public

Le dossier de concertation comportait les documents suivants :

- l'arrêté préfectoral de prescription n°2016-942 SG/DRCTCV du 27 mai 2016 du PPR « érosion du trait de cote et submersion marine » de Saint-Benoît ;
- les comptes rendus des réunions d'association ;
- les diaporamas de présentation de l'étude des aléas et du projet de règlement ;
- la cartographie des aléas d'inondation et de mouvements de terrain ;

Par ailleurs, les éléments nécessaires à l'information sur les risques naturels des acquéreurs et des locataires de biens immobiliers situés sur le territoire de la commune de Saint-Benoît ont été consignés dans le dossier communal d'informations annexé à l'arrêté n°2016-066\DEAL\SPRINR du 12 février 2016.

Ce dossier et les documents de référence attachés sont librement consultables sous format papier en Préfecture et Mairie concernées.

Le dossier d'information est également accessible sur le site internet de la Préfecture ou sur le site de la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement.

II.4.2 – Observations du public

Tout au long de la procédure d'élaboration du PPR érosion du trait de cote et submersion marine de la commune de Saint-Benoît menée depuis 2015, le public a eu l'occasion faire remonter directement à la DEAL, ou par l'intermédiaire de la mairie, ses requêtes sur la situation de leur(s) parcelle(s) vis-à-vis du projet de caractérisation des aléas et/ou du projet de classement réglementaire. À ce jour, aucune demande particulière n'a été enregistrée en mairie.

II.5 – CONCLUSIONS

La concertation mise en œuvre tout au long des études depuis 2015, ainsi que lors de la procédure de consultation officielle entre novembre 2016 et janvier 2017, a permis d'associer à la réalisation du document proposé à l'enquête publique la mairie de Saint-Benoît d'une part, la Communauté Intercommunale Réunion Est, la Chambre d'Agriculture et les autres acteurs institutionnels d'autre part. Cette concertation a permis de recueillir leur avis et remarques, d'affiner les cartographies au vu de la connaissance de leur territoire, et de rédiger un règlement consolidé.

Annexe 1 : Comptes-rendus et diaporama des réunions d'association de la collectivité



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DE LA RÉUNION

Direction
de l'environnement, de l'aménagement
et du logement de La Réunion

Saint-Denis, le

23 DEC. 2014

Service prévention des risques naturels et
routiers

Unité prévention des risques naturels

RELEVÉ DE DECISIONS

Réunion du 04 décembre 2014

Objet : Commune de St-Benoit – présentation des cartes communales des aléas inondations, mouvements de terrain, érosion du trait de cote et submersion marine

P.J. : - Liste d'émargement - Présentations de la DEAL, d'ARTELIA et du BRGM

Réfer : DEAL/SPRINR n °2014 - 695

Une réunion s'est tenue en mairie le jeudi 4 décembre 2014 en présence de :

PRENOM - NOM	Fonctions	Mail	Téléphone
M. Jean-Claude FRUTEAU	Maire		
Mme Valérie PAYET	Elue	Valerie.payet@ville-saintbenoit.re	06 92 35 72 21
M. Stéphane MAILLOT	Elu	Stephane.maillot@ville-saintbenoit.re	06 92 35 73 20
M. Jean-Dominique ATCHICANON	Elu	d.atchicanon@ville-saintbenoit.re	06 92 88 76 29
M. Willy GRAVINA	Mairie – DST	Willy.gravina@ville-saintbenoit.re	06 92 70 13 44
M. Francis MODY	Mairie – DD/DATU	Francis.mody@ville-saintbenoit.re	06 92 65 37 50
M. ROBERT Jean-Marie	Mairie – responsable service PLU	Jeanmarie.robert@ville-saintbenoit.re	06 92 67 35 61
M. Patrick DUCRET	Mairie – DEA	Patrick.ducret@ville-saintbenoit.re	06 92 64 21 81
Mme BONERE Stéphanie	Mairie – service PLU	Stephanie.bonere@ville-saintbenoit.re	02 62 50 88 44
M. Jean-Max GOVINDASSAMY	Mairie – DD / SG Eco et touristique	Jeanmax.govindassamy@ville- saintbenoit.re	
M. Sébastien PAYET	BET CYATHEA – éval. environnementale PLU	s.payet@cyathea.fr	02 62 53 39 07
M. Patrick PARNY	DEAL – Antenne Est	Patrick.parny@developpement- durable.gouv.fr	06 62 40 25 77
M. Laurent DAVID	ARTELIA	Laurent.david@arteliagroup.com	02 62 90 96 07
M. Bastien MARTINEAU	ARTELIA	Bastien.martineau@arteliagroup.com	02 62 90 96 13
M. Anthony REY	BRGM	a.rey@brgm.fr	06 92 68 86 11
M. Olivier ROUZEAU	BRGM	o.rouzeau@brgm.fr	
M. Guillaume THIRARD	BRGM	g.thirard@brgm.fr	
M. Eric CHATEAUMINOIS	BRGM	e.chateauminis@brgm.fr	06 93 44 30 85
M. Olivier BIELEN	DEAL / SPRINR - responsable unité prévention des risques nat.	Olivier.bielen@developpement- durable.gouv.fr	02 62 40 28 49
Mme Béatrice PACOT-TESTULAT	DEAL / SPRINR - Adjointe au responsable de l'unité UPRN	Beatrice.Pacot- testulat@developpement- durable.gouv.fr	02 62 40 28 32

L'objet de cette réunion était de présenter les cartes d'aléas inondation, mouvement de terrain, érosion du trait de cote et submersion marine établies respectivement par le bureau d'études ARTELIA (aléa inondation) et le BRGM. Ces cartes actualisées pour les aléas inondation et mouvement de terrain étaient notamment attendues par la collectivité pour enrichir le projet de révision en cours du document d'urbanisme.

- PPR multirisques (inondation et mouvement de terrain) :

L'actualisation de l'aléa inondation a été menée courant 2013 et 2014 par le BE ARTELIA (L. DAVID). Il a constitué à recueillir des données historiques, des témoignages des techniciens de la ville et de personnes ressources de la commune. Le rendu du bureau d'études consiste en la production de 2 rapports et de cartes d'aléas associées. Ces éléments ont d'ores et déjà été remis aux services techniques de la mairie en juillet 2014, afin de leur permettre de s'approprier les nouvelles cartes afférentes et de commencer à faire part de leurs observations. Un nouveau jeu de cartes d'aléas inondation sous format papier leur sera transmis prochainement, hors réunion.

Concernant l'aléa mouvement de terrain, le BRGM (A. REY) présente la méthodologie appliquée à l'actualisation des cartes portées à connaissance de M. le Maire par le Préfet en juillet 2010. Un jeu de cartes papier actualisées est remis en séance aux représentants de la mairie.

Ces cartes d'aléas sont le support de la démarche en cours d'élaboration du nouveau Plan de Prévention des Risques (PPR) inondation et mouvement de terrain de la commune de Saint-Benoît, valant révision du PPR inondation approuvé par le Préfet le 15 décembre 2004 ainsi que traduction réglementaire des aléas mouvement de terrain portés à connaissance le 22 juillet 2010 et actualisés.

- PPR littoral (érosion du trait de côte et submersion marine) :

Vis à vis des aléas érosion du trait de cote et submersion marine, les résultats de l'étude sont présentés par le BRGM (E. Chateauminois). Ce travail est basé à la fois sur le recueil de données historiques (journaux, témoignages significatifs d'habitants de la commune, retour d'information des services techniques de la mairie) ainsi que sur les études menées par le BRGM (modélisations et dire d'expert). Le cyclone majorant pour l'aléa submersion marine, servant d'événement de référence, est pour la commune de Saint-Benoît le cyclone DINA de 2002.

Concernant la traduction réglementaire envisagée par la DEAL des différentes zones d'aléas côtiers caractérisés, sur la base de la doctrine nationale, il est précisé les éléments suivants qui s'appliqueront aux PPR littoraux en cours de déploiement sur l'île de La Réunion :

- un principe d'inconstructibilité pour les nouvelles constructions en zone d'aléa fort recul du trait de côte. Dans ces zones, les reconstructions ou extensions de l'existant sont possibles, à condition que ces reconstructions ne soient pas consécutives à des biens sinistrés par l'aléa considéré, sous réserve de reconstruire ou de s'étendre en fonds de parcelle et sans augmentation de la vulnérabilité ;
- en zone d'aléa fort recul du trait de côte avec prise en compte du changement climatique, il convient d'interdire l'implantation d'équipements et d'infrastructures structurants et sensibles, ainsi que les zones de grand projets urbains de type ZAC ;
- un principe d'inconstructibilité pour les nouvelles constructions en zone d'aléa fort et moyen submersion marine. Dans ces zones, les reconstructions ou extensions de l'existant sont possibles, à condition que ces reconstructions ne soient pas consécutives à des biens sinistrés par l'aléa considéré, sans augmentation de la vulnérabilité.

Il est indiqué en séance que ces cartes d'aléas côtiers réalisées par l'Etat sur le territoire communal, à l'instar des autres communes de l'île de La Réunion, se doivent d'être partagées avec la collectivité puis les citoyens mais ne constituent pas forcément le démarrage à court terme d'une procédure d'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques. En effet, cette démarche s'inscrit dans le cadre d'une programmation par le corps préfectoral qui définira en début d'année 2015 les priorités d'intervention des services de la DEAL Réunion à l'échelle de l'île et au vu des enjeux locaux.

A la suite de la remise des cartes papier des aléas mouvement de terrain – érosion du trait de cote – submersion marine, du rapport BRGM concernant les aléas côtiers ainsi que des données informatiques support des cartographies y compris pour les aléas inondation, il est décidé en fin de réunion que :

- le bureau d'études ARTELIA imprimera les cartes papier de l'aléa inondation qui seront transmises via la DEAL à la commune ;
- la commune s'engage à transmettre à la DEAL ses remarques sur les cartes des aléas inondation, mouvement de terrain, érosion du trait de cote et submersion marine d'ici à la mi-février 2015.

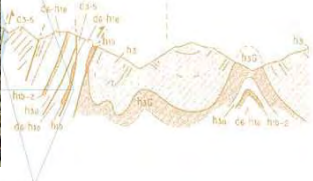
Le responsable de l'unité prévention des risques naturels



Olivier BIELEN



ALEACOT NE
*Caractérisation et cartographie
 des aléas côtiers sur la commune
 de Saint-Benoît*



28/02/2007

1.89 3740.48 -825

brgm Géosciences pour une Terre durable

Les risques littoraux à la Réunion

La Réunion est fortement exposée aux risques littoraux :

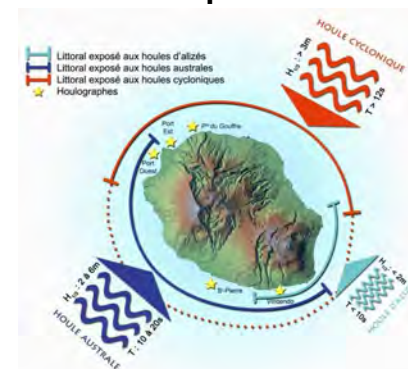
- Houles australes – mai 2007
- Cyclone Gamède – février 2007
- Cyclone Bejisa – janvier 2014

Etude globale de Saint-Denis à Saint-Benoît :

- Aléa recul du trait de côte
- Aléa submersion marine

Objectif :

- Meilleure connaissance des aléas littoraux
- Mise en œuvre des PPR Littoraux sur les communes les plus à enjeux



Convention DEAL-BRGM

> Cartographie des aléas côtiers sur les communes de Saint-Denis, Sainte-Marie, Sainte-Suzanne, Saint-André, Bras-Panon et Saint-Benoît

- Tache 1 : Aléa recul du trait de côte (évolution trait de côte)
 Aléa de type « prédictif »

- Tache 2 : Aléa submersion marine (modélisations 1D/2D et cartographie)

Aléa de type « statistique »

> Cadrage méthodologique national :

- Intégration de la circulaire de juillet 2011 pour les submersions
- Prise en compte des éléments du « guide PPRL » (2012 et 2013) pour les deux aléas



Aléa recul du trait de côte

> Analyse et cartographie réalisées sur l'ensemble des communes

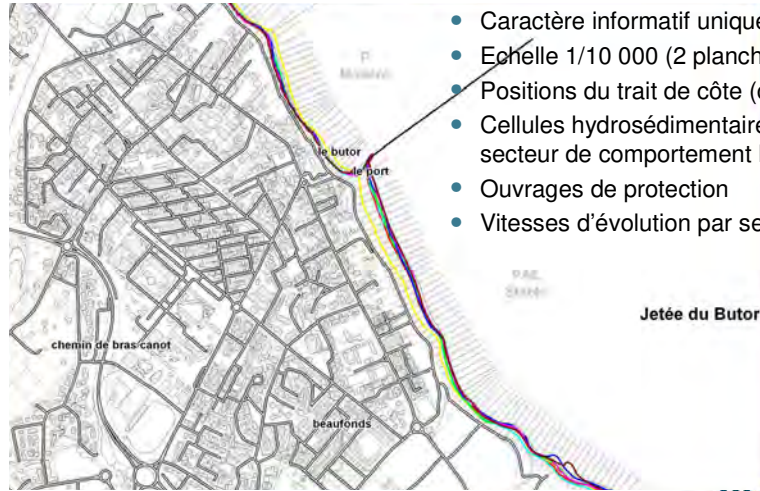
- Numérisation des traits de côte de 1950 à 2011 sur les photographies aériennes de l'IGN
- Calcul d'un taux de recul annuel par transects, projeté à 100 ans
- Adaptation du trait de côte +100 ans à dire d'expert (artefacts)
- Prise en compte du changement climatique (+60 cm niveau de la mer)



Aléa recul du trait de côte

> Annexe 1 : synthèse de l'évolution historique

- Caractère informatif uniquement
- Echelle 1/10 000 (2 planches)
- Positions du trait de côte (dates)
- Cellules hydrosédimentaires et secteur de comportement homogène
- Ouvrages de protection
- Vitesses d'évolution par secteur



SGR Réunion

Aléa recul du trait de côte

> Annexe 2 : zonage de l'aléa

- Echelle 1/5000 (3 planches)
- Trait de côte à échéance 100 ans = aléa fort
- Position du trait de côte avec CC (pointillé rouge)
- Prise en compte des événements tempétueux majeurs
- Prise en compte des ouvrages de protection au cas par cas



> 6

Aléa submersion marine

> Recherches sur l'historique des submersions

- Revue de presse « La Réunion dans la Tourmente »
- Recherche d'articles de presse aux archives départementales de la Réunion
- Rencontre avec personnes ressource (services techniques, riverains, pêcheurs...)
- Enquêtes de terrain auprès des riverains

> Une meilleure connaissance historique permet :

- D'identifier les secteurs-clés (nécessaire pour la localisation des modélisations)
- De valider les résultats des modèles
- De mieux appréhender et anticiper l'importance des dynamiques de submersion



SGR Réunion

Aléa submersion marine

> Annexe 3 : recensement des événements historiques

- Caractère informatif uniquement
- Echelle 1/10 000 (2 planches)
- Localisation et datation des événements historiques
- Particularités littorales pouvant engendrer une accentuation des phénomènes (points bas, embouchures, dépressions)
- Identification des secteurs soumis/non soumis à l'interaction



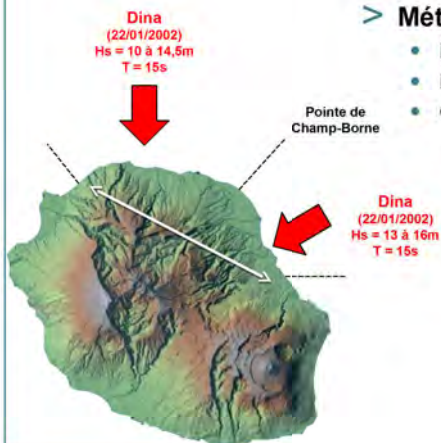
Aléa submersion marine

> Choix de l'évènement de référence :

- Cyclone Dina de janvier 2002 (défini par HOULREU, 2009)

> Méthodes de calcul de submersion

- Modélisation 1D (12 profils)
- Modélisation 2D sur le littoral de Ste Suzanne
- Cartographie sur l'ensemble (zonage)
 - Généralisation des profils
 - Qualification de l'aléa sur les sorties du modèle 2D

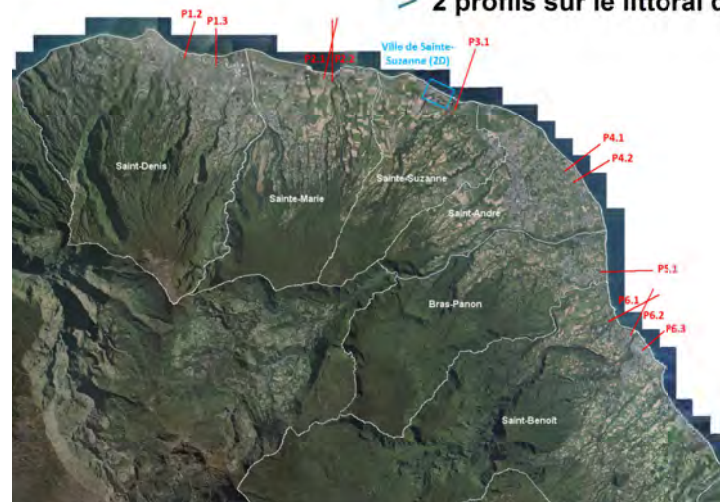


Aléa submersion marine

> Méthodes de calcul de submersion

- Modélisation 1D (11 profils)
- Modélisation 2D sur le littoral de Ste Suzanne

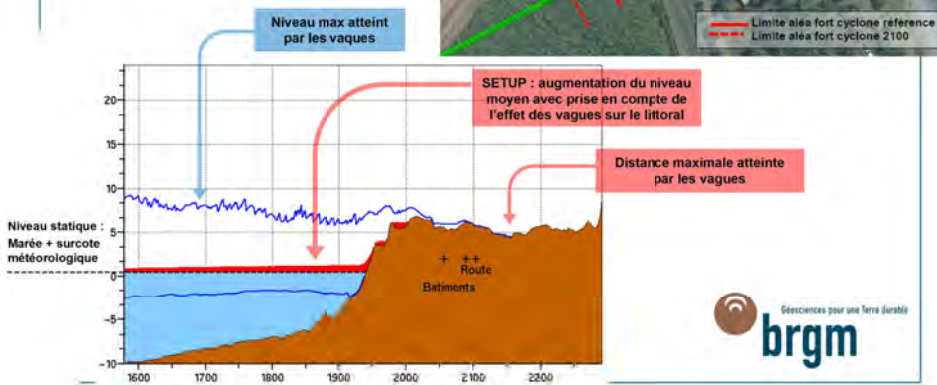
> 2 profils sur le littoral de St-André



Aléa submersion marine

> P6.1 - Aléa de référence (+20cm)

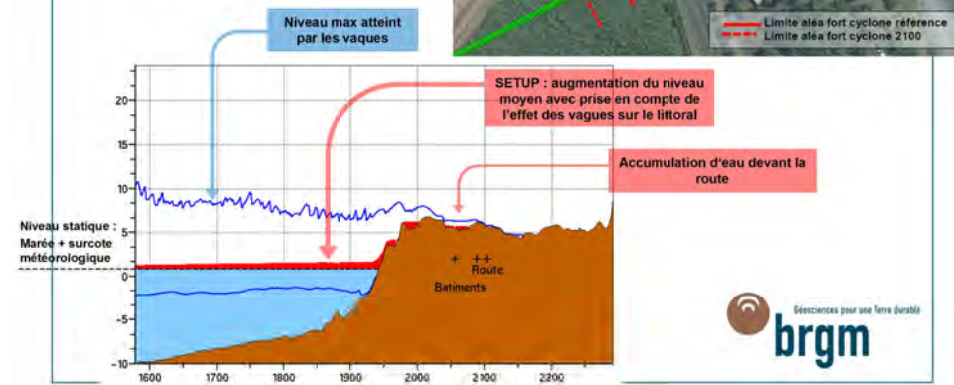
- MNT Litto3D
- Cyclone Dina de janvier 2002



Aléa submersion marine

> P6.1 - Aléa 2100 (+60cm)

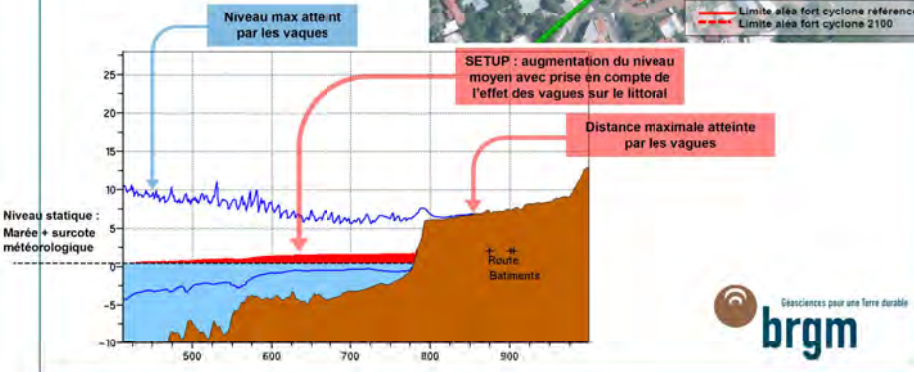
- MNT Litto3D
- Cyclone Dina de janvier 2002



Aléa submersion marine

> P6.2 - Aléa référence (+20cm)

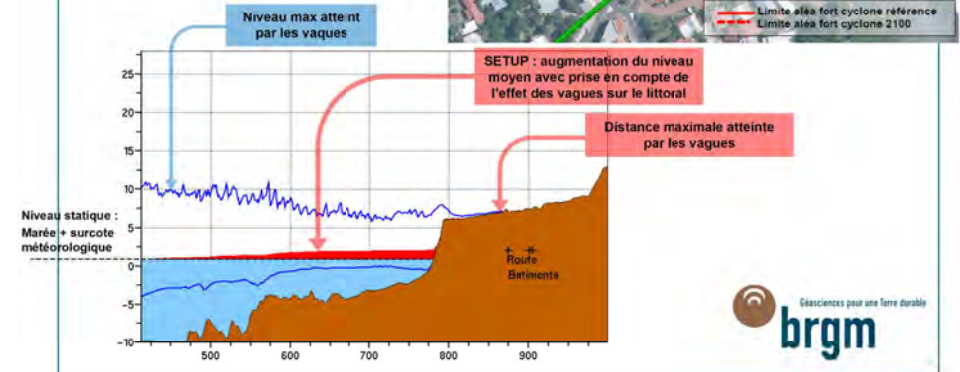
- MNT Litto3D
- Cyclone Dina de janvier 2002



Aléa submersion marine

> P6.2 - Aléa 2100 (+60cm)

- MNT Litto3D
- Cyclone Dina de janvier 2002



Cartographie de l'aléa submersion

> Annexe 4

- 1/5000 (3 planches)
- Aléa de référence
- Aléa 2100 (avec CC)

> Qualification :

- **Fort**
 - Hauteur et vitesses d'écoulement importantes
- **Modéré**
 - Hauteur d'eau et vitesse d'écoulement modérées
- **Faible**
 - Hauteur d'eau et vitesses d'écoulement limitées

Qualification de l'aléa de référence

- Fort
- Modéré
- Faible

Qualification de l'aléa à échéance 100 ans

- Fort
- Modéré
- Faible



Cartographie de l'aléa submersion

> Annexe 4

- 1/5000 (3 planches)
- Aléa de référence
- Aléa 2100 (avec CC)

Qualification de l'aléa de référence

- Fort
- Modéré
- Faible

Qualification de l'aléa à échéance 100 ans

- Fort
- Modéré
- Faible





Plan de Prévention des Risques

PPR Littoral de la commune de Saint-Benoît

Réunion du 17 décembre 2015



Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

Plan de Prévention des Risques



PPR Littoral de la commune de Saint-Benoît



Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

www.developpement-durable.gouv.fr

Présent pour l'avenir

PLAN de l'exposé

- 1) Les risques naturels et leur prévention à la Réunion et la commune de Saint-Benoît
- 2) Historique du PPR
- 3) La phase technique : les études et cartes d'aléa
- 4) Le zonage et la réglementation des projets



DEAL de la Réunion

Qu'est-ce qu'un risque naturel majeur ?

- > la probabilité d'occurrence d'un événement de forte intensité (phénomène naturel ou anthropique)
- > l'existence d'enjeux (personnes et biens) pouvant être affectés par un phénomène



Exemple du risque inondation par débordement de cours d'eau



PREFET DE LA RÉUNION

Qu'est ce que la politique publique de prévention des risques naturels ?

Assurer la sécurité des personnes et des biens en tenant compte des phénomènes naturels



PREFET DE LA RÉUNION

Qu'est ce que la politique publique de prévention des risques naturels ?

Les types d'actions :

- information préventive, sensibilisation et éducation aux risques



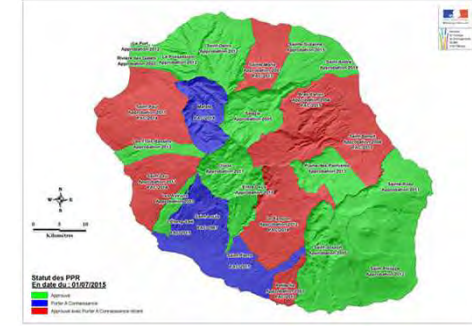
- surveillance et prévision des phénomènes



Qu'est ce que la politique publique de prévention des risques naturels ?

Les types d'actions :

- réduction des aléas
- prise en compte des risques dans l'aménagement et l'urbanisme



Les risques naturels majeurs sur la commune de Saint-Benoît

Liste des arrêtés de catastrophes naturelle sur la commune de Saint-Benoît
(source : www.prim.net - mise à jour 11/06/2014)

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	18/01/1993	20/01/1993	18/05/1993	12/06/1993
Inondations et coulées de boue	12/02/1993	14/02/1993	14/06/1993	27/06/1993
Inondations et coulées de boue	15/02/1993	17/02/1993	14/06/1993	27/06/1993
Inondations et coulées de boue	27/02/1993	03/03/1993	14/06/1993	27/06/1993
Inondations et coulées de boue	10/02/1994	12/02/1994	12/04/1994	23/04/1994
Inondations et coulées de boue	08/12/1995	09/12/1995	20/02/1996	23/03/1996
Inondations et coulées de boue	24/02/1998	25/02/1998	26/05/1998	11/06/1998
Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	22/01/2002	23/01/2002	08/04/2002	18/04/2002
Inondations et coulées de boue	16/02/2005	18/02/2005	02/08/2005	10/08/2005
Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	24/02/2007	28/02/2007	23/03/2007	28/03/2007

- 10 arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle
- 3 liés à des aléas littoraux
 - Colina (1993)
 - Dina (2002)
 - Gamede (2007)



Le rôle des acteurs face au risque

UNE RESPONSABILITE PARTAGEE ENTRE 3 FAMILLES D'ACTEURS

L'ETAT

- Affiche le risque
- Développe la connaissance des phénomènes
- Réglemente en élaborant le PPR
- Surveille
- Coordonne l'organisation des secours
- Incite financièrement certains travaux visant à réduire la vulnérabilité aux crues

LA COLLECTIVITE

- Informe la population
- Assure la sécurité en contribuant à l'organisation des secours
- Est le gestionnaire et le garant de son territoire en déterminant la destination générale des sols (PLU)

LE CITOYEN

- S'informe
- Se conforme à la réglementation nationale et aux règles du PPR
- Construit sous sa propre responsabilité (art. 1792 du code civil)



Le PPR, un outil réglementaire

Loi du 2 février 1995 (Loi Barnier)

Loi du 30 juillet 2003 (Loi Risques)

Code de l'Environnement
Art. L.562-1 à L.562-10

Le PPR délimite les zones exposées aux risques naturels à un instant t :



CONSTRUCTIBLE

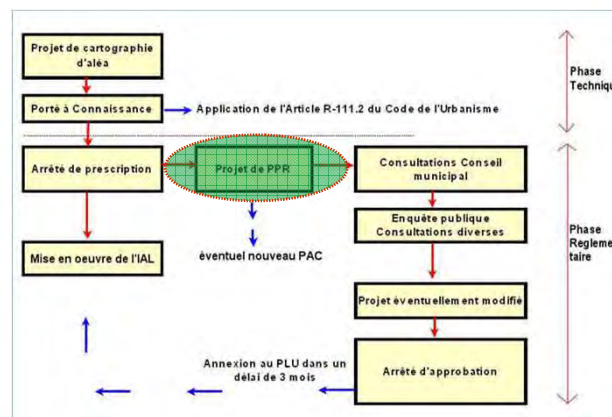
Aménagements, constructions, extensions...
SOUS CONDITIONS

INCONSTRUCTIBLE

Le PPR n'anticipe pas les actions de protection à venir et n'a pas vocation à les définir ni à pointer les causes des désordres passés



La procédure d'élaboration d'un PPR



DEAL de la Réunion

Historique d'élaboration du PPRL de la commune de Saint-Benoît

Principales dates :

- **4 décembre 2014** : Réunion de présentation en Mairie de Saint-Benoît des cartes d'aléas érosion du trait de côte et submersion marine ;
- **Premier semestre 2015** : Animation par la DEAL Réunion d'un groupe de travail réunissant plusieurs services de communes réunionnaises afin d'élaborer les grandes lignes du « règlement-type PPR littoral réunionnais » (trois réunion en mars, avril et mai 2015) ;
- **8 juin 2015** : **Porter à Connaissance** du Préfet au Maire de Saint-Benoît **des cartes d'aléas** pour prise en compte dans la délivrance des actes d'urbanisme ;
- **Premier semestre 2015** : Animation par la DEAL Réunion d'un groupe de travail réunissant plusieurs services de communes réunionnaises afin d'élaborer les grandes lignes du « règlement-type PPR littoral réunionnais » (trois réunion en mars, avril et mai 2015) ;
- **07 juillet 2015** : Programmation 2015 des PPR naturels à l'échelle de l'île et engagement du Préfet sur l'approbation du PPR littoral de la commune de Saint-Benoît courant de l'année 2016.



La phase technique

Caractérisation des aléas



DEAL de la Réunion

Phase technique de caractérisation des aléas

> Cartographie des aléas côtiers sur les communes de Saint-Denis, Sainte-Marie, Sainte-Suzanne, Saint-André, Bras-Panon et Saint-Benoît

- Tache 1 : Aléa recul du trait de côte (évolution trait de côte)

Aléa de type « prédictif »

- Tache 2 : Aléa submersions marines (modélisation 1D/2D et cartographie)

Aléa de type « statistique »

> Cadrage méthodologique national :

- Intégration de la circulaire de juillet 2011 pour les submersions marines
- Prise en compte des éléments du « guide PPRL » pour les deux aléas



Aléa recul du trait de côte

> Analyse et cartographie réalisées sur l'ensemble des communes

- Numérisation des traits de côte de 1950 à 2011 sur les photographies aériennes de l'IGN
- Calcul d'un taux de recul annuel par transects, projeté à 100 ans
- Adaptation du trait de côte +100 ans à dire d'expert (artefacts)
- Prise en compte du changement climatique (+60 cm niveau de la mer)

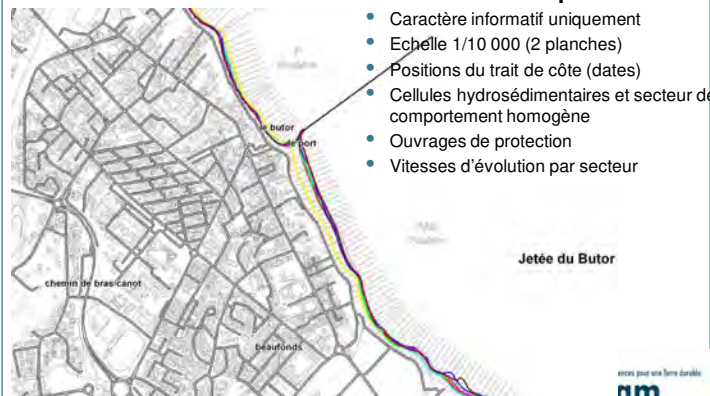


mardi 24 janvier 2014

Aléa recul du trait de côte

> Annexe 1 : synthèse de l'évolution historique

- Caractère informatif uniquement
- Echelle 1/10 000 (2 planches)
- Positions du trait de côte (dates)
- Cellules hydrosédimentaires et secteur de comportement homogène
- Ouvrages de protection
- Vitesses d'évolution par secteur



SGR Réunion



Aléa recul du trait de côte

> Annexe 2 : zonage de l'aléa

- Echelle 1/5000 (3 planches)
- Trait de côte à échéance 100 ans = aléa fort
- Position du trait de côte avec CC (pointillé rouge)
- Prise en compte des événements tempétueux majeurs
- Prise en compte des ouvrages de protection au cas par cas



> 16

Aléa submersion marine



> Recherches sur l'histoire des submersions

- Revue de presse « La Réunion dans la Tourmente »
- Recherche d'articles de presse aux archives départementales de la Réunion
- Rencontre avec personnes ressource (services techniques, riverains, pêcheurs...)
- Enquêtes de terrain auprès des riverains

> Une meilleure connaissance historique permet :

- D'identifier les secteurs-clés (nécessaire pour la localisation des modélisations)
- De valider les résultats des modèles
- De mieux appréhender et anticiper l'importance des dynamiques de submersion



SGR Réunion

Aléa submersion marine



Nombreux événements anciens restés dans les mémoires:

- > Cyclone de 1868, 1904 : « 1m d'eau dans la gare, rails tordus, cimetière inondé, eau de mer à 300m dans les terres... »
- > Jenny (1962) : Vers 13h, un raz-de-marée d'une extrême violence a emporté la quasi-totalité des habitations installées sur le littoral. A la gare de Saint-Benoît, 14 wagons et une motrice 2M5 ont été couchés à terre et déportés d'une dizaine de mètres. Au port de pêche, toutes les barques, pourtant à l'abri, ont été fracassées. Le petit village dit des « Galets » (ravine de Saint-François) a totalement disparu. Une trentaine de paillotes et de petites maisons ont été complètement détruites et les débris retrouvés à une centaine de mètres plus loin ». Journal de l'île de La Réunion, 2 mars 1962. A Saint-François, une trentaine d'habitations ont été détruites « grand lac d'eau saumâtre et beaucoup de gens sont morts noyés »
- > Clotilda (1987), Colina (1993)...



Aléa submersion marine

> Annexe 3 : recensement des événements historiques

- Caractère informatif uniquement
- Echelle 1/10 000 (2 planches)
- Localisation et datation des événements historiques
- Particularités littorales pouvant engendrer une accentuation des phénomènes (points bas, embouchures, dépressions)
- Identification des secteurs soumis/non soumis à l'interaction



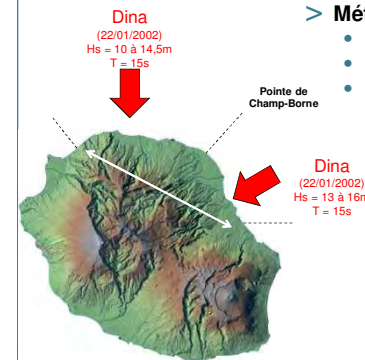
Aléa submersion marine

> Choix de l'événement de référence :

- Cyclone Dina de janvier 2002 (défini par HOULREU, 2009)

> Méthodes de calcul de submersion

- Modélisation 1D (12 profils)
- Modélisation 2D sur le littoral de Ste Suzanne
- Cartographie sur l'ensemble (zonage)
 - Généralisation des profils
 - Qualification de l'aléa sur les sorties du modèle 2D

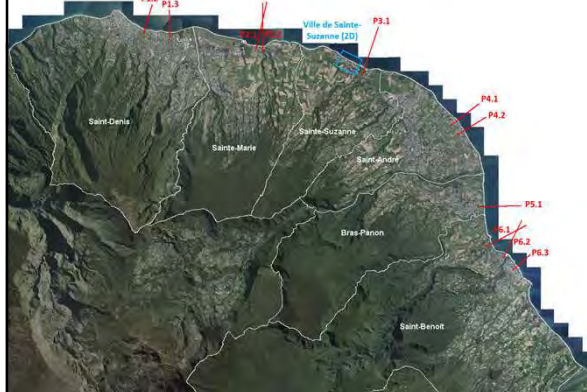


Aléa submersion marine

> Méthodes de calcul de submersion

- Modélisation 1D (11 profils)
- Modélisation 2D sur le littoral de Ste Suzanne

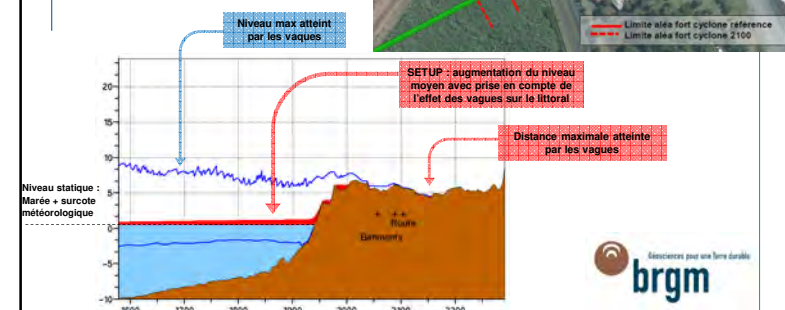
> 3 profils sur le littoral de Saint-Benoît



Aléa submersion marine

> P6.1 - Aléa de référence (+20cm)

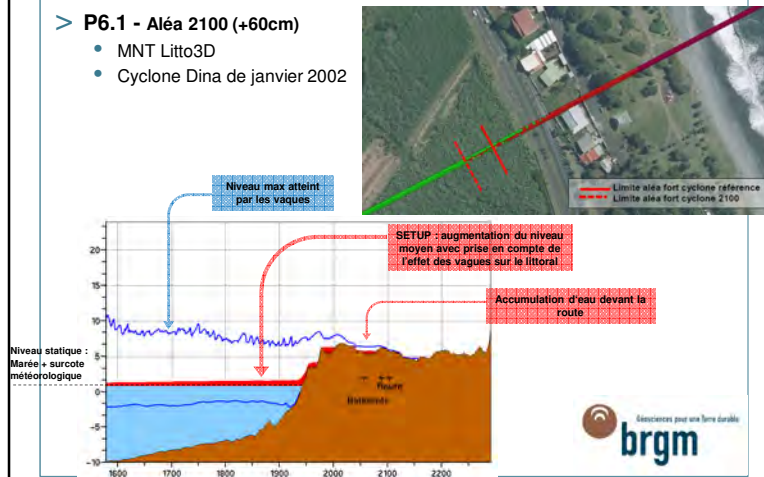
- MNT Litto3D
- Cyclone Dina de janvier 2002



Aléa submersion marine

> P6.1 - Aléa 2100 (+60cm)

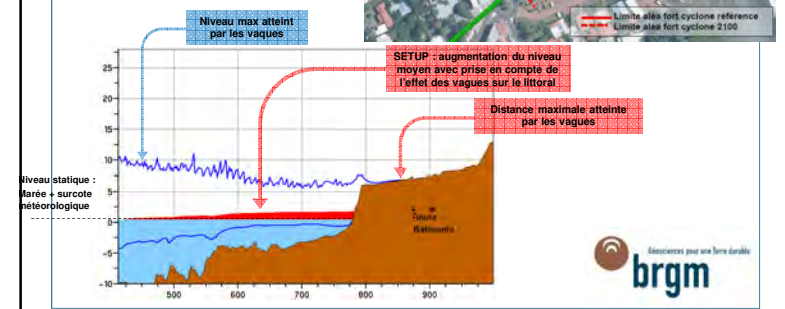
- MNT Litto3D
- Cyclone Dina de janvier 2002



Aléa submersion marine

> P6.2 - Aléa référence (+20cm)

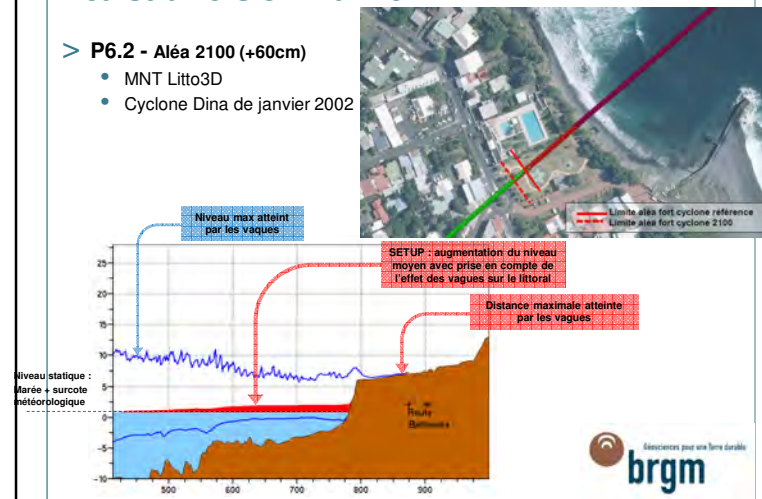
- MNT Litto3D
- Cyclone Dina de janvier 2002



Aléa submersion marine

> P6.2 - Aléa 2100 (+60cm)

- MNT Litto3D
- Cyclone Dina de janvier 2002



Cartographie de l'aléa submersion

> Annexe 4

- 1/5000 (3 planches)
- Aléa de référence
- Aléa 2100 (avec CC)

> Qualification :

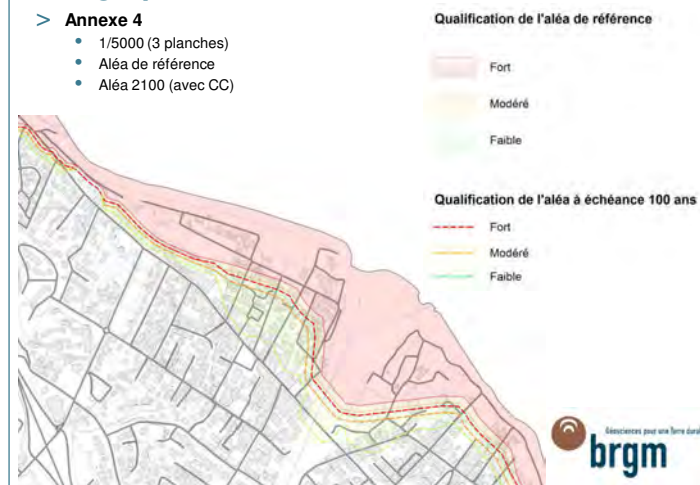
- **Fort**
 - Hauteur et vitesses d'écoulement importantes
- **Modéré**
 - Hauteur d'eau et vitesse d'écoulement modérées
- **Faible**
 - Hauteur d'eau et vitesses d'écoulement limitées



Cartographie de l'aléa submersion

> Annexe 4

- 1/5000 (3 planches)
- Aléa de référence
- Aléa 2100 (avec CC)



La phase réglementaire

Traduction des aléas



2

DEAL de la Réunion
FPR Saint-Pierre

Réunion publique du 1er octobre 2015

Cartographie réglementaire

> Utilisation des éléments issus de la cartographie des aléas littoraux

- Aléa submersion marine (SM)
 - Aléa de référence (Fort/Modéré/Faible) - *Subref*
 - Aléa 2100 (Fort/Modéré/Faible) - *Sub2100*
- Aléa Recul du Trait de Cote (RTC)
 - Aléa de référence (Fort) - *RTCref*
 - Aléa 2100 (Fort) - *RTC2100*

En tout : 8 couches d'information "aléa"

> Principe d'élaboration du zonage réglementaire

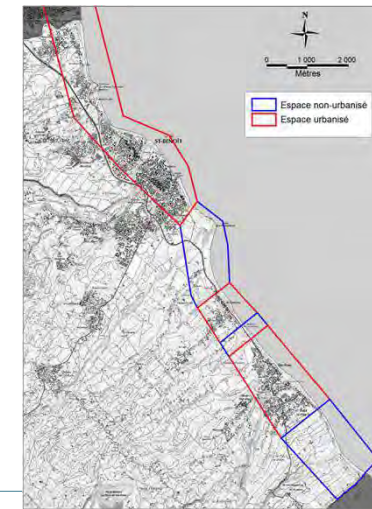
- Croisement des couches :
 - Aléa submersion (ref + 2100)
 - Aléa RTC (ref + 2100)
 - Zones urbanisées / Non urbanisées / urbaines denses

En théorie : $9 \times 2 \times 3 = 54$ possibilités
-> nécessité de simplifier



Cartographie réglementaire

> Distinction des Espaces urbanisés et Non urbanisés



Cartographie réglementaire

> Proposition de réglementation / Submersion marine

Espaces non urbanisés		Aléa 2100		
		Faible	Modéré	Fort
Aléa de référence	Nul	Bleu	Rouge	Rouge
	Faible	Rouge	Rouge	Rouge
	Modéré		Rouge	Rouge
	Fort			Rouge
Espaces urbanisés		Aléa 2100		
		Faible	Modéré	Fort
Aléa de référence	Nul	Bleu	Bleu	Bleu
	Faible	Bleu	Bleu	Bleu
	Modéré		Rouge	Rouge
	Fort			Rouge

Cartographie réglementaire

> Réglementation aléa recul trait de cote

- Aléa de référence:
principe d'inconstructibilité pour les nouvelles constructions en zone d'aléa fort, sans distinction du caractère urbanisé ou non de la zone.
Reconstructions ou extensions de l'existant possibles, à condition que ces reconstructions ne soient pas consécutives à des biens sinistrés par l'aléa considéré, sous réserve de reconstruire ou de s'étendre en fonds de parcelle et sans augmentation de la vulnérabilité ;
- Aléa 2100
en zone d'aléa fort : d'éviter l'implantation d'équipements et d'infrastructures structurants et sensibles, ainsi que les zones de grand projets urbains de type ZAC ; **Prise en compte comme des recommandation dans le PPR mais pas de réglementation stricte. Le zonage est tout de même fourni à titre indicatif**



> **Règlementation : croisement SM / RTC / ENU / EU**

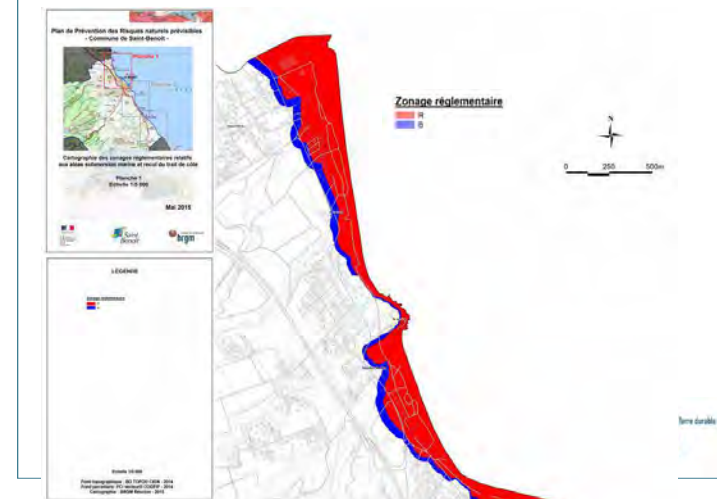
ENU - Espaces Non Urbanisé					ENU - Espaces Non Urbanisé				
Croisement réglementation SUB et SUB2100					Croisement réglementation SUB et RTC				
Espaces Non urbanisés		Aléa x 2100			Aléa RTC	Aléa Sub			
		Faible	Modéré	Fort		Rien	-AléaSubRef Null -AléaSub2100Faible	-AléaSubRef Fort/Moyen/Faible -AléaSub2100 Fort/Moyen	
Aléa de référence	Null	B	R	R	Aléa RTC	Rien			
	Faible	R	R	R			B	R	
	Modéré		R	R		R	R	R	
	Fort			R					

EU - Espaces Urbanisé					EU - Espaces Urbanisé				
Croisement réglementation SUB et SUB2100					Croisement réglementation SUB et RTC				
Espaces urbanisés		Aléa x 2100			Aléa RTC	Aléa Sub			
		Faible	Modéré	Fort		Rien	-AléaSubRef Faible/Null -AléaSub2100 Faible/Fort/Modéré	-AléaSubRef Modéré -AléaSubRef Fort	
Aléa de référence	Null	B	B	B	Aléa RTC	Rien			
	Faible	B	B	B		Rien	B	R	
	Modéré		R	R		Fort	R	R	
	Fort			R					

> 2 zones (rouge et bleu)



Cartographie réglementaire



Règlementation

> R glementation

Principes élémentaires :

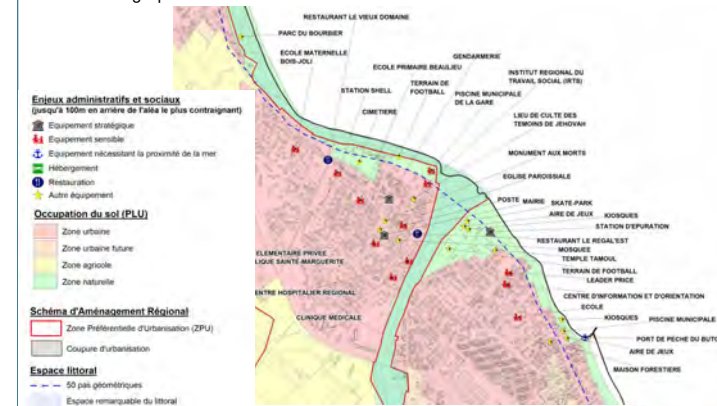
- Ne pas exposer les personnes aux aléas
- Ne pas exposer les biens aux aléas
- Mais aussi : ne pas aggraver l'aléa
 - Souvent gestion de la submersion au détriment du RTC -> Attention particulière



Règlementation

> Travail sur les enjeux

- Quels enjeux en présence sur les territoires ?
- Cartographie au 10000ème



Règlementation

> Travail par rubrique

3 sessions de travail et d'échange organisées avec les communes volontaires

• Construction et ouvrages

- Constr. Nouvelles d'habitations
- Extension au sol (habitation/activité/commerce)
- Construction/extension d'activité nécessitant la présence de la mer
- Constr./Extension restaurants de plage
- Constr./Extension de rondavelles
- Constr./Extension de ERP
- Reconstruction à l'identique de biens sinistrés (hors aléa présent)
- Piscines / Sous sols / Parkings
- Entretien et réparation
- Travaux strictement nécessaires à la résorption de l'insalubrité

• Travaux / aménagements

- Remblais/déblais
- Talus/soutènements

• Stockages

• Activités de loisirs

- Aménagement espace verts
- Equipements légers de loisir
- Terrains de camping

• Equipements et infrastructures

- Murs et clôtures
- Réseaux
- STEP
- Production d'énergie



Règlementation

> Quelques propositions générales spécifiques

- RTC
 - Si reconstruction -> le plus loin possible dans les terres
 - Respect d'un cahier des charge (diminution de l'impact)
- Submersion
 - Principe du refuge à l'étage : envisageable si vérification structurelle du rez de chaussée vis-à-vis des chocs de vague
 - Gestion chocs des vagues: volets obligatoire sur façades exposées, vitrage au norme...
- Travail sur la rédaction d'un cahier des charge fixant les objectifs



Suite de la procédure

Travail finalisé:

- > cartes Enjeux / Règlementaire sur l'ensemble des communes de la réunion
- > Rapport de présentation du dossier PPRL pour la commune de Saint-Benoît (en cours de finalisation)

Suite :

- > 1er trimestre 2016 : échange avec la collectivité sur le dossier réglementaire et prescription du PPRL
- > 2ème trimestre 2016 : consultation de la mairie et des partenaires institutionnels
- > 3ème trimestre 2016 : enquête publique
- > 4ème trimestre 2016 : approbation du PPRL



DEAL de la Réunion
PPR Saint-Pierre Réunion publique du 1er octobre 2015

Plan de Prévention des Risques

PPR Littoral de la commune de Saint-Benoît

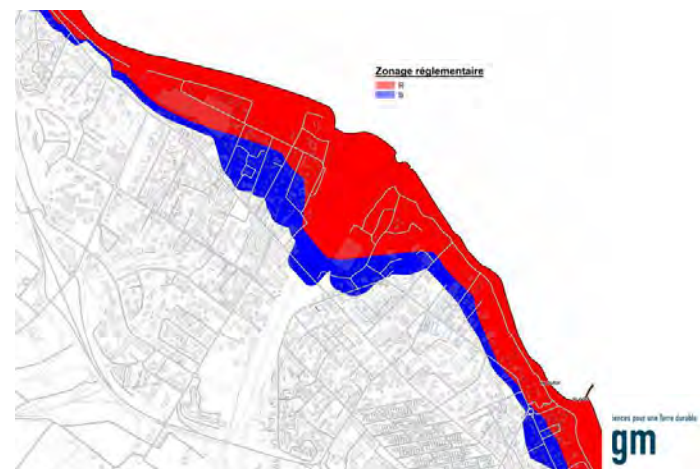


Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

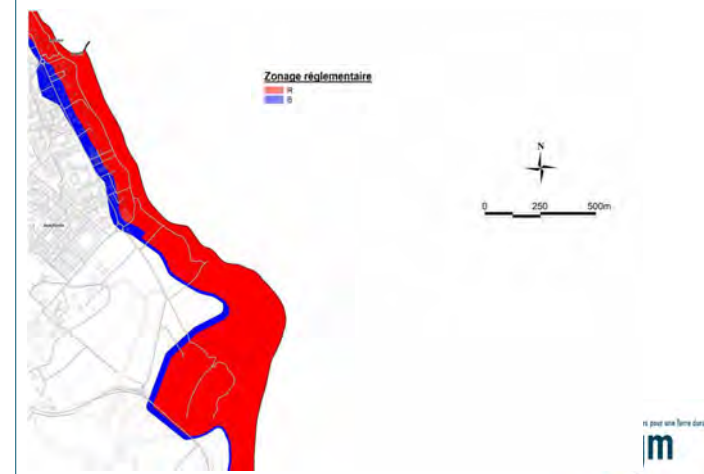
www.developpement-durable.gouv.fr

Présent pour l'avenir

Cartographie réglementaire



Cartographie réglementaire



PRÉFET DE LA RÉUNION

Direction
de l'environnement, de l'aménagement
et du logement de La Réunion

Saint-Denis, le

11 8 AVR. 2016

Service prévention des risques naturels et
routiers

Unité prévention des risques naturels

RELEVÉ DE DECISIONS
Réunion du 23 mars 2016

Objet : Commune de Saint-Benoît – projet de zonage réglementaire et de règlement PPRL et avancement du PPR multi-risques

P.J. : – Liste d'émargement

Réfer : n °2016 – 135 DEAL/SPRINR/UPRN

Une réunion s'est tenue en mairie le mercredi 23 mars 2016 en présence de :

PRENOM - NOM	Fonctions	Mail	Téléphone
M. Stéphane MAILLOT	Elu	Stephane.maillot@ville-saintbenoit.re	06 92 35 73 40
Mme CATHALA Monique	Elue		06 92 60 95 47
M. PERRAULT Gérald	Elu		
M. Francis MODY	Mairie – DD/DATU	Francis.mody@ville-saintbenoit.re	06 92 65 37 50
M. ROBERT Jean-Marie	Mairie – responsable service PLU	Jeanmarie.robert@ville-saintbenoit.re	06 92 67 35 61
Mme BONERE Stéphanie	Mairie – service PLU	Stephanie.bonere@ville-saintbenoit.re	02 62 50 88 44
M. Jean-Max GOVINDASSAMY	Mairie – DD / SG Eco et touristique	Jeanmax.govindassamy@ville- saintbenoit.re	06 92 31 14 38
M. CORDONIN Sébastien	Mairie – ANRU		06 92 70 39 48
Mme LOUTCHMIA Nathalie	Mairie – urbanisme		02 62 50 88 44
M. GALBOIS François	Mairie – DGA Développement		06 92 65 52 48
M. ERHART Francis	DEAL / ANRU		02 62 40 29 56
M. Anthony REY	BRGM	a.rey@brgm.fr	06 92 68 86 11
M. Olivier BIELEN	DEAL / SPRINR - responsable unité prévention des <u>risques</u> naturels	Olivier.bielen@developpement- durable.gouv.fr	02 62 40 28 49
Mme Béatrice PACOT-TESTULAT	DEAL / SPRINR - Adjointe au <u>responsable</u> <u>de l'unité</u> UPRN	Beatrice.Pacot- testulat@developpement- durable.gouv.fr	02 62 40 28 32

L'objet initial de cette réunion était de recueillir les remarques de la mairie sur le zonage réglementaire concernant le plan de prévention des risques littoraux pour la commune. Les éléments concernant le projet de zonage réglementaire et le projet de règlement du PPR littoral avait été remis à la mairie lors de la réunion du 17 décembre 2015.

Lors de la deuxième partie de la séance, le projet de règlement et la cartographie réglementaire concernant le PPR multi-risques ont en outre été présentés à la commune. Il a été convenu lors de la réunion que les observations et remarques de la mairie devront être transmises à la DEAL avant la fin avril 2016.

– PPR littoral (érosion du trait de côte et submersion marine) :

Il ressort que le projet de règlement-type départemental, issu du groupe de travail DEAL/Communes de Saint-Paul, Saint-Louis et Saint-Benoît du premier semestre 2015, est plutôt centré sur les cotes sableuses et coralliennes de l'Ouest et du Sud de l'Île. Ainsi, certaines dispositions du projet de règlement du PPRL de la commune de Saint-Benoît sont beaucoup moins adaptées aux cotes rocheuses présentes sur la commune de Saint-Benoît. Par ailleurs, le travail d'échanges techniques en cours vise à territorialiser les dispositions envisagées et c'est tout le sens de la présente réunion.

La mairie de St Benoît souhaite développer le long de son littoral des placettes d'activités et espaces de loisirs incluant des kiosques et toilettes. La lecture du projet de règlement ne semble pas l'autoriser. Après discussion, cette possibilité d'implanter ce type d'équipements (kiosques et toilettes) va être clairement autorisée hors des zones d'aléa fort recul du trait de cote.

S'agissant des placettes d'activités sous maîtrise d'ouvrage publique, si elles doivent contenir des espaces de restauration légère (ou « rondavelles ») dans l'aléa submersion marine fort de référence, ces équipements seront autorisés sous conditions de fournir une étude technique définissant les conditions de mise en œuvre vis à vis de l'aléa considéré (notamment une transparence hydraulique visée et un premier niveau fonctionnel au dessus de la cote de référence à définir). Il s'agit en effet de garantir la sécurité des biens et la pérennité de ces structures.

La mairie s'interroge sur la possibilité de réhabiliter l'ancienne gare de Saint-Benoît, celle-ci étant concernée par l'aléa fort submersion marine de référence. Le guide méthodologique national « plan de prévention des risques littoraux » de mai 2014 indique que *« certains projets liés à la gestion de l'existant peuvent être autorisés s'ils sont explicitement mentionnés dans le règlement : les réparations ou reconstructions de biens sinistrés, sous réserve que la sécurité des occupants soit assurée et que la vulnérabilité de ces biens soient diminuée »*. Dans ces conditions, le projet de réhabilitation pourrait être autorisé.

Quid des projets privés d'implantation des restaurants sur le littoral de Saint-Benoît en zone rouge ? Hormis les « rondavelles » ne peut-on implanter des structures plus pérennes ?

Cela n'est pas souhaitable du fait de la réglementation nationale sur les risques naturels, dans les zones d'aléa les plus fortes du futur PPR où il convient de réduire la vulnérabilité. En effet, le guide méthodologique national indique bien que les restaurants ne relèvent pas des activités nécessitant la proximité immédiate de la mer et doivent par conséquent être interdits. Ainsi, même si la question ne se pose pas à l'heure actuelle puisqu'aucune structure privée ne s'est manifestée auprès de la mairie pour proposer un tel projet, on ne peut envisager l'implantation d'un nouveau restaurant en zone rouge.

A contrario, il convient de retenir que le projet de règlement de PPR permet sous conditions le changement de destination de biens actuellement implantée en zone rouge du projet de PPR dans une logique de réduction de la vulnérabilité : par exemple, la transformation d'une construction destinée à l'habitation en restaurant. Par ailleurs, le projet de règlement permet l'extension à l'étage des commerces et activités existants sous conditions.

Concernant le périmètre de renouvellement urbain de la ville, l'emprise est conséquente et est concernée pour partie par l'aléa fort submersion marine. Il conviendra de vérifier et d'étudier finement les possibilités offertes par le projet de règlement pour mener à bien le renouvellement urbain de la ville en superposant le périmètre et les projets envisagés face au projet de règlement. Ces éléments feront au besoin l'objet d'échanges à venir.

– PPR multirisques (inondation et mouvement de terrain) :

Lors de la présentation, quelques zooms sont faits sur des secteurs de la commune, notamment à proximité de l'hôpital de Saint-Benoît. Un aléa moyen inondation a été identifié dans le projet alors que cette zone n'est pas réglementée au titre du PPRI en vigueur. Le défaut d'entretien régulier de l'intercepteur et les conditions in situ de l'ouvrage sont la cause principale de cette nouvelle qualification. La mairie indique qu'une étude plus approfondie de ce secteur a été menée par le BE ARTELIA pour le compte de la SEMAC et que son entretien depuis la RN3 est envisagée. A contrario, la zone d'aléa moyen inondation en aval a été supprimée, car résultant plutôt de problématiques de ruissellement urbain identifiées à la date d'approbation de l'actuel PPR inondation du 15 décembre 2004.

En fin de séance, la DEAL remet aux services techniques de la mairie les cartes de zonage réglementaire pour le PPR multi-risques (inondation et mouvements de terrain) ainsi que le projet de règlement. La mairie s'engage à faire un retour sur ces éléments avant la fin avril 2016.

— **Calendrier prévisionnel d'élaboration des PPRL et PPRN :**

- prescription du PPRL : mai 2016 ;
- consultation conjointe des services sur les 2 projets : juin à juillet 2016 ;
- enquête publique conjointe aux deux projets de PPR : septembre 2016 ;
- approbation des PPR : fin 2016-début 2017.

L'adjointe du responsable de l'unité prévention des risques naturels



Béatrice PACOT-TESTULAT

Mercredi 23 Mars 2016.

Mairie de St Benoit

Règlement PPR - Avancée du
PPR Multirisques

Nom	Prénom	Service	Coordonnées.
EHRMART	François	DEAL/AURU	02 62 40 29.56
CORBOUIN	Sébastien	Mairie St Benoit - AURU.	06 97. 70. 33. 48
GOVINDASAMY	J-Nay	Mairie St Benoit & Transfert	06 92 31 14 38
MODY	François	DD/DATV	06 92 65 37 50
BONERE	Stéphanie	Service PLU	02 62 50 88 44
CATHALIN	Morgane	Adjointe	06 92 60 95 47
LOUTCHMIA	Nathalie	Urbanisme	02 62 50 88 44
ROBERT	Jean Marie	Service PLU	06 92. 67. 35. 61
REY	Anthony	BRG-N	06 92 688 511
PERRAULT	Cécile	Adjt	02.62.40.28.49
BIELLEN	Olivier	DEAL Réunion	
PACOT-TESTUAT	Béatrice	DEAL Réunion	02 62 40 28. 32.
MAILLON	Stéphane	Adjt au Maire	06 92 35 73 40
GALBOS	François	DEAL développement	06 92 65 52 48

Plan de Prévention des Risques

ALEAS INONDATIONS et MOUVEMENTS DE TERRAIN

Commune de Saint-Benoit

Réunion association
23 mars 2016

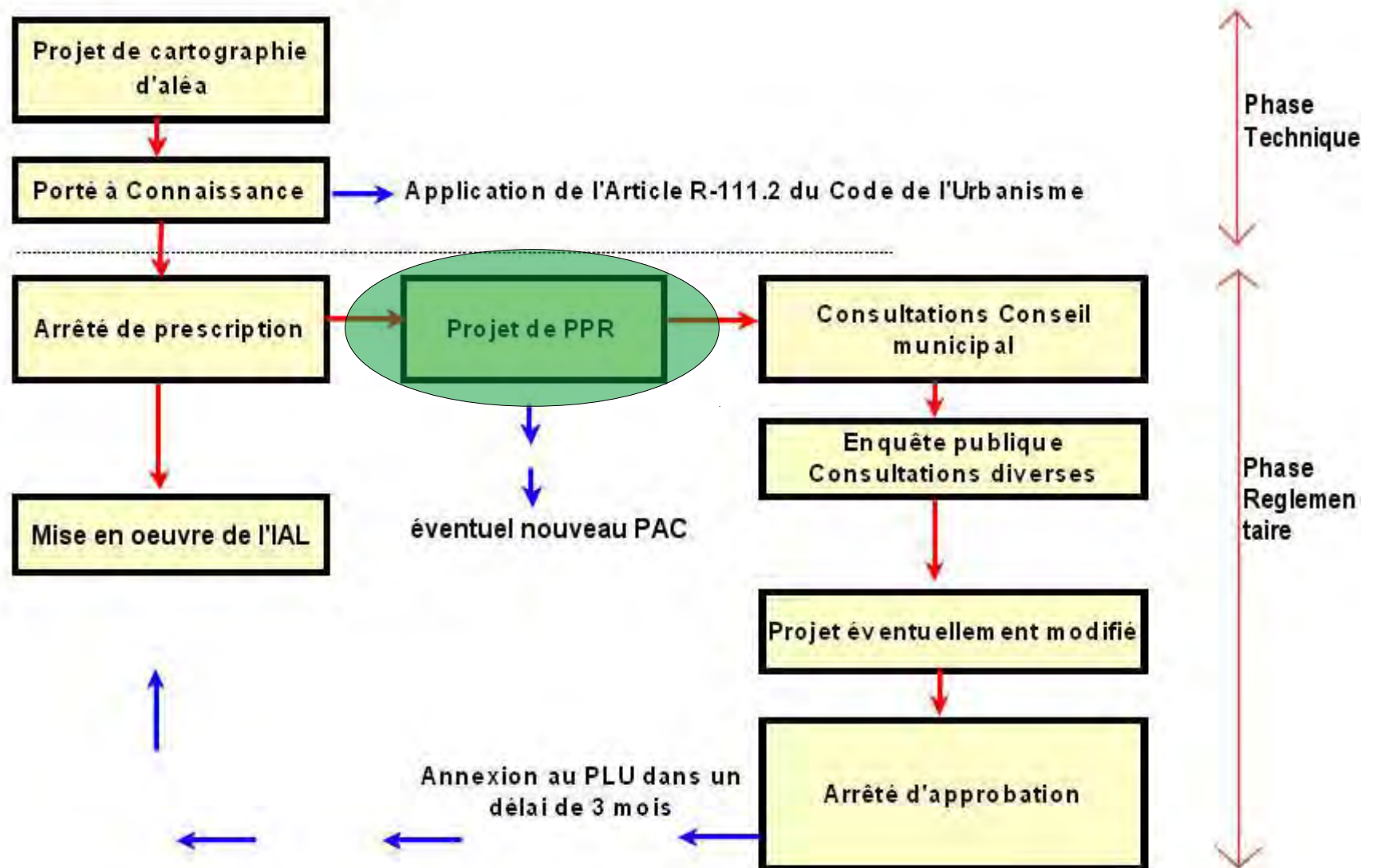


Crédit photo : BRGM Réunion

PLAN de l'exposé

- *Les étapes de réalisation du PPR de St-Benoit*
- *La phase de traduction des aléas : projet de zonage réglementaire*
- *La suite de la procédure*

La procédure d'élaboration d'un PPR



Le contenu d'un PPR

Un rapport de présentation

Précise la méthode d'élaboration d'un PPR, les hypothèses prises en compte, la justification du zonage

Contient l'analyse des phénomènes pris en compte, les méthodes utilisées

La carte de zonage réglementaire

Délimite les périmètres en fonction du risque (zones exposées aux risques et zones où des aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux)

Le règlement

Précise les règles d'occupation des sols pour chaque zone

Définit les mesures de prévention et de sauvegarde qui permettent de réduire la vulnérabilité de l'existant

Des annexes

Cartes d'aléa, cartes des enjeux, carte des phénomènes historiques

Les effets d'un PPR approuvé

Pour les collectivités:

- Un outil d'aménagement du territoire intégrant les risques qui permet une ouverture raisonnée de l'urbanisation ;
- Un cadre d'instruction des autorisations d'urbanisme qui s'appliquent aux biens existants et futurs ;
- Une servitude d'utilité publique qui affiche le risque, opposable à toute personne publique ou privée et annexée au Plan Local d'Urbanisme (PLU) ;
- Une obligation d'information du public (au moins tous les 2 ans) et de préparation à la gestion de crise (Plan Communal de Sauvegarde à réaliser dans un délai de 2 ans).

Pour les citoyens :

- Un affichage clair du risque et des droits à construire (Information Acquéreur Locataire) ;
- Des règles d'urbanisme et de construction à respecter ;
- L'absence de modulation des franchises d'assurance (si arrêté CATastrophe NATurelle).

Historique du PPR de Saint-Benoît

- 15 décembre 2004 : approbation du PPR inondation ;
- 7 juillet 2010 : porter à connaissance des aléas mouvements de terrain ;
- 22 juillet 2010 : prescription du PPR multi-risques par AP n ° 1688/SG/DRCTCV ;
- 2013 – 2014 : actualisation des aléas inondation par ARTELIA ;
- 2014 : actualisation des aléas mouvements de terrain (BRGM) ;
- 14 décembre 2014 : présentation à la commune des aléas inondation, mouvements de terrain, submersion marine et recul du trait de cote ;
- 4 mai 2015 : visites de terrain pour précision des aléas inondation et /ou mouvements de terrain (BRGM, ARTELIA, commune, DEAL) ;
- 8 juin 2015 : porter à connaissance des aléas littoraux (érosion du trait de cote et submersion marine) ;
- 7 octobre 2015 : porter à connaissance des aléas inondation et mouvements de terrain ;
- 17 décembre 2015 : présentation du dossier réglementaire PPRL.

La phase réglementaire

Traduction des aléas

La transcription réglementaire

5 zones réglementaires avec 2 niveaux de contraintes

- Les zones rouges «inconstructibles » ;
- Les zones bleues « constructibles avec prescriptions ».

Transcription réglementaire Aléa / Enjeux		MOUVEMENT DE TERRAIN				
		Très élevé élevé	Moyen		Modéré Faible	Nul
			Autres secteurs	Secteurs urbains à enjeux		
INONDATION	fort	R1	R1	R1	R1	R1
	moyen	R1	R2	B2u	B2	B2
	faible	R1	R2	B2u	B3	B3
	nul	R1	R2	B2u		

Un cas particulier : la zone B2u

- Zones concernées par un aléa mouvement de terrain moyen ainsi que par un aléa inondation moyen, faible ou nul, dans des secteurs urbains à enjeux sécurisables

- Principes généraux :

- permettre une densification de l'habitat ou l'ouverture de nouvelles opérations d'aménagement ;
- ne pas aggraver les risques et les conditions d'écoulement.

- Evolution réglementaire locale mis en œuvre sur l'aléa moyen mvt depuis 2012 (PPR inondation et mouvement de terrain de Saint-Denis, Le Port, La Possession, Trois-Bassins, Sainte-Suzanne et Saint-Leu)

**→ Étude géotechnique à réaliser
pour pouvoir construire/aménager**

Le projet de règlement du PPR

Zone R1 <u>Les principes:</u> - ne pas augmenter la population dans les zones les plus exposées - interdiction des nouvelles constructions - ne pas augmenter les risques <u>Sont interdits :</u> - toutes constructions nouvelles - tous remblais, dépôts - les murs et clôtures pleines - ... <u>Sont autorisés :</u> - les travaux pour mise en sécurité - reconstructions et réparations après sinistre - ...	Zone R2 <u>Les principes:</u> - permettre le maintien des activités et constructions existantes - garantir les conditions d'écoulement des eaux - ne pas augmenter les risques <u>Sont interdits :</u> - toutes constructions nouvelles - tous remblais, dépôts - les murs et clôtures pleines - ... <u>Sont autorisés :</u> - les extensions (20m²) - annexes et garages dans la limite de 20 m² - reconstructions habitats insalubres - ...	Zone B2 <u>Les principes:</u> - permettre les constructions nouvelles sous conditions - ne pas aggraver les risques et les conditions d'écoulement <u>Sont interdits :</u> - les constructions et aménagements restreignant le libre écoulement des eaux - les sous-sols - les clôtures pleines - ... <u>Sont autorisés :</u> - les constructions et extensions au-dessus de la cote de référence - démolition / reconstruction - les ERP au-dessus de la cote de référence - ...	Zone B2u <u>Les principes:</u> - permettre une densification de l'habitat ou l'ouverture de nouvelles opérations d'aménagement - ne pas aggraver les risques et les conditions d'écoulement <u>Sont interdits :</u> - les remblais - les sous-sols - les clôtures pleines - ... <u>Sont autorisés :</u> - les constructions, les extension et les opérations d'aménagement sous réserve de réaliser une étude technique - les piscines - ...	Zone B3 <u>Les principes:</u> - permettre les constructions nouvelles sous conditions - ne pas aggraver les risques et les conditions d'écoulement <u>Sont interdits :</u> - les constructions situées sous la cote de référence - les sous-sols - les clôtures pleines - ... <u>Sont autorisés :</u> - les constructions nouvelles ou extensions de bâtiments - les ERP au-dessus de la cote de référence - les assainissements autonomes - ...
---	--	---	---	--

Zoom sur le projet de cartographie réglementaire

Exemple : Rivière des Marsouins

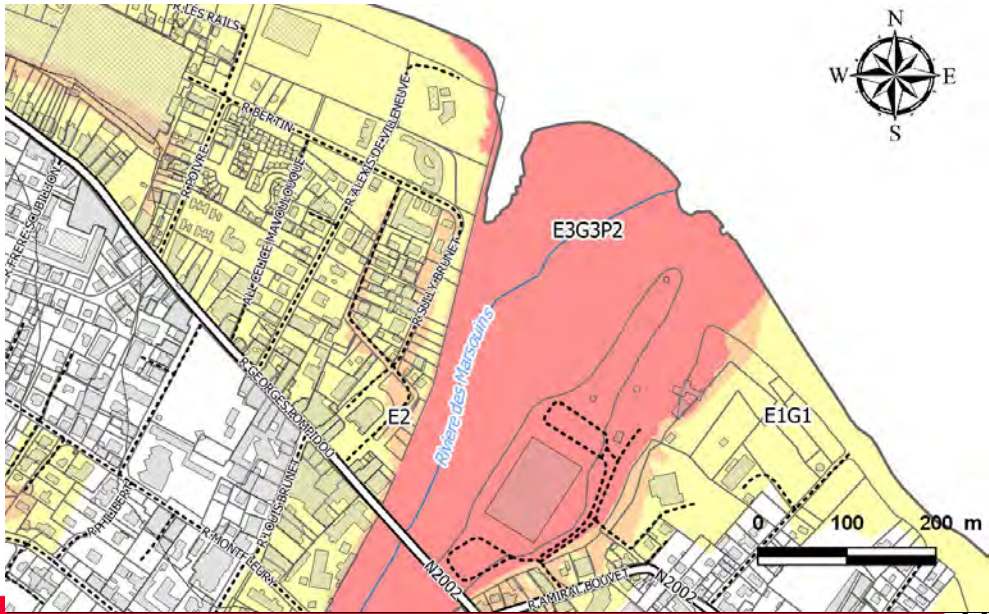
Zonage REGLEMENTAIRE au projet de PPR



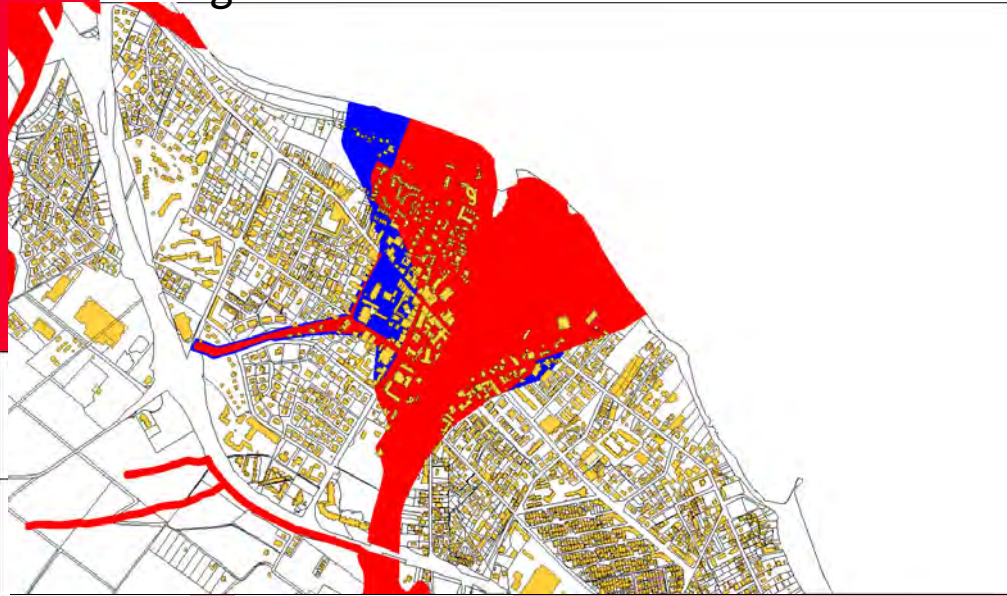
Zonage aléa INONDATION



Zonage aléa MOUVEMENT DE TERRAIN



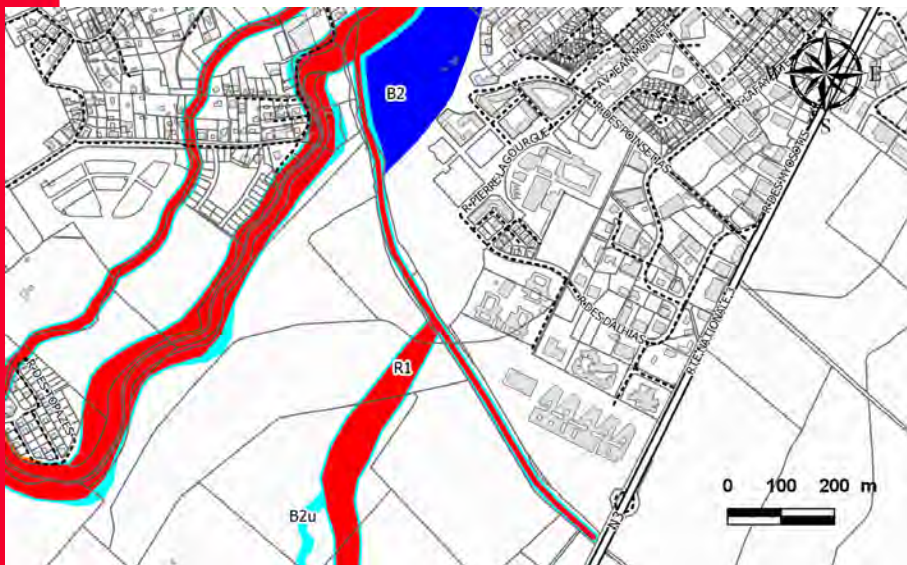
Zonage REGLEMENTAIRE au PPRI de 2004



Zoom sur le projet de cartographie réglementaire

Exemple : Bras Fusil

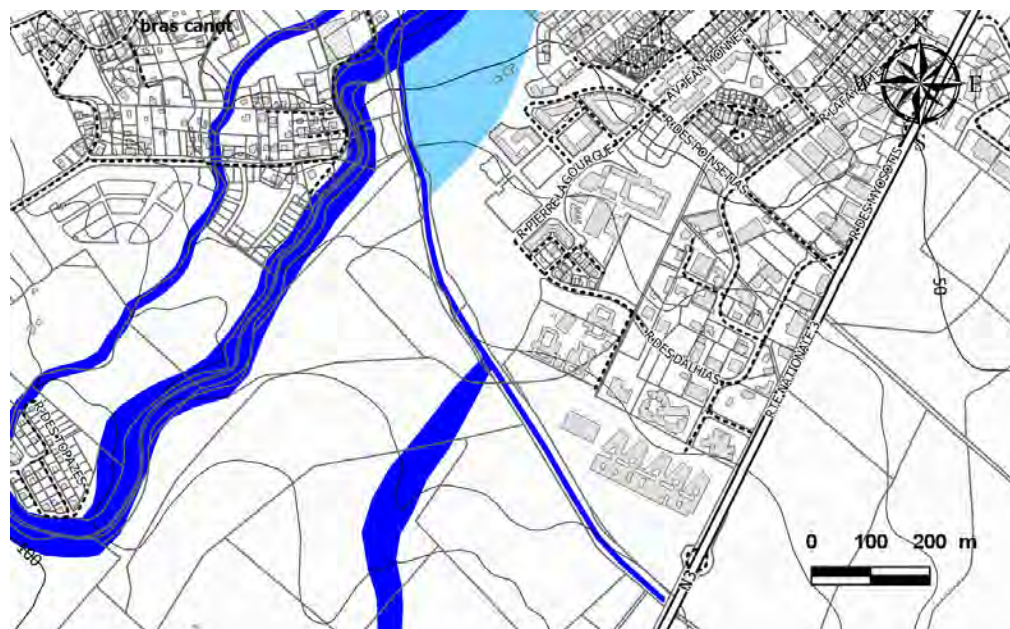
Zonage REGLEMENTAIRE au projet de PPR



Zonage REGLEMENTAIRE au PPRI de 2004



Zonage aléa INONDATION



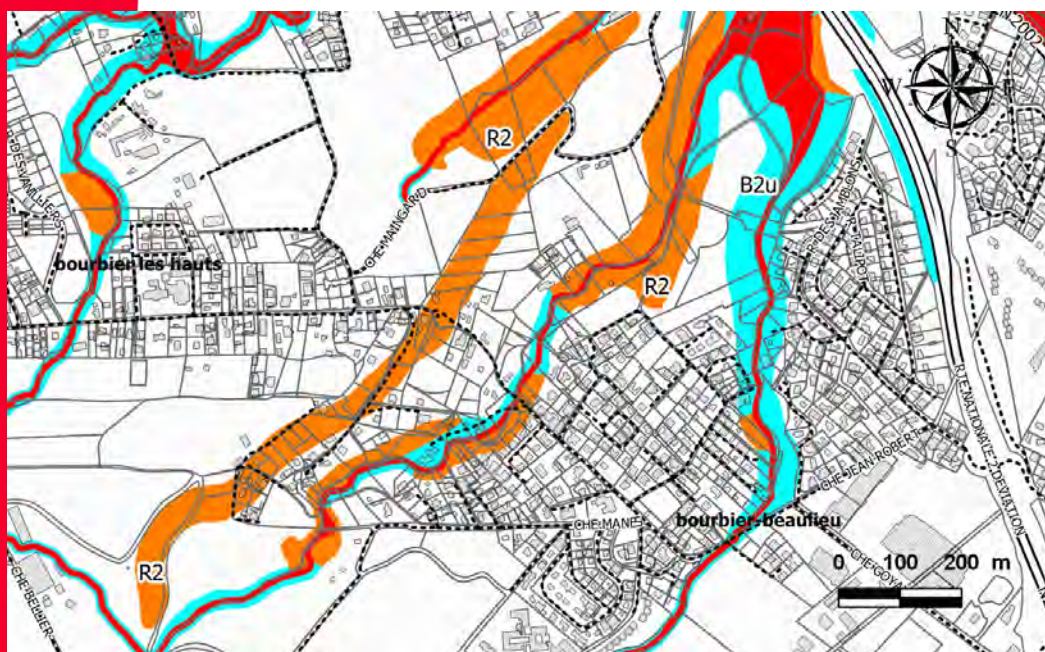
Zonage aléa MOUVEMENT DE TERRAIN



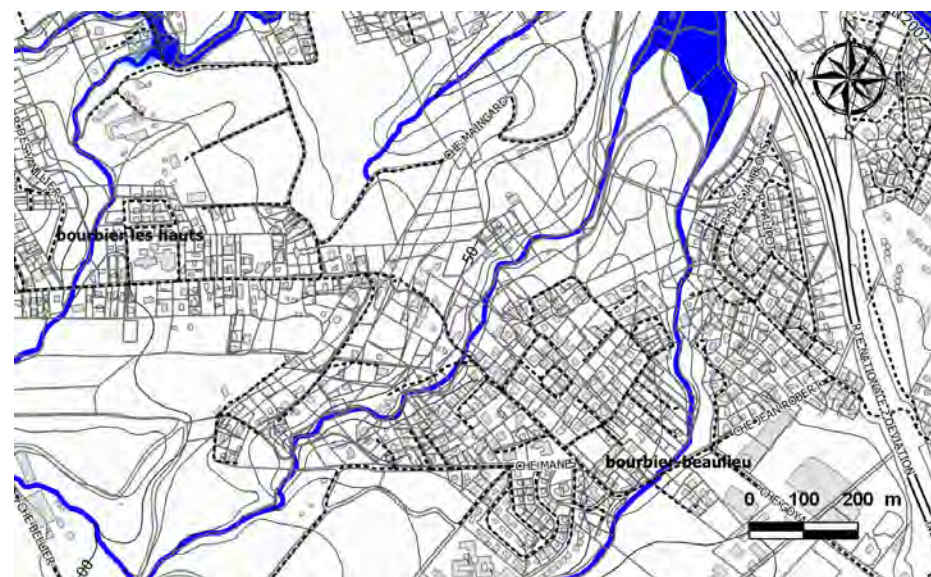
Zoom sur le projet de cartographie réglementaire

Exemple : Bourbier

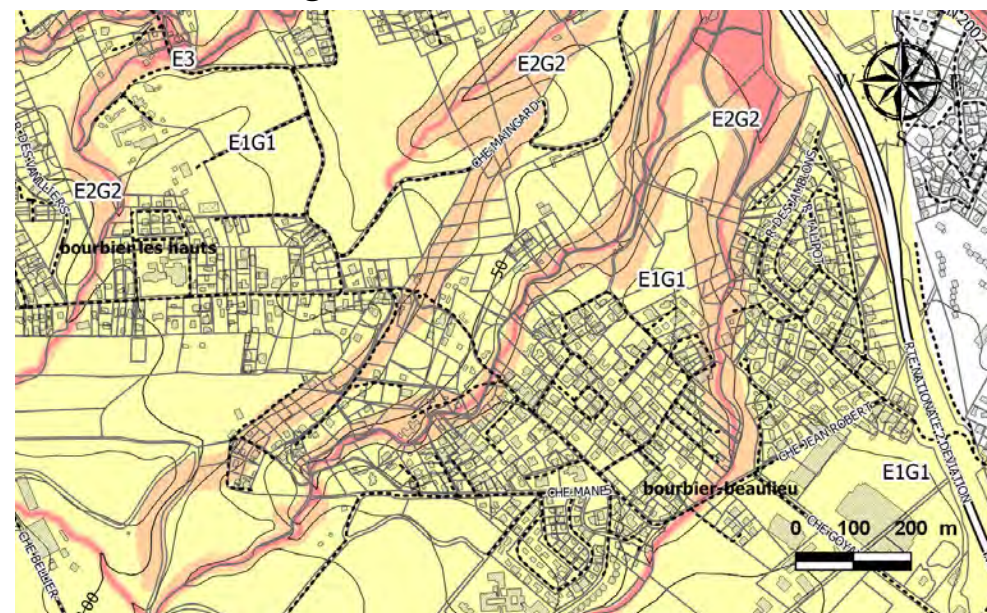
Zonage REGLEMENTAIRE au projet de PPR



Zonage aléa INONDATION



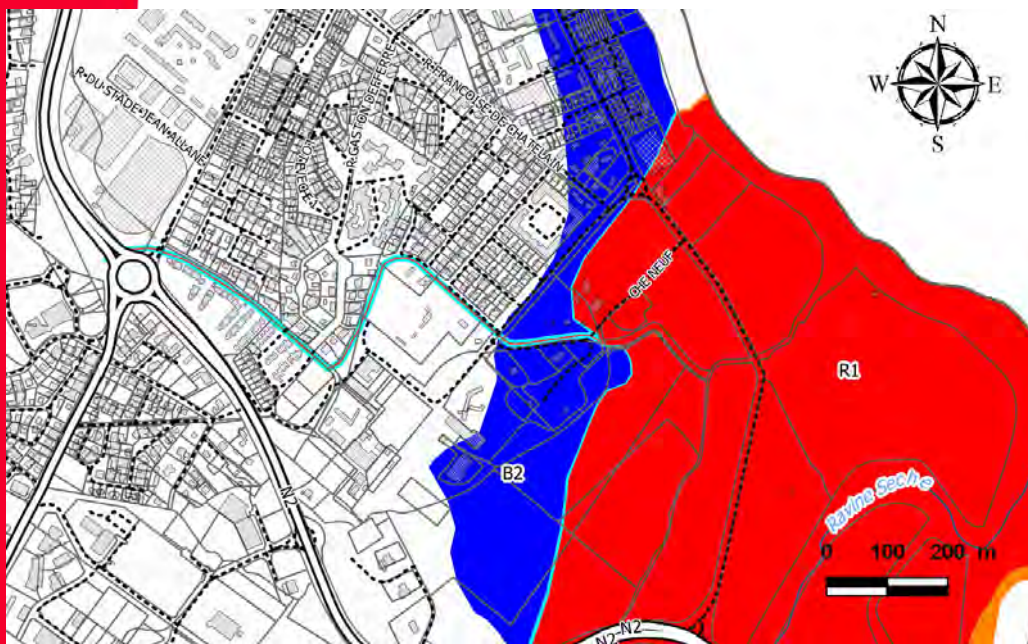
Zonage aléa MOUVEMENT DE TERRAIN



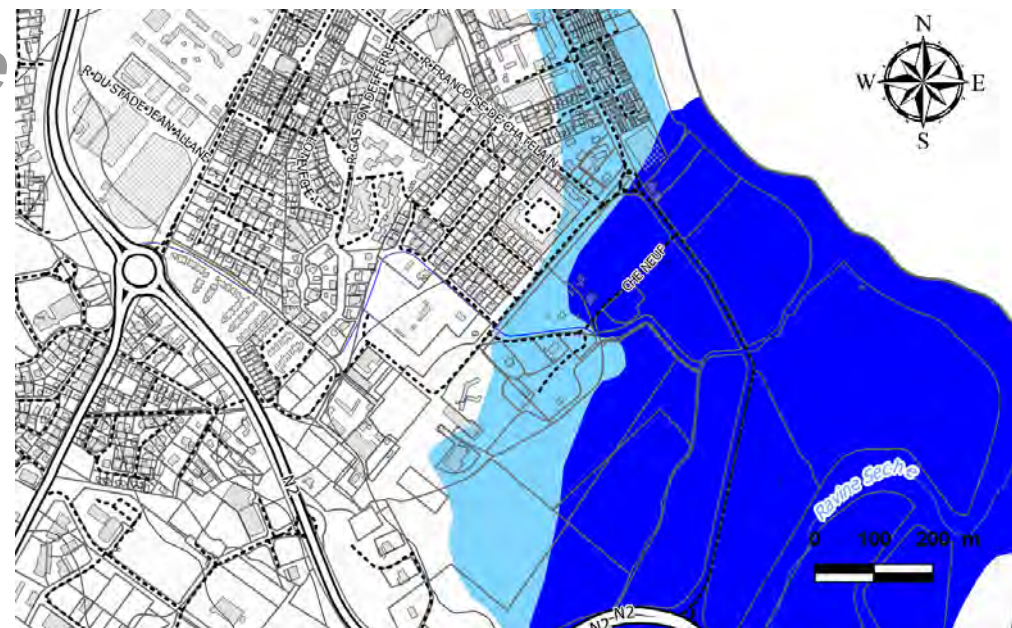
Zoom sur le projet de cartographie réglementaire

Exemple : secteur de Beaufond

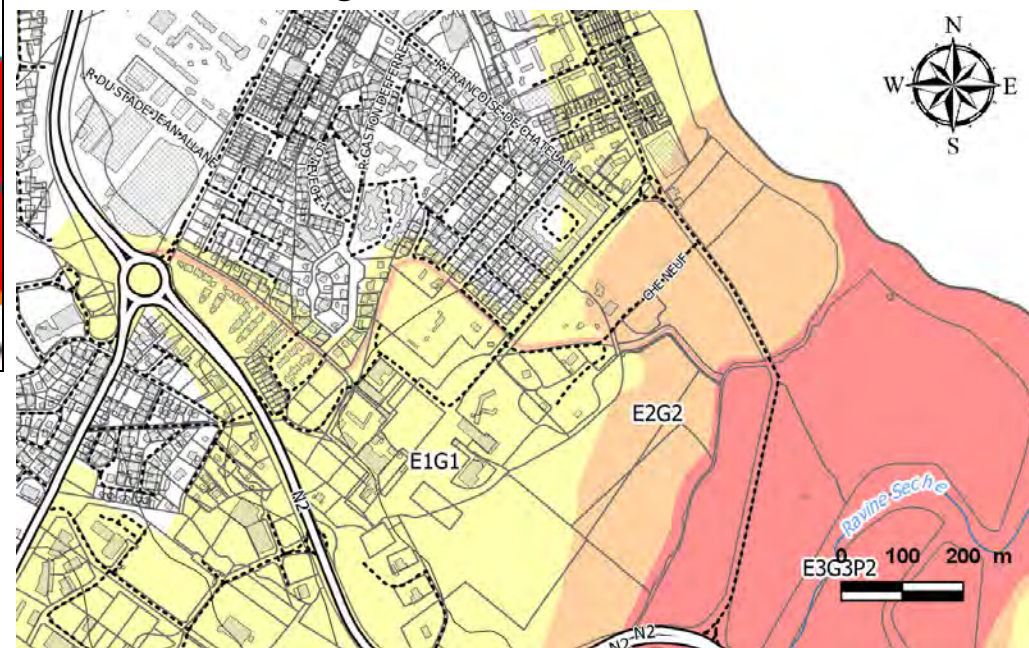
Zonage REGLEMENTAIRE au projet de PPR



Zonage aléa INONDATION



Zonage aléa MOUVEMENT DE TERRAIN



Suite envisagée de la procédure

- mars/avril 2016 : Échanges techniques sur le projet de cartographie réglementaire et règlement ;
- mai/juin 2016 : Consultation officielle durant deux mois de la commune, de la CIREST, de la Chambre d'Agriculture, de la DAAF et de l'ONF ;
- août 2016 : enquête publique

Annexe 2 : Consultations officielles

- courriers et accusés de réception
- avis du conseil municipal
- avis de la Chambre d'agriculture
- avis de l'ONF

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER

Direction de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement
de La Réunion

Service prévention des risques naturels et routiers

Nos réf. : 2016/571/SPRINR/UPRN
Vos réf. :
Affaire suivie par :
beatrice.pacot-testulat@developpement-durable.gouv.fr
Tél. : 0262 40 28 32 – Fax : 0262 40 28 88

Saint-Denis, le

11.0 NOV. 2016

Le directeur de l'environnement, de l'aménagement
et du logement

à

Monsieur le Député-maire
Hôtel de Ville
Rue Georges Pompidou
97 470 SAINT-BENOÎT

Objet : Projet de Plan de Prévention des Risques (PPR) naturels prévisibles relatif aux phénomènes
« recul du trait de côte et submersion marine » sur la commune de Saint-Benoît.

P.J. : - 1 dossier PPR
- 1 accusé de réception

Monsieur,

L'élaboration du Plan de Prévention des Risques (PPR) relatif aux phénomènes « recul du trait de côte et submersion marine » sur la commune de Saint-Benoît a été prescrite par arrêté préfectoral n° 2016-942/SG/DRCTCV du 27 mai 2016 sur la base des études réalisées depuis 2013 par le BRGM. Il a été concerté avec nos services respectifs courant 2014 et 2015 pour prendre en compte les risques liés aux aléas littoraux caractérisés sur la frange littorale de la commune.

Conformément aux dispositions de l'article R 562-7 du code de l'environnement et de l'article 1 de l'arrêté préfectoral 1864 du 20 septembre 2016 me portant délégation de signature notamment pour les courriers de consultation des partenaires institutionnels sur les projets de PPR avant enquête publique, je vous adresse donc aujourd'hui le projet de PPR pour recueillir l'avis de l'organe délibérant de la commune. Le délai réglementaire pour recueillir cet avis est de **deux mois à compter de la réception du présent PPR**.

Je vous rappelle qu'à la suite du recueil de cet avis, le projet de PPR pourra être modifié pour tenir compte de vos remarques et qu'ensuite il sera soumis également à une enquête publique avant d'être approuvé par arrêté préfectoral. En tant que servitude d'utilité publique, il devra être annexé au document d'urbanisme de votre commune dans un délai de trois mois à compter de la date d'approbation, conformément à l'article L.151-43 du code de l'urbanisme.

Enfin, je vous serais obligé de bien vouloir me retourner l'accusé de réception ci-joint, une fois le dossier de PPR en votre possession.

Mes services se tiennent à votre disposition pour de plus amples renseignements.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

Le directeur de l'Environnement, de
l'Aménagement et du Logement

Le Directeur Adjoint DMZ
Responsable Gestion de crise
Chef du Pôle Risques

Ivan MARTIN

copie à : Préfecture, DEAL (SPRINR/UPRN)



PREFET DE LA REUNION

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT, DE
L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT

Service Prévention des Risques Naturels et
Routiers

Unité Prévention des Risques Naturels

MAIRIE SAINT-BENOIT
Service Urbanisme
Arrivée : 14 NOV. 2016

N°

ACCUSE DE RECEPTION

Je soussigné : M. ROBERT Jean Marie

en qualité de : Responsable du Service PL U

domicilié à : _____

accuse réception

du dossier relatif à la consultation sur le projet de plan de prévention des risques naturels (PPRN) prévisibles « recul du trait de côte et submersion marine » de la commune de Saint-Benoît

Fait à Saint Benoit, le 14/11/2016

Cachet

Signature de l'intéressé



MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER

Direction de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement
de La Réunion

Service prévention des risques naturels et routiers

Nos réf. : 2016/575 /SPRINR/UPRN

Vos réf. :

Affaire suivie par :

beatrice.pacot-testulat@developpement-durable.gouv.fr

Tél. : 0262 40 28 32 – Fax : 0262 40 28 88

Saint-Denis, le

11.0 NOV. 2016

Le directeur de l'environnement, de l'aménagement
et du logement

à

Monsieur le directeur de l'ONF
Colline de la Providence
97 488 SAINT DENIS CEDEX

Objet : Projet de Plan de Prévention des Risques (PPR) naturels prévisibles relatif aux phénomènes
« recul du trait de côte et submersion marine » sur la commune de Saint-Benoît.

PJ : - 1 dossier PPR
- 1 accusé de réception

L'élaboration du Plan de Prévention des Risques (PPR) relatif aux phénomènes « recul du trait de côte et submersion marine » de la commune de Saint-Benoît a été prescrit par arrêté préfectoral n° 2016-942/SG/DRCTCV du 27 mai 2016 sur la base des études réalisées depuis 2013 par notre partenaire technique le BRGM. Il a été concerté avec la collectivité pour prendre en compte les risques liés aux aléas littoraux sur l'ensemble de la frange littorale.

Dans le cadre de la phase de consultation sur ce projet, et conformément à l'article 3 de l'arrêté cité ci-dessus, je vous prie d'adresser à mes services (SPRINR / UPRN), dans un délai **de deux mois à compter de la réception du présent courrier**, vos observations éventuelles sur le projet ci-joint de PPR. Passé ce délai, votre avis sera réputé favorable.

Je vous rappelle qu'à la suite du recueil de cet avis, le projet de PPR pourra être modifié pour tenir compte de vos remarques et qu'il sera soumis à une enquête publique conformément à l'article R.562-8 du code de l'environnement, avant d'être approuvé par arrêté préfectoral.

Mes services se tiennent à votre disposition pour de plus amples renseignements.

Le directeur de l'Environnement, de
l'Aménagement et du Logement

Le Directeur Adjoint DMZ
Responsable Gestion de crise
Chef du Pôle Risques



Ivan MARTIN

copie à : Préfecture, DEAL(SPRINR/UPRN)



PREFET DE LA REUNION

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT, DE
L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT

Service Prévention des Risques Naturels et
Routiers

Unité Prévention des Risques Naturels

N°

ACCUSE DE RECEPTION

Je soussigné : M. LE QUERE Lanne

en qualité de : fonct ONF

domicilié à : ST DENIS

accuse réception

du dossier relatif à la consultation sur le projet de plan de prévention des risques naturels (PPRN) prévisibles « recul du trait de côte et submersion marine » de la commune de Saint-Benoit

Fait à ST DENIS, le 14 / 11 / 2016

Cachet

Signature de l'intéressé

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER

Direction de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement
de La Réunion

Service prévention des risques naturels et routiers

Nos réf. : 2016/573 /SPRINR/UPRN
Vos réf. :
Affaire suivie par :
beatrice.pacot-testulat@developpement-durable.gouv.fr
Tél. : 0262 40 28 32 – Fax : 0262 40 28 88

Saint-Denis, le

10 NOV. 2016

Le directeur de l'environnement, de l'aménagement
et du logement

à

Monsieur le Président
de la chambre d'agriculture
24 rue de la Source
BP 134
97463 Saint Denis Cedex

Objet : Projet de Plan de Prévention des Risques (PPR) naturels prévisibles relatif aux phénomènes
« recul du trait de côte et submersion marine » sur la commune de Saint-Benoît.

P.J. : - 1 dossier PPR
- 1 accusé de réception

Monsieur,

L'élaboration du Plan de Prévention des Risques (PPR) relatif aux phénomènes « recul du trait de côte et submersion marine » sur la commune de Saint-Benoît a été prescrite par arrêté préfectoral n° 2016-942/SG/DRCTCV du 27 mai 2016 sur la base des études réalisées depuis 2013 par le BRGM. Il a été concerté avec la collectivité courant 2014 et 2015 pour prendre en compte les risques liés aux aléas littoraux caractérisés sur la frange littorale de la commune.

Conformément aux dispositions de l'article R 562-7 du code de l'environnement et de l'article 1 de l'arrêté préfectoral 1864 du 20 septembre 2016 me portant délégation de signature notamment pour les courriers de consultation des partenaires institutionnels sur les projets de PPR avant enquête publique, je vous adresse donc aujourd'hui le projet de PPR pour recueillir l'avis de l'organe délibérant de la Chambre d'Agriculture. Le délai réglementaire pour recueillir cet avis est de **deux mois à compter de la réception du présent PPR**.

Je vous rappelle qu'à la suite du recueil de cet avis, le projet de PPR pourra être modifié pour tenir compte de vos remarques et qu'ensuite il sera soumis également à une enquête publique avant d'être approuvé par arrêté préfectoral. En tant que servitude d'utilité publique, il devra être annexé au document d'urbanisme de la commune de Saint-Benoît dans un délai de trois mois à compter de la date d'approbation, conformément à l'article L.151-43 du code de l'urbanisme.

Enfin, je vous serais obligé de bien vouloir me retourner l'accusé de réception ci-joint, une fois le dossier de PPR en votre possession.

Mes services se tiennent à votre disposition pour de plus amples renseignements.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

Le directeur de l'Environnement, de
l'Aménagement et du Logement

Le Directeur Adjoint DMZ
Responsable Gestion de crise
Chef du Pôle Risques



Ivan MARTIN

copie à : Préfecture, DEAL(SPRINR/UPRN)



PREFET DE LA REUNION

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT, DE
L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT

Service Prévention des Risques Naturels et
Routiers

Unité Prévention des Risques Naturels

N°

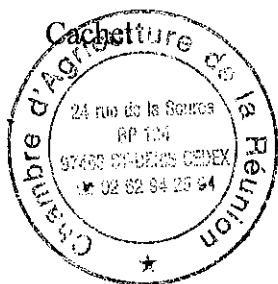
ACCUSE DE RECEPTION

Je soussigné : M. H. Bastide
en qualité de : Ass. de Direction
domicilié à : St Denis

accuse réception

du dossier relatif à la consultation sur le projet de plan de prévention des risques naturels (PPRN) prévisibles « recul du trait de côte et submersion marine » de la commune de Saint-Benoît

Fait à 14/11/16, le St Denis



Signature de l'intéressé

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER

Direction de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement
de La Réunion

Service prévention des risques naturels et routiers

Nos réf. : 2016/572 /SPRINR/UPRN

Vos réf. :

Affaire suivie par :

beatrice.pacot-testulat@developpement-durable.gouv.fr

Tél. : 0262 40 28 32 – Fax : 0262 40 28 88

Saint-Denis, le

11.0 NOV. 2016

Le directeur de l'environnement, de l'aménagement
et du logement

à

Monsieur le président de la CIREST
28 rue des Tamarins
Pôle Bois – ZI de Bras Fusil
BP 124
97 470 SAINT-BENOIT

Objet : Projet de Plan de Prévention des Risques (PPR) naturels prévisibles relatif aux phénomènes
« recul du trait de côte et submersion marine » sur la commune de Saint-Benoît.

P.J. : - 1 dossier PPR.
- 1 accusé de réception

Monsieur,

L'élaboration du Plan de Prévention des Risques (PPR) relatif aux phénomènes « recul du trait de côte et submersion marine » sur la commune de Saint-Benoît a été prescrite par arrêté préfectoral n° 2016-942/SG/DRCTCV du 27 mai 2016 sur la base des études réalisées depuis 2013 par le BRGM. Il a été concerté avec la collectivité courant 2014 et 2015 pour prendre en compte les risques liés aux aléas littoraux caractérisés sur la frange littorale de la commune.

Conformément aux dispositions de l'article R 562-7 du code de l'environnement et de l'article 1 de l'arrêté préfectoral 1864 du 20 septembre 2016 me portant délégation de signature notamment pour les courriers de consultation des partenaires institutionnels sur les projets de PPR avant enquête publique, je vous adresse donc aujourd'hui le projet de PPR pour recueillir l'avis de l'organe délibérant de la CIREST. Le délai réglementaire pour recueillir cet avis est de **deux mois à compter de la réception du présent PPR**.

Je vous rappelle qu'à la suite du recueil de cet avis, le projet de PPR pourra être modifié pour tenir compte de vos remarques et qu'ensuite il sera soumis également à une enquête publique avant d'être approuvé par arrêté préfectoral. En tant que servitude d'utilité publique, il devra être annexé au document d'urbanisme de la commune de Saint-Benoît dans un délai de trois mois à compter de la date d'approbation, conformément à l'article L.151-43 du code de l'urbanisme.

Enfin, je vous serais obligé de bien vouloir me retourner l'accusé de réception ci-joint, une fois le dossier de PPR en votre possession.

Mes services se tiennent à votre disposition pour de plus amples renseignements.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

Le directeur de l'Environnement, de
l'Aménagement et du Logement

Le Directeur Adjoint DMZ
Responsable Gestion de crise
Chef du Pôle Risques



Ivan MARTIN

copie à : Préfecture, DEAL (SPRINR/UPRN)



PREFET DE LA REUNION

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT, DE
L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT

Service Prévention des Risques Naturels et
Routiers

Unité Prévention des Risques Naturels

N°

ACCUSE DE RECEPTION

Je soussigné : M. Anize MARIE

en qualité de : Secrétaire

domicilié à : C I DEST St Benoît

accuse réception

du dossier relatif à la consultation sur le projet de plan de prévention des risques naturels (PPRN) prévisibles « recul du trait de côte et submersion marine » de la commune de Saint-Benoît

Fait à St Benoît, le 14.11.2016

Cachet



Signature de l'intéressé

A MARIE

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER

Direction de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement
de La Réunion

Service prévention des risques naturels et routiers

Nos réf. : 2016/574 /SPRINR/UPRN

Vos réf. :

Affaire suivie par :

beatrice.pacot-testulat@developpement-durable.gouv.fr

Tél. : 0262 40 28 32 – Fax : 0262 40 28 88

Saint-Denis, le

10 NOV. 2016

Le directeur de l'environnement, de l'aménagement
et du logement

à

Monsieur le directeur de la DAAF
Boulevard de la Providence
97 489 SAINT DENIS CEDEX

Objet : Projet de Plan de Prévention des Risques (PPR) naturels prévisibles relatif aux phénomènes
« recul du trait de côte et submersion marine » sur la commune de Saint-Benoît.

PJ : - 1 dossier PPR
- 1 accusé de réception

L'élaboration du Plan de Prévention des Risques (PPR) relatif aux phénomènes « recul du trait de côte et submersion marine » de la commune de Saint-Benoît a été prescrit par arrêté préfectoral n° 2016-942/SG/DRCTCV du 27 mai 2016 sur la base des études réalisées depuis 2013 par notre partenaire technique le BRGM. Il a été concerté avec la collectivité pour prendre en compte les risques liés aux aléas littoraux sur l'ensemble de la frange littorale.

Dans le cadre de la phase de consultation sur ce projet, et conformément à l'article 3 de l'arrêté cité ci-dessus, je vous prie d'adresser à mes services (SPRINR / UPRN), dans un délai de **deux mois à compter de la réception du présent courrier**, vos observations éventuelles sur le projet ci-joint de PPR. Passé ce délai, votre avis sera réputé favorable.

Je vous rappelle qu'à la suite du recueil de cet avis, le projet de PPR pourra être modifié pour tenir compte de vos remarques et qu'il sera soumis à une enquête publique conformément à l'article R.562-8 du code de l'environnement, avant d'être approuvé par arrêté préfectoral.

Mes services se tiennent à votre disposition pour de plus amples renseignements.

Le directeur de l'Environnement, de
l'Aménagement et du Logement

Le Directeur Adjoint DMZ
Responsable Gestion de crise
Chef du Pôle Risques

Ivan MARTIN

copie à : Préfecture, DEAL (SPRINR/UPRN)



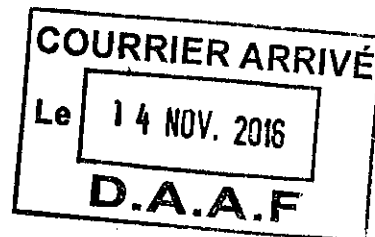
PREFET DE LA REUNION

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT, DE
L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT

Service Prévention des Risques Naturels et
Routiers

Unité Prévention des Risques Naturels

N°



ACCUSE DE RECEPTION

Je soussigné : M. Parlier

en qualité de : Assistante de Direction

domicilié à : St Denis

accuse réception

du dossier relatif à la consultation sur le projet de plan de prévention des risques naturels (PPRN) prévisibles « recul du trait de côte et submersion marine » de la commune de Saint-Benoît

Fait à St Denis, le 16/11/2016

Cachet

Signature de l'intéressé

DIRECTION DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET
97489 SAINT-DENIS CEDEX
Tél : 0262 30 89 89

Hôtel de Ville, le 16 décembre 2016

DÉPARTEMENT DE LA REUNION

COMMUNE DE SAINT-BENOÎT



ADMINISTRATION MUNICIPALE

EXTRAIT DU PROCES VERBAL

DES DELIBERATIONS

DU CONSEIL MUNICIPAL

SEANCE DU 13 DECEMBRE 2016

DELIBERATION N° 123 - 12 - 16 - Direction du Développement - Direction de l'Aménagement, du Territoire et de l'Urbanisme - Service Plan Local d'Urbanisme

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES LITTORAUX (PPRL) RELATIF A LA SUBMERSION MARINE ET A L'ÉROSION DU TRAIT DE CÔTE - AVIS SUR LE DOSSIER DE CONSULTATION

Le Maire certifie :

➤ que le compte-rendu de cette délibération a été affiché en Mairie le 16 décembre 2016

➤ que la convocation du Conseil Municipal avait été faite le 6 décembre 2016.

➤ que le nombre des membres en exercice étant de **39**,

Présents..... 25

Représentés..... 06

Excusés..... 00

Absents..... 08

Total des votes ... 31

Le Maire,



J.C. FRUTEAU

L'An Deux Mille Seize, le mardi 13 du mois de décembre à 18 heures, le Conseil Municipal de Saint-Benoît, sur une première convocation s'est réuni en la salle habituelle de ses séances, sous la présidence de Monsieur Jean Claude FRUTEAU

ÉTAIENT PRÉSENTS ÉGALEMENT :

MM. Herwine BOYER - Gérard PERRAULT - Monique CATHALA - Maurice CHAN FAT - Angélique MARTIN - Daniel HUET - Dominique ATCHICANON - Stéphane MAILLOT - Marie Michèle MARIAYE - Aurélie LAOUSSING - Henri CHANE TEF - Sylvaine MOUNIAMA MOUNICAN - Gérard RAMSAMY - Patrice SOUPRAYENMESTRY - Christelle HOAREAU - Farrhana OMARJEE - Raymond MARIMOUTOU - Tony D'AMBREVILLE - Nadine LE TOULLEC - Didier VIDOT - Jean Luc JULIE - Monique MARIMOUTOU-TACOUN - Eric CARITCHY - Marie Thérèse SAUTRON

ONT DONNÉ PROCURATION : Valérie PAYET à Jean Claude FRUTEAU - Patrice SELLY à Marie Michèle MARIAYE - Nelly HOAREAU à Monique CATHALA - Yves GIGAN à Dominique ATCHICANON - Nadine MEGARISSE à Gérard PERRAULT - Christian JADAUT à Jean Luc JULIE

ABSENT EXCUSE :

ABSENTS : Marie Renée ALLANE - Coralie FONTAINE - Pierrot ARNAL - Sophie IMAHO - Vital PAYET - Tarek DALLEL - Michelle Ange VITAL - Florian LEFEVRE

Secrétaire de séance

Marie Michèle MARIAYE

Accusé de réception en préfecture
974-219740107-20161213-DEL123122016-
Date de télétransmission : 16/12/2016
Date de réception préfecture : 16/12/2016



Le Président informe l'Assemblée que le 14 novembre 2016, Monsieur le Préfet de la Réunion a transmis à la Commune de Saint Benoit le dossier du Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) de son territoire. Les risques concernés sont la submersion marine et l'érosion du trait de côte

Aux termes de l'article R.562-7 du Code de l'Environnement, le Conseil Municipal de la commune concernée est invité à émettre un avis sur le dossier de consultation dans les deux mois à compter de sa date de réception.

A l'issue, le projet de PPRL pourra être modifié en vue de prendre en compte les remarques éventuelles du Conseil Municipal. Ensuite, il sera soumis à enquête publique avant de faire l'objet d'une approbation par un arrêté préfectoral

L'élaboration du PPRL de Saint Benoit a été prescrite le 27 mai 2016 par arrêté préfectoral N°2016 -00942 SG/DRCTCV. Mais le porter à connaissance (PAC) de la cartographie sur les précisions des aléas du recul du trait de côte et de la submersion marine a été mis la disposition de la Commune le 8 juin 2015.

Le dossier de consultation transmis contient le rapport de présentation, le règlement, les documents graphiques ainsi que les annexes.

Compte tenu de la nature et du volume des informations qui y sont contenues, l'ensemble du dossier est tenu à la disposition des élus du Conseil Municipal à la Direction de l'Aménagement du Territoire.

Avant la procédure d'enquête publique courant le premier trimestre 2017, des réunions d'informations et d'échanges avec la population sur demande de la collectivité seront organisées par les services de l'Etat.

L'analyse de ce projet de PPRL conduit à formuler aux services de l'Etat les remarques et observations suivantes :

1 – Demande de modification du règlement

- Dans le règlement à la page 25 il est précisé que la construction, l'extension et la réhabilitation d'espaces de restauration légère à emporter **sont autorisées dans les zones rouges non concernées par un aléa submersion marine fort et un aléa recul de trait de côte** pour une surface au sol du bâtiment **de 50 m2 de surface de plancher et d'une terrasse adjointe de 50 m2** sous réserve d'étude et d'attestation en application de l'article R431-16 du code de l'urbanisme.

Cela se traduit par le fait, que ces constructions se feront uniquement dans la partie de l'aléa modéré et faible de la submersion marine. Or à la page 22, il est précisé que la construction d'espaces de restauration légère à emporter est interdite que dans **les zones rouges concernées par un aléa fort recul du trait de côte**.

- Autoriser dans les rondavelles d'autres activités liées aux loisirs, à la culture et ne pas se cantonner uniquement à la restauration ex : vente de location de vélo.

- Revoir également les possibilités d'augmenter la surface au sol du bâtiment de restauration légère à 100 m2 et de la terrasse à 100 m2

- Apporter des précisions sur la possibilité de réaliser une structure légère fixe (réalisation d'un parvis couvert)

Compte tenu des enjeux d'aménagement que la Ville souhaite réaliser le long du front de mer, notamment sur les sites stratégiques de l'ancienne gare- de
les bas et la Marine – du Ludoparc - du butor et du Bassin Bleu),

Recusé de réception en préfecture
974-219740107-20161213-DEL123122016-
comme cela a été précisé
Date de télétransmission : 16/12/2016
Date de réception préfecture : 16/12/2016



et retranscrit dans les relevés de décision de la réunion du 18 avril 2016 relatif au zonage et au règlement, ces équipements seront autorisés dans l'aléa submersion marine fort de référence.

En conséquence, il est donc demandé à la DEAL de modifier le règlement en ce sens dans le dossier avant enquête publique.

2- carte de zonage

- Revoir la possibilité de ramener la partie de la zone rouge entre la rue Alexis de Villeneuve et la rue Bertin en zone bleue.

3 - Diffusion de l'information

- Organiser 3 réunions d'informations et d'échanges avec la population avant l'enquête publique

- Diffuser largement l'information sur les dates des réunions et de l'enquête publique auprès de la population afin de prendre en compte chaque demande.

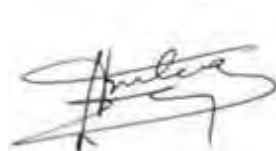
Sur la base du dossier de consultation et des échanges avec les services de l'Etat, le Président propose à l'Assemblée d'émettre, un avis favorable à ce dossier sous réserve que les observations et les remarques ci-dessus soient prises en compte et qu'une large concertation soit menée auprès de la population afin d'étudier chaque demande.

Appelée à se prononcer, l'assemblée après en avoir délibéré, adopte à la majorité (- 3 refus de vote : Jean Luc JULIE (+ procuration de M. Christian JADAUT) - Marie Thérèse SAUTRON) les propositions du Maire.

Fait et délibéré à Saint Benoît, les jour, mois et an que dessus.

L'ensemble des membres présents a signé.

Le Maire,



Jean Claude FRUTEAU

Accusé de réception en préfecture
974-219740107-20161213-DEL123122016-
DE
Date de télétransmission : 16/12/2016
Date de réception préfecture : 16/12/2016



Saint-Denis, le 10 janvier 2017

DEAL
Monsieur le Directeur
2, rue Juliette Dodu
97743 SAINT-DENIS CEDEX 9

A l'attention de Madame
Béatrice PACOT-TESTULAT

Vos Réf : N°2016/573/SPRINR/UPRN
Nos Réf : JBG/IS/IC/GJ/ep/..18 DTE 2017

Objet : Plan de Prévention des Risques naturels
prévisibles relatif aux phénomènes « recul du trait
de côte et submersion marine » sur la commune de Saint-Benoît

Dossier suivi par : Grégory JEANNE
Mail : gregory.jeanne@reunion.chambagri.fr
Tél : 0262 96 20 50

Monsieur le Directeur,

Vous avez sollicité en date du 10 novembre 2016 l'avis de la Chambre d'Agriculture sur le PPRL de la commune de Saint Benoît et je vous en remercie.

Après lecture du dossier du projet, la Chambre d'Agriculture n'a pas de remarques particulières à formuler.

En conséquence, la Chambre d'Agriculture émet un avis favorable.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Le Président



Jean Bernard GONTHIER

Copie à la Préfecture

Saint-Denis, le 10 janvier 2017

DEAL
Monsieur le Directeur
2, rue Juliette Dodu
97743 SAINT-DENIS CEDEX 9

A l'attention de Madame
Béatrice PACOT-TESTULAT

Vos Réf : N°2016/578/SPRINR/UPRN
Nos Réf : JBG/IS/IC/GJ/ep/19...DTE 2017

Objet : Plan de Prévention des Risques naturels
prévisibles relatif aux phénomènes d'inondations
et mouvements de terrain sur la commune de Saint-Benoît

Dossier suivi par : Grégory JEANNE
Mail : gregory.jeanne@reunion.chambagri.fr
Tél : 0262 96 20 50

Monsieur le Directeur,

Vous avez sollicité en date du 10 novembre 2016 l'avis de la Chambre d'Agriculture sur le PPRn de la commune de Saint Benoît et je vous en remercie.

Après lecture du dossier du projet, la Chambre d'Agriculture n'a pas de remarques particulières à formuler.

En conséquence, la Chambre d'Agriculture émet un avis favorable.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Le Président



Jean Bernard GONTHIER

Copie à la Préfecture

Direction régionale
de la Réunion

Domaine forestier

de la Providence
97488 St Denis Cedex
Tel : 02.62.90.48.00
Fax : 02.62.90.48.37

Monsieur le Responsable Unité PRN
Service Prévention des Risques Naturels et Routiers
DEAL Réunion
130 rue Léopold Rambaud
97495 SAINTE CLOTILDE cedex

notre référence : SDAT-CMB / SJF-LL
votre référence : N°2016-XXX SPRINR/UPRN
dossier suivi par : Catherine MOULIN-BELLEVILLE
poste : 06.92.34.52.18
Mél : catherine.moulin-belleville@onf.fr
objet : PPR submersion marine et recul du trait de côte – commune de SAINT BENOIT

Saint Denis, le 18 janvier 2017

Par courrier en date du 10 novembre 2017, vous sollicitez l'avis de l'ONF sur le dossier de Plan de Prévention des Risques risque de submersion marine et de recul du trait de côte sur la commune de SAINT BENOIT.

Vous trouverez ci-après quelques autres remarques concernant le reste du document :

Remarques sur le Rapport de présentation

Chapitre 3 : Présentation de la commune

Le risque tsunami n'est pas évoqué dans ce chapitre alors que c'est un phénomène qui peut concerner La Réunion.

Chapitre 4 : Historicité et caractérisation des phénomènes naturels

Dans ce chapitre il est fait référence à la carte *annexe 3* sur l'évolution du trait de côte sans qu'aucune explication de cette carte ne soit faite. Par contre celle-ci est donnée en p 59. Je suggérerai pour une meilleure lecture du document de mettre le paragraphe relatif à l'évolution du trait de côte dès que l'on parle.

Dans ce chapitre et notamment la partie relative à la submersion marine on n'évoque pas de combinaison possibles d'aléas notamment lors de cyclone où on a de la houle et crues torrentielles. Quels sont les effets de ces 2 phénomènes en simultanée ?

Chapitre 5 : Caractérisation et cartographie des aléas

P 64 - Il serait utile de faire apparaître sur les cartes d'aléas RTC et submersion marine les ouvrages de défense qui sont pris en compte pour le zonage et qui de ce fait doivent être entretenus.

Un tableau récapitulatif de ces ouvrages serait intéressant.

Je ne comprends pas pourquoi on distingue l'aléa de référence avec l'aléa 2100 puisque ce dernier n'est pas pris en compte dans le zonage réglementaire. Il serait donc intéressant de justifier ce choix.

Remarques relatives au Règlement

P 16 : il serait utile de rajouter dans ce qui est autorisé :

Les travaux de génie biologique ou de reprofilage de plage qui peuvent être menés dans le cadre de la lutte contre l'érosion de plage ou dans la restauration d'un éventuel milieu favorable à la ponte des tortues.

P 23 : Dans les zones concernées par un aléa fort RTC, il est souhaitable d'interdire la construction de kiosques et autres structure fixes pour l'aménagement d'aire de picnic.

P30 : interdire toutes les clôtures étanches faisant obstacles aux écoulements (maçonnerie, grillage ou haie dense...).

Remarques relatives à la cartographie

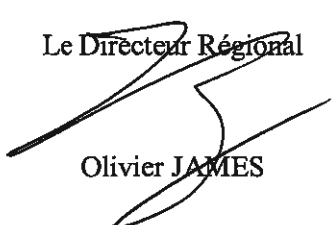
En comparant les cartes historiques et cartes du zonage réglementaire, on constate que quelques secteurs où des événements se sont déjà produits ne sont pas classés en zone rouge. Il s'agit de :

- Centre ville, 1904 secteur submergé sur près de 300 m ;
- Le Port , 1962 submersion jusqu'à la RN ;
- St François, 1993 un homme emporté par une vague.

De plus certains secteurs en dépression demeurent en zone bleue :

- Sud du débouché de la Rivières des Marsouins.

Le Directeur Régional



Olivier JAMES



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

BRGM Réunion
5 Rue Sainte Anne
97400 SAINT DENIS
Tél. : 02 62 21 22 14