



DEPARTEMENT DE LA RÉUNION

Commune du Tampon

PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS PRÉVISIBLES

« *Inondations et mouvements de terrain* »

NOTE DE PRÉSENTATION

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, ou autre) et de la vulnérabilité (présence d'enjeux).

Le présent **Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles** prend en compte le risque « mouvements de terrain » et le risque « inondations » 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 appliquant le principe de précaution et 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 de la connaissance des phénomènes naturels et des travaux de protection réalisés dans les secteurs exposés. Il constitue une première étape répondant à des enjeux de prévention.

Sommaire

1.	INTRODUCTION	7
1.1.	Organisation de la gestion des risques.....	7
1.2.	Prévention des risques naturels	8
1.3.	Plan de prevention des risques (PPR) naturels	9
1.4.	Catastrophes naturelles MAJEURES à la Réunion.....	9
2.	PRESENTATION DU PPR	10
2.1.	Contexte réglementaire du PPR	10
2.2.	Procédure réglementaire	11
2.2.1.	Secteurs géographiques concernés	11
2.2.2.	État des réflexions menées	11
2.3.	Assurances et infractions au PPR	15
2.3.1.	Rappel du régime d'assurance en vigueur	15
2.3.2.	Infractions au PPR et sanctions.....	17
2.4.	Expropriation et Mesure de sauvegarde	18
2.5.	Responsabilités	18
2.5.1.	Etablissement du PPR	18
2.5.2.	Autorisation d'occuper le sol	19
3.	PRESENTATION DE LA COMMUNE	20
3.1.	Contexte de la zone d'étude	20
3.1.1.	Situation géographique	20
3.1.2.	Contexte géomorphologique.....	21
3.1.3.	Contexte climatique	21
3.1.4.	Réseau hydrographique	27
3.2.	Enjeux et vulnérabilité	33
4.	HISTORICITE ET CARACTERISATION DES PHENOMENES NATURELS	36
4.1.	Phénomènes historiques	36
4.2.	Arrêtés de catastrophes naturels.....	38
4.3.	Caractérisation des phénomènes mouvements de terrain	39
4.3.1.	Chutes de pierres, de blocs et éboulements (P)	39
4.3.2.	Glissements de terrain et coulées de boue associées (G)	42
4.3.3.	Érosion et ravinement (E)	45
4.3.4.	Effondrement de cavité souterraine (tunnel de lave).....	46

4.4.	Caractérisation des phénomènes d'inondation	48
5.	CARACTERISATION ET CARTOGRAPHIE DES ALEAS	50
5.1.	Définitions et notions générales.....	50
5.1.1.	Notion d'intensité et de probabilité d'occurrence	50
5.1.2.	Remarques relatives aux règles de zonage	51
5.2.	Aléa inondation	52
5.2.1.	Méthode d'évaluation de révision de l'aléa.....	52
5.2.2.	Caractérisation de l'aléa inondation	53
5.3.	Aléa mouvements de terrain.....	54
5.3.1.	Méthode d'évaluation de l'aléa	54
5.3.2.	Règles générales de qualification de l'aléa MVT.....	55
5.3.3.	Qualification de l'aléa mouvements de terrain.....	57
5.4.	Principes de traduction réglementaire	59
5.5.	Exemples de cartographie au droit de secteurs à enjeux.....	60
6.	LEXIQUE DES SIGLES ET TERMES TECHNIQUES.....	72
7.	PRINCIPAUX TEXTES OFFICIELS	74
7.1.	Législation - Réglementation	74
7.2.	Principales circulaires.....	74
7.3.	Publication de guides	74
8.	ANNEXE : BILAN DE LA CONCERTATION ETABLI POUR LE LANCEMENT DE L'ENQUETE PUBLIQUE EN NOVEMBRE 2016	75

Liste des figures

Figure 1 : Délimitation du territoire communal du Tampon (Fond ©IGN scan100®-2010) -----	20
Figure 2 : Précipitations moyennes annuelles sur la période 1970-2009 (source : ©Météo France) -----	22
Figure 3 : Régions pluviométriques déterminées par ©Météo-France Réunion (2010) -----	23
Figure 4 : Localisation des stations météo à proximité du Tampon (©IGN Scan100® - 2010) -----	24
Figure 5 : Réseau hydrographique du Tampon (source : BDtopo2014®, fond ©IGN scan100® - 2010)) -----	28
Figure 6 : Extrait de la carte géologique au 1/100 000 de la commune du Tampon -----	29
Figure 7 : Perspective morpho-géologique schématique de La Réunion (Raunet, 1991) -----	30
Figure 8 : Carte morpho-pédologique à l'échelle du 1/50 000 -----	33
Figure 9 : Chute d'un bloc isolé -----	41
Figure 10 : Eboulement -----	41
Figure 11 : Eboulement du 27 mars 2016 en rive gauche de l'encaissement du Bras de la Plaine – secteur Ilet Aurélien Dijoux -----	41
Figure 12 : Représentations schématiques des principaux types de glissement (source : http://www.georisques.gouv.fr/mouvements-de-terrain) -----	42
Figure 13 : Représentation schématique du glissement-coulée -----	43
Figure 14 : Embacle et débordement observés en février 2013 suite au passage du cyclone Felleng (source : http://www.georisques.gouv.fr/). -----	44
Figure 15 : Exemple de ravinement de chaussée lors du passage du cyclone Felleng – Chemin Coquelicot -----	46
Figure 16 : Cavités souterraines recensées sur la commune du Tampon (http://www.georisques.gouv.fr/) -----	47
Figure 17 : Possibilité de déplacement des personnes en fonction des caractéristiques d'écoulement (source : Guide PPRi ruissellement péri-urbain M.E.D.D.E.) -----	49
Figure 18 : Submersion du radier de la Ravine Blanche, RN3, 27 février 2007 (Gamède) (Source : Hydrétudes, 2011) ---	49
Figure 19 : Exemple de représentation de la notion de continuité du niveau d'aléa -----	51
Figure 20 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et du projet de zonage réglementaire au droit du secteur de Trois-Mares. -----	63
Figure 21 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et du projet de zonage réglementaire au droit du secteur du Bras de Poncho. -----	66
Figure 22 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et du projet de zonage réglementaire au droit des secteurs Chemin Barbot et rond-point du 17ème -----	69
Figure 23 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et du projet de zonage réglementaire au droit du secteur de la ligne Murier. -----	71

Liste des tableaux

Tableau 1 : Evénements historiques majeurs survenus à la Réunion -----	9
Tableau 2 : Précipitations journalières décennales et centennales (en mm) -----	24
Tableau 3 : Cumul de pluie moyen par jours entre 1981 et 2010 (source : Bulletin climatologique 2014 – Météo France)25	
Tableau 4 : Maximum des précipitations journalières, précipitations annuelles cumulées, nombre de jours dans l'année où les précipitations journalières dépassent 50 mm et événement climatique associé sur la période de 1992 à 2012 observés sur la station de la Plaine des Cafres -----	26
Tableau 5 : Tableau récapitulatif des données hydrographiques (source : PPRi de la commune du Tampon, Aout 2011, ©Hydrétudes) -----	28
Tableau 6 : Evolution de la population du Tampon (source : ©I.N.S.E.E.) -----	34
Tableau 7 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelle sur la commune du Tampon (source : www.prim.net - Portail de la Prévention des Risques majeurs du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie. - mise à jour 30/06/2014) -----	38
Tableau 8 : Liste des cyclones notables selon Météo-France -----	38
Tableau 9 : Type de phénomène rencontrés en fonction des catégories de terrain -----	39
Tableau 10 : Caractérisation de l'aléa inondation pour la crue centennale en fonction des vitesses et des hauteurs d'eau53	
Tableau 11 : Echelle qualitative de probabilité d'occurrence (LCPC, guide technique sur les études spécifiques d'aléa lié aux éboulements rocheux, 2004) -----	56
Tableau 12 : Principe de grille de qualification des aléas -----	57
Tableau 13 : Définition du niveau d'aléa MVT résultant en fonction des différents aléas caractérisés -----	58
Tableau 14 : Principe de traduction réglementaire des aléas du projet de PPR du Tampon -----	60
Tableau 15 : Légendes des extraits cartographiques du projet de PPR -----	60

Préambule

Ce dossier est le **Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPR) inondations et mouvements de terrain de la commune du Tampon**. 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).

Ce dossier comporte plusieurs documents informatifs et réglementaires :

✓ les documents informatifs :

- des cartes de localisation des phénomènes naturels historiques (inondations et mouvements de terrain) à l'échelle 1/25 000 ;
- une cartographie des aléas naturels (inondations et mouvements de terrain) à l'échelle du 1/25 000, 1/10 000 dans les hauts de la commune et du 1/5 000 dans les zones à enjeux ;
- une cartographie des équipements sensibles (enjeux) de la commune à l'échelle 1/25 000.

✓ les documents réglementaires :

- la note de présentation, décrivant succinctement le territoire du Tampon et les phénomènes naturels qui le concernent, ainsi que les règles méthodologiques adoptées. En annexe de la note de présentation, est présenté le bilan de la concertation menée durant la procédure PPR ;
- une cartographie du zonage réglementaire à l'échelle du 1/25 000, 1 /10 000 dans les hauts de la commune et du 1/5 000 dans les zones à enjeux (14 planches A0) ;
- le règlement associé au zonage réglementaire.

La loi précitée inscrit en tête de ses dispositions le principe de précaution. 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 02 février 1995 (Principe de précaution) :

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 cyclones, les fortes pluies, les glissements de terrain et les chutes de pierres 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 naturelle. 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.

Le Tampon, commune peuplée de 76 090 habitants (population recensée par l'INSEE en 2013) et soumis à un climat tropical influencé par les alizés (~ 100 jours de pluies et 90 jours de vent par an) est affectée par des phénomènes de mouvements de terrain et/ou d'inondations, comme en témoigne la carte des phénomènes historiques, impactant plus ou moins durement les activités humaines.

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 le territoire communal ont justifié de la part du Service instructeur des PPR (Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement ou DEAL) l'élaboration d'un PPR multirisques (« inondations et mouvements de terrain ») de la commune du Tampon.

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 (Programme Pluriannuel d'Endiguement des Ravines, Plan de Gestion du Risque d'Inondation par exemple) ;
- 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 provoquer notamment par l'imperméabilisation des sols, la canalisation des rejets pluviaux et les divers travaux de terrassement. Ces phénomènes sont également constatés sur l'île de la Réunion qui subit régulièrement les effets dévastateurs des cyclones et des fortes pluies (cf. le tableau des événements majeurs historiques présenté en 1.4).

La commune du Tampon est concernée par cette politique de prévention car elle cumule une évolution économique et démographique avec des aléas liés aux cyclones, pluies et mouvements de terrain importants. Il y a donc nécessité pour la sécurité de la population communale 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 dans la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003, et notamment son article 40 :

« 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 décret n°2005-233 du 14 mars 2005 fixe les conditions d'application de l'article 42 de la loi du 30 juillet 2003 :

« Dans les zones exposées au risque d'inondations, le maire, avec l'assistance des services de l'Etat compétents, procède à l'inventaire des repères de crues existant sur le territoire communal et établit les repères correspondant aux crues historiques, aux nouvelles crues exceptionnelles ou aux submersions marines. La commune ou le groupement de collectivités territoriales compétent matérialisent, entretiennent et protègent ces repères ».

Le code de la sécurité intérieure dispose 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 de l'article 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 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 commune du Tampon est dotée depuis 2012 d'un Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles relatifs aux phénomènes d'inondation (PPR approuvé par l'arrêté préfectoral n°571 en date du 30 avril 2012), sur l'ensemble du territoire communal.

L'arrêté préfectoral n°005168/SG/DRCTCV en date du 02 décembre 2014 prescrit la révision du PPRi approuvé en 2012, et prescrit l'établissement Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles relatif aux phénomènes d'inondations et de mouvements de terrain sur la commune du Tampon.

Sont pris en compte dans la présente élaboration du Plan de Prévention des Risques de la commune du Tampon les phénomènes d'inondations (hors submersion marine) et les phénomènes de mouvements de terrain (hors érosion côtière).

1.4. CATASTROPHES NATURELLES MAJEURES A LA REUNION

1875 Salazie « le Grand sable » : 63 personnes ensevelies par un glissement	Janvier 1993 cyclone Colina : 2 morts ; dégâts importants
Janvier 1948 Cyclone : 16 morts ; dégâts énormes	Février 1998 tempête Anacelle : 1 mort ; dégâts importants
Février 1962 cyclone Jenny : 36 morts ; dégâts importants	Janvier 2002 cyclone Dina : 2 morts, dégâts très importants
Janvier 1966 cyclone Denise : 3 morts ; dégâts importants	Mars 2006 Tempête tropicale modérée Diwa : 4 morts, pluies importantes
Janvier 1980 tempête Hyacinthe : 25 morts ; 1 milliard de francs de dommages	Février 2007 Cyclone Gamède : 2 morts, dégâts importants
Février 1987 tempête Clotilda : 9 morts ; dégâts très importants (109 millions de francs sur St Denis)	Janvier 2014 Cyclone Bėjisa : 1 mort, dégâts importants
Janvier 1989 cyclone Firinga : 4 morts ; dégâts très 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.*

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.

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.

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. »

L'Etat est responsable de l'élaboration et de la mise en application du PPR et c'est le préfet qui l'approuve, après avis des conseils municipaux et communautaires concernés et 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 PPR est définie par les articles R.562-1 à R.562-9 du code de l'environnement. Le point de départ de la présente procédure d'élaboration du PPR est l'arrêté préfectoral de prescription n°005168/SG/DRCTCV en date du 02 décembre 2014.

Cet arrêté précise dans son article 1 que le périmètre mis à l'étude concerne l'ensemble du territoire de la commune du Tampon et, dans son article 2, que les risques relatifs aux « mouvements de terrain » (les chutes de pierres ou de blocs, les éboulements, les glissements de terrain et coulées de boues associées, les érosions de berge et le ravinement) et aux « inondations » (crues par débordement de ravines) sont pris en compte.

2.2.2. État des réflexions menées

Le projet de Plan de Prévention des Risques 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). Les principales étapes d'élaboration du PPR ont été les suivantes :

- 20 novembre 1997 : Arrêté préfectoral n°3043/SG/DICV/3 prescrivant l'établissement d'un Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles sur la commune du Tampon ;
- 30 Juin 2009 : Arrêté préfectoral n°2009-1793/SG/DRCTCV prescrit l'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles relatif aux phénomènes d'inondations et de mouvements de terrain ;
- Août 2011 : **Plan de Gestion des Risques Inondation (PGRI)** : remise du rapport d'étude générale du bassin à risques Tampon / Saint-Pierre – Phase 2 intégrant les résultats cartographiques de l'aléa inondation suite à une modélisation des écoulements en crue (Safege, 2011¹).
- **30 avril 2012 : Approbation du PPR relatif aux phénomènes d'inondation et de mouvements de terrain (arrêté préfectoral n°0571) sur la commune du Tampon ;**

¹ **SAFEGE (2011)** - Etude générale du bassin versant Tampon/Saint-Pierre – Phase 2 : Analyse hydrologique et hydraulique. Rapport 08PRU011DA/AB/FP indice A d'Août 2011.

- 3 décembre 2012 : présentation de la méthode de caractérisation des aléas mouvements de terrain et transmission des cartes d'aléa mouvements de terrain ;
- Mars - Avril 2013 : visites de terrain afin de préciser le zonage de l'aléa inondation suite à la prise en compte des études PGRI établies sur la planèze Tampon / Saint-Pierre (Desprez & Rey, 2013²) ;
- 30 juin 2014 : porter à connaissance des aléas mouvement de terrain ;
- 16 octobre 2014 : réunion de concertation entre la DEAL, le BRGM et les services de la mairie du Tampon pour la reprise du travail technique partenarial ;
- 02 décembre 2014 : Arrêté préfectoral n°005168/SG/DRCTCV prescrit l'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles relatif aux phénomènes d'inondations et de mouvements de terrain ;
- Mars à octobre 2015 : analyse de 26 secteurs à enjeux pour les services de la commune nécessitant une précision des aléas inondation et mouvements de terrain (Rey, Somoza, 2015³) ;
- 10 et 28 avril puis 23 septembre 2015 : réunions d'association avec les services et les élus de la commune du Tampon pour présenter les modifications suites à l'analyse et aux visites de terrain concernant les 26 secteurs à enjeux ;
- 30 septembre 2015 : réunion de présentation du projet de PPR avec l'association Défend Nout' Terrain (DEAL, BRGM et sous-préfecture de Saint-Pierre) ;
- 21 décembre 2015 : Porté à connaissance (PAC) n°2015-615 DEAL 974/SPRINR/UPRN, de la nouvelle cartographie des aléas inondations et mouvements de terrain de la commune du Tampon ;
- **2015 à mai 2016** : Concertation entre la DEAL et les services municipaux, avec un travail de précision des aléas et du projet de carte réglementaire :
 - o Mai 2016 : transmission d'un projet de zonage réglementaire aux services de la commune du Tampon et analyse complémentaire de 17 secteurs à enjeux afin de préciser le zonage des aléas et leur traduction réglementaire ;
 - o 7 juin 2016 : réunion d'association avec les services et les élus de la commune du Tampon pour présenter le projet de carte réglementaire et la prise en compte des remarques des services.
- **Mai à juin 2016 : finalisation du projet PPR** pour le lancement de la phase de consultation officielle : pièces écrites (présente note, règlement), documents cartographiques (aléas, réglementaire) et annexes ;
- 1 juillet 2016 : réunion de concertation entre la DEAL, les services techniques municipaux et l'association Défend Nout' Terrain afin d'identifier les parcelles impactées par les aléas naturels pour lesquelles l'association et la mairie ont été sollicitées (656 demandes distinctes ont été transmises aux services de la DEAL).
- 6 octobre 2016 : présentation de l'analyse des 656 demandes de précision (association Défend Not'Terrain et mairie), préalablement au lancement de l'enquête publique et

² Desprez A., Rey A. (2013) – Mise en cohérence des cartes d'aléa inondation à partir du PGRI sur les communes du Tampon et de Saint-Pierre. Rapport final. BRGM/RP-62299-FR, p.165, 3 tabl., 1 fig., 61 photos, 4 ann.

³ Rey A., Somoza Salgado K. (2015) – Commune du Tampon. Plan de Prévention des Risques Naturels « Inondation et mouvements de terrain ». Analyse des demandes de précision de la mairie. Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-65198-FR. 112 p., 38 fig., 8 tabl.

proposition d'une journée de visites de terrain (réalisée le 26 octobre 2016) afin de vérifier, et le cas échéant préciser, le zonage réglementaire du projet de PPR ;

- 4 novembre 2016 : présentation des résultats de la visite de terrain du 26 octobre qui a permis de préciser le zonage réglementaire au droit de 4 secteurs à enjeux de la commune (chemin Galet au (Dix-Septième), diffluence du Bras d'Antoine sur la RN1 (Quartorzième), secteur collège et lycée du Quatorzième, Piton Nathalie (Bérive)) préalablement au lancement de l'enquête publique.

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.

La phase des consultations officielles sur le projet de PPR multi-risques du Tampon

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

- **de juillet à octobre 2016** : consultations officielles des partenaires associés (conseil municipal, CASud, 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 courant avril 2015 et tenu à la disposition des administrés par ces derniers.

Le bilan de la concertation établi pour le lancement de l'enquête publique est joint en annexe de la présente note de présentation du PPR. Ce bilan rappelle quelle a été la concertation menée tout au long des études d'élaboration du projet de PPR qui s'achève après les consultations officielles.

Lors de la phase de consultation officielle, certains partenaires ont souligné, hors avis, des écueils de forme ou de formulation dans les documents du projet de PPR. Le dossier mis à l'enquête publique intègre ces corrections. Les amendements formulés dans les avis de délibération des partenaires ont été analysés à l'issue de la phase d'enquête publique.

La phase d'enquête publique sur le projet de PPR multi-risques du Tampon

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 consignés ou annexés 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°2373/SG/DRCTCV/BU du 28 novembre 2016 a prescrit l'ouverture d'une enquête publique au titre du code de l'environnement, sur le territoire de la commune du Tampon concernant le projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles relatif aux phénomènes d'inondation et de mouvements de terrain.

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 28, 30 novembre et 2 décembre 2016, respectivement à l'Hôtel de ville, la salle des fêtes du Bras de Pontho, la mairie annexe de la Plaine des Cafres, 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 21 décembre 2016 au 21 février 2017 inclus (63 jours consécutifs), sous la supervision de M. PASSEGUE, commissaire-enquêteur titulaire. Les pièces du dossier de PPR ainsi que des registres d'enquêtes sont mises à disposition du public à l'hôtel de ville et en mairies annexes de Bérive, de Pont d'Yves, de la Plaine des Cafres et de Trois Mares pendant la durée de l'enquête. Le commissaire-enquêteur tiendra notamment 30 permanences pendant la durée de l'enquête afin de recueillir les observations du public.

Le commissaire enquêteur a donné un avis favorable au projet de PPR « inondation et mouvements de terrain » de la commune du Tampon dans son rapport rendu le 10 mai 2017.

Toutes les requêtes formulées ont fait l'objet d'une analyse individualisée par le BRGM, partenaire de la DEAL sur ce projet. Des visites de terrain complémentaires ont eu lieu le 23 mars 2017, le 6 avril 2017, 12 avril 2017 et le 20 avril 2017 pour préciser les zonages au droit et aux abords des 113 parcelles concernées, en présence des particuliers ayant déposé une requête.

La synthèse des réponses formulées pour chacune des requêtes (proposition de classement réglementaire et éléments de justification) est présentée en annexe 5 du PPR approuvé (rapport BRGM n°RP-67204-FR de septembre 2017).

Une copie du rapport du commissaire enquêteur est consultable pendant un an à la mairie du Tampon ainsi qu'à la préfecture de Saint-Denis (également téléchargeable sur le site internet de la Préfecture de la Réunion, rubrique plans de prévention des risques naturels).

La phase post-enquête publique pour le projet de PPR multi-risques du Tampon

Sur ces bases, des adaptations au projet de PPR ont été apportées telles que des amendements à la relecture finale de certaines prescriptions d'urbanisme et de construction pour tenir compte d'imprécisions ou d'erreurs de libellés, ne remettant cependant pas en cause le fonds des règles présentes dans le projet.

Des observations et demandes de précisions sur le PPR ont également été transmises à la DEAL après la fin de l'enquête publique. Ces demandes ont fait l'objet d'une analyse par la DEAL et son partenaire technique le BRGM. Il s'avère que la majorité de ces requêtes sont comprises dans des secteurs où le zonage réglementaire a évolué suite à l'analyse des observations de l'enquête publique.

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 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 nouvelles pour l'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles

Par arrêtés du 05 septembre 2000 du ministère de l'économie, des finances et de l'industrie (publiés au journal officiel du 05 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 nouvelles 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'emporte aucune mesure d'expropriation. Une procédure d'expropriation indépendante du PPR est prévue par les articles 11 et suivants de la loi du 02 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 des secteurs 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 du Tampon se situe à l'intérieur des terres dans le quart Sud-Ouest de l'île, sur les pentes Nord-Ouest du massif du Piton de la Fournaise. Cette commune s'étend sur une superficie de 181,7 km², soit 13,8 % de la surface totale de l'île de la Réunion. Avec 76 090 habitants et une densité de 417 habitants par km² (INSEE, 2013), la ville du Tampon occupe le quatrième rang des communes les plus peuplées du département. On observe une augmentation moyenne de sa population d'environ 2,6 % par an entre 1999 et 2013.

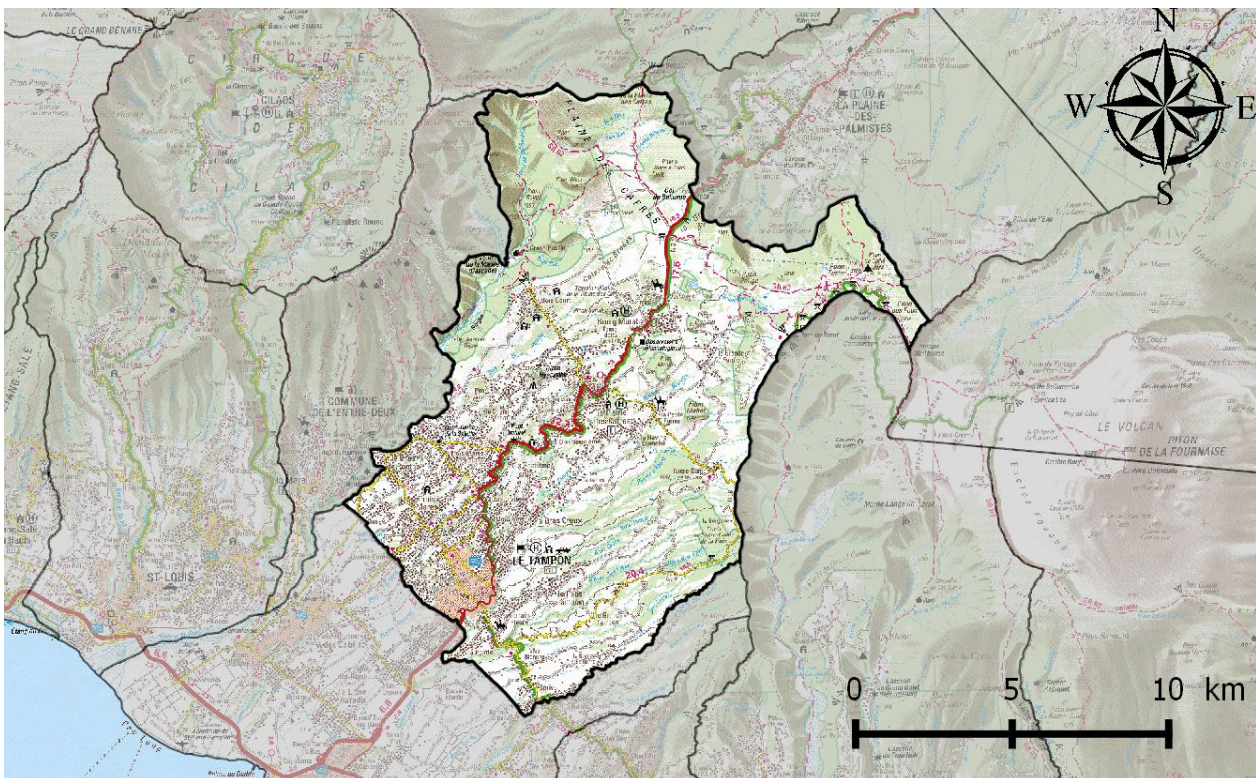


Figure 1 : Délimitation du territoire communal du Tampon (Fond ©IGN scan100®-2010)

Le territoire du Tampon, d'une altitude comprise entre 278 m et 2432 m, s'étend selon un axe Nord-Est / Sud-Ouest. Il est limitrophe avec les communes de La Plaine des Palmistes au Nord-Est, de L'Entre-Deux au Nord-Ouest, de Saint-Pierre au Sud et de Saint-Joseph sur sa bordure Sud-Est.

Le Tampon appartient à la Communauté d'Agglomération du Sud (CASUD).

3.1.2. Contexte géomorphologique

Le territoire communal se caractérise par trois grandes entités morphologiques distinctes détaillées ci-dessous d'Ouest en Est :

- Le secteur du Bras de la Plaine et de son affluent, le Bras de Sainte-Suzanne. Celui-ci est marqué par une très forte incision fluviale dans les formations du massif du Piton des Neiges ayant engendré des pentes allant d'une vingtaine de degrés à sub-verticales sur des hauteurs de plusieurs centaines de mètres. Dans ce secteur, Grand Bassin est le principal lieu habité, uniquement accessible à pied, étant donné l'encaissement du Bras de la Plaine ;
- la partie Nord-Ouest à Sud-Ouest de la Planèze (coincidant avec les séries géologiques de la plaine des Cafres). Ce secteur est caractérisé par des pentes douces et constantes de l'ordre de 5 à 10° et localement plus importante en raison de la présence d'édifices volcaniques de type pitons scoriacés. Les ravines qui traversent le domaine sont peu ramifiées et rectilignes (à l'échelle de la commune). C'est dans cette zone qu'est concentrée la plus grande partie de l'urbanisation de la commune ;
- la partie Sud-Est correspondant aux séries géologiques du bouclier ancien. Ce secteur est représenté par réseau hydrographique très ramifié et des pentes, plus hétérogènes que dans le domaine précédent, induite par un encaissement plus marqué des cours d'eau. L'inclinaison générale du domaine reste toutefois très proche de la planèze adjacente.

L'ensemble de ces terrains sont incisés par des ravines délimitant des plateaux de superficies variables. Les principales ravines présentes dans le territoire communal sont, d'Ouest en Est :

- Le Bras de la Plaine et son affluent le Bras de Sainte-Suzanne ;
- le Bras Pontho ;
- le Bras d'Antoine ;
- la Ravine des Cabris ;
- la Ravine Blanche ;
- la Rivière d'Abord ;
- la Ravine Jean Payet ;
- la Ravine des Cafres.

Dans le détail, on note une grande diversité des formes de ravines, longitudinalement et d'un cours d'eau à l'autre : évasées ou encaissées, avec un profil transversal convexe ou concave en " V " ou à fond plat en " U ". Les facteurs qui conditionnent ces morphologies semblent être le régime hydraulique et la nature des formations géologiques (notamment la présence à plus ou moins grande profondeur de coulées de lave massive résistantes à l'érosion).

3.1.3. Contexte climatique

Vent

A La Réunion, de manière générale, les vents dominants proviennent du secteur Est-Sud-Est (alizés), avec toutefois des variations saisonnières et localisées selon les facteurs orographiques et thermiques. En revanche, dans le domaine des plaines, sur lequel est située la commune du Tampon, les vents sont canalisés dans un couloir orienté Nord-Est / Sud-Ouest, délimité au Nord-Ouest et au Sud-Est par respectivement les massifs du Piton des Neiges et du Piton de la

Fournaise, contraignant de ce fait la circulation des vents. Ainsi, plus de 75% des vents sont orientés N 040 $\pm$ 10°.

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 3 h (500 mm) à 12 jours (6 000 mm), dont certains mesurés sur des stations proches du territoire du Tampon (cratère Commerson situé à quelques kilomètres à l'Est du territoire communal).

La commune du Tampon est située dans la moitié Sud de l'île. Elle ne présente pas à l'échelle communale de niveaux de précipitations annuelles significativement importantes en comparaison à la partie Sud-Est de l'île. On observe néanmoins une augmentation des précipitations en fonction de l'altitude. Sur une large moitié Sud de la commune, le cumul annuel moyen des précipitations (calculé sur la période 1970-2009) est compris entre 1220 mm et 2130 mm et peut atteindre plus de 4000 mm/an en moyenne au Nord-Est dans le secteur du Piton Textor (Atlas climatique de la Réunion, Météo France, cf. 2).

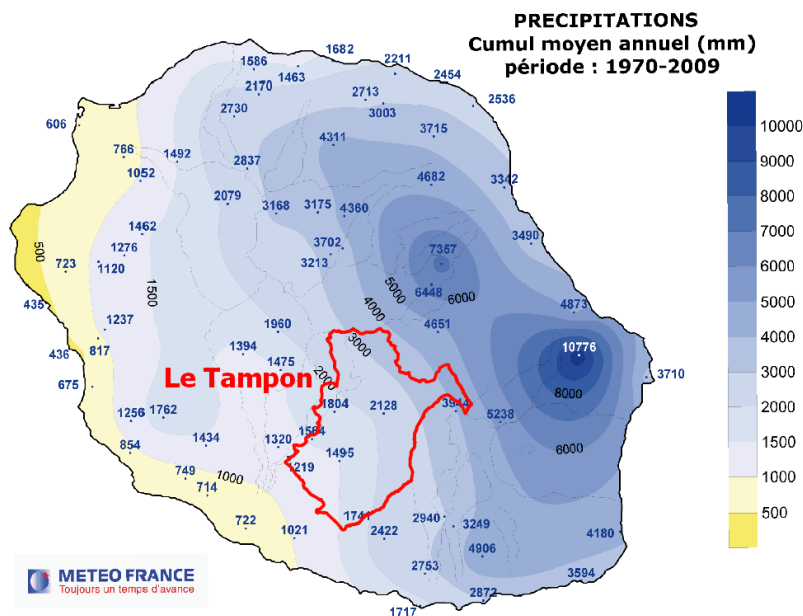


Figure 2 : Précipitations moyennes annuelles sur la période 1970-2009 (source : ©Météo France)

Météo France Réunion a réalisé une carte de zonage pluviométrique en 2010, tenant compte du relief (cf. figure 3), qui qualifie les secteurs soumis à un régime pluviométrique similaire à proche. La commune du Tampon est principalement concernée par les régions 4, 5 et 7 :

- La région 2 regroupe la région Ouest de l'île au-delà de la façade littorale et incluant les cirques de Mafate et de Cilaos ;
- La région 4 correspond aux secteurs des Plaines entre le Piton des Neiges à l'Ouest et le Piton de la Fournaise à l'Est. Elle est caractérisée par de forts cumuls de précipitations (plus de 3000 mm/an).
- La région 6 correspond à l'extrémité Sud de la commune et comprend notamment les lieux-dits de la Pointe, la Ligne d'équerre et de Bérive. Dans ce secteur les cumuls de précipitations sont moins importants que sur le reste de la commune bien que la sécheresse hivernale reste peu marquée.

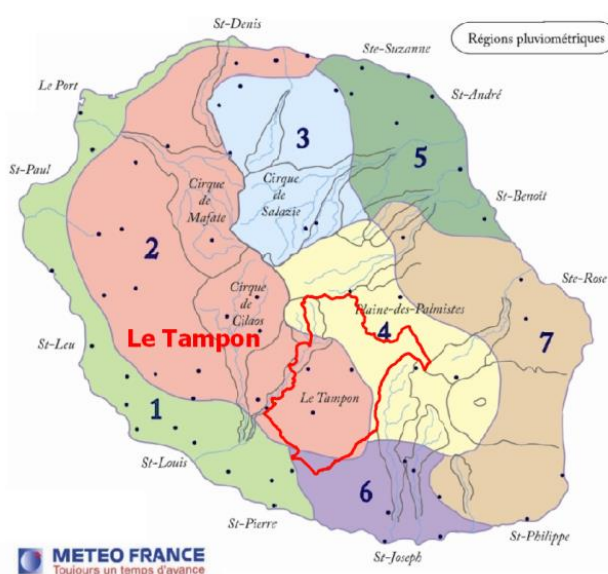


Figure 3 : Régions pluviométriques déterminées par ©Météo-France Réunion (2010)

Concernant les stations météorologiques, quatre stations sont installées aujourd'hui sur le territoire du Tampon :

- Plaine des Cafres (commune du Tampon, altitude : 1550 m, installé en 1948) ;
- Tampon PK13 (commune du Tampon, altitude : 735 m, installé en 1958) ;
- Pont d'Yves (commune du Tampon, altitude : 870 m, installé en 1977) ;
- Bras-Sec (commune du Tampon, altitude : 1210 m, installée en 1970).

Toutefois, pour élargir le champ d'informations, et vu le zonage pluviométrique au droit de la commune du Tampon (cf. Figure 3), les données pluviométriques des stations situées à proximité immédiate de la limite communale peuvent également être considérées :

Ainsi on peut citer les données des stations météorologiques suivantes :

- Commerson (commune de Saint-Joseph, altitude : 2320 m, installé en 1968)
- Ravine Citrons (commune de l'Entre-Deux, altitude : 500 m, installé en 1967 et arrêté en 2013)
- Piton Bloc (commune de Petite-Ile, altitude : 865 m, installé en 1989)
- Ravine des Cabris (commune de Saint-Pierre, altitude : 310 m, installé en 1997)

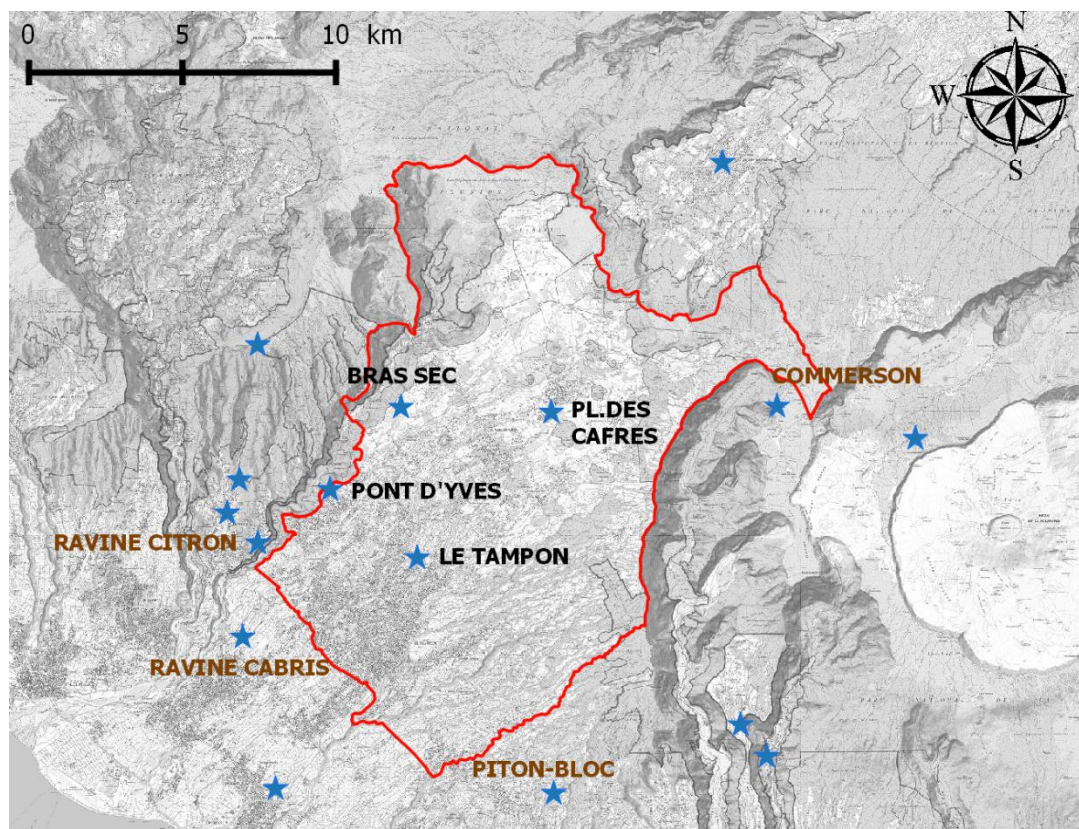


Figure 4 : Localisation des stations météo à proximité du Tampon (©IGN Scan100® - 2010)

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 pour les stations proches du Tampon sont les suivantes :

Nom station	Altitude	Pluie Journalière Décennale (PJ ₁₀ en mm)	Pluie Journalière Centennale (PJ ₁₀₀ en mm = 1.6* PJ ₁₀) - GEDC
Commerson	2320	1075 (MF 2014)	1630
Plaine des Cafres	1550	709 (MF 2014)	1222
Tampon (CIRAD)	735	342 (MF 2014)	645
Pont d'Yves	870	410 (GEDC 1992)	656
Ravine Citrons	500	318 (GEDC 1992)	509
Piton Bloc (CIRAD)	865	375 (MF 2014)	Non disponible
Bras Sec	1210	644 (MF 2014)	

Tableau 2 : Précipitations journalières décennales et centennales (en mm)

La comparaison entre les pluies journalières maximales observées sur les différentes stations utilisées pour la commune du Tampon, depuis leur ouverture, ainsi que l'analyse des cumuls de pluies caractéristiques confirment également le contraste de pluviométrie selon l'altitude et donc le zonage pluviométrique à considérer.

Station	Altitude (m NGR)	Nombre de jours moyen (période 1981-2010) où le cumul de pluie (en mm) est $\geq$ à				Maximum absolu quotidien depuis l'ouverture	
		1	10	50	100	Valeur (en mm)	Date
Commerson	2320	162.9	5305	14.1	7.6	1504.0	12/02/1987
Plaine des Cafres	1550	127.9	34.7	7.3	3.3	1100.0	22/01/2002
Tampon (CIRAD)	735	89.5	31.8	5.6	1.9	600.0	29/01/1989
Pont d'Yves	870	90.9	32.7	6.3	2.0	700.0	22/01/2002
Ravine Citrons	500	62.9	27.2	5.0	1.3	600.0	22/01/2002
Piton bloc (CIRAD)	865	122.6	50.4	12.6	4.1	600.0	22/01/2002
Bras Sec	1210	98.9	34.3	7.7	2.9	1135.0	22/01/2002

Tableau 3 : Cumul de pluie moyen par jours entre 1981 et 2010 (source : Bulletin climatologique 2014 – Météo France)

Une analyse peut également se faire par rapport aux valeurs d'une station pluviométrique en particulier. Ici, la seule présentant un échantillon de valeur suffisamment important est la station de la Plaine des Cafres. Cette dernière est située dans la partie Nord de la commune du Tampon.

L'étude statistique des valeurs de pluviométrie journalières enregistrées à la station de la Plaine des Cafres de 1992 à 2009 montre que près de 75% des valeurs de précipitations mesurées sont inférieures à 3,6 mm / jour, avec une moyenne de l'ordre de 5,3 mm / jour.

Des pics de pluviométrie sont également observés chaque année et sont présentés dans le tableau suivant. Le nombre de jours dans l'année où les précipitations journalières ont dépassé 50 mm est également affiché. Celles-ci correspondent approximativement à un seuil de précipitations au-delà duquel on observe du ruissellement.

Année	Précipitations journalières maximales en mm	Précipitations annuelles cumulées en mm	Nombre de jours dans l'année où les précipitations journalières dépassent 50 mm	Evènement climatique
1992	196.8	1246	4	Fort épisode pluvieux de mai
1993	446.4	2751.2	9	Cyclone Colina
1994	348.4	2010.4	10	Cyclone Litanne
1995	305.4	2203.6	8	Cyclone Ingrid
1996	156	1585.4	7	Fort épisode pluvieux de février
1997	334.4	1340.8	5	Cyclone Helinda
1998	283	1760	9	Episode pluvieux de février
1999	192.4	1443.8	6	Tempête tropicale Chikita
2000	800	2282	5	Cyclone Connie

2001	599	1678.8	4	Cyclone Ando
2002	1100	3115.4	8	Cyclone Dina
2003	93.3	1702.9	7	Fort épisode pluvieux de janvier
2004	92.3	1433.4	5	Cyclone Elita
2005	116.8	1338.4	5	Fort épisode pluvieux de janvier
2006	507.3	1813.5	5	Cyclone Carina
2007	500.4	2904.2	8	Cyclone Gamède
2008	173.1	1721.1	8	Cyclone Fame
2009	310.6	2143.9	8	Cyclone Gael
2010	235	1704.2	8	Cyclone Gelane
2011	66	1026.5	2	Tempête tropicale Cheronno
2012	85.7	1361	6	Fort épisode pluvieux de février

Tableau 4 : Maximum des précipitations journalières, précipitations annuelles cumulées, nombre de jours dans l'année où les précipitations journalières dépassent 50 mm et événement climatique associé sur la période de 1992 à 2012 observés sur la station de la Plaine des Cafres

Au-delà d'un seuil de l'ordre de 50 mm de précipitations journalières il peut être estimé, en règle générale, que le sol a atteint sa capacité limite d'infiltration, provoquant ainsi le phénomène de ruissellement. Sur les 20 années de suivi, les précipitations ont ainsi provoquées des ruissellements en moyenne 7 jours par an (données de la station de la Plaine des Cafres). Ces ordres de grandeurs sont toutefois à prendre avec précaution selon la nature du sol qui peut influencer significativement les conditions de ruissellement (imperméabilisation anthropique, nature des formations en place), notamment sur le territoire Tamponnais où il est constaté une forte capacité d'infiltration malgré des pluies journalières fortes.

L'analyse des données de pluies, confirme la variation spatiale et temporelle des pluies notamment entre les hauts du territoire du Tampon (plus pluvieux) et les terrains au sud-est (plus sec).

Les précipitations peuvent donc être très localisées, avec des cumuls journaliers pouvant atteindre des valeurs très fortes (de 600 à 1100 mm par jour selon les stations suivies), notamment lors du passage d'évènement cyclonique et qui conditionnent les cumuls annuels. Ces derniers, pour le territoire du Tampon et d'après les données à disposition, présentent des valeurs fortes sans être exceptionnels comparativement à ceux observés à proximité du Volcan et sur d'autres secteurs de l'île (cf. figure 3).

Ces précipitations intenses ont des conséquences sur les possibilités d'occurrence des phénomènes non seulement d'inondations mais également de mouvements de terrain, qui se produisent principalement durant les mois de janvier à mars, correspondant à la période des pluies (période cyclonique). Les phénomènes climatiques extrêmes (cyclones majeurs à temps de retour décennal), au cours desquels les équilibres naturels sont poussés à leur limite, sont par ailleurs à l'origine du déclenchement de nombreux mouvements de terrain (statistiquement - sur une centaine d'années - l'île de la Réunion est concernée par un cyclone tous les deux ans).

D'autre part, si l'augmentation de la fréquence des mouvements de terrain coïncide avec l'arrivée d'un cyclone, le retour à la normale ne coïncide jamais avec son départ. De nombreux terrains sont déstabilisés (perte de cohésion, petits glissements, phénomènes de ravinement) et se retrouvent en position d'équilibre extrêmement précaire. La plupart des ruptures se produisent bien pendant le paroxysme de la crise climatique, mais certains désordres n'apparaissent que dans les semaines voire les mois qui suivent.

3.1.4. Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique sur la Commune du Tampon est très développé avec de nombreuses ravines de tailles variables. La quasi-totalité de ces ravines sont des ravines temporaires qui n'entrent en fonctionnement qu'en cas de fortes pluies. Elles prennent leur source pour la plupart dans les hauts, et s'écoulent ensuite en direction de la mer en traversant le territoire communal du Tampon puis celui de la commune de Saint-Pierre à l'aval, avec des pentes majoritairement comprises entre 10 et 20%.

On note cependant des zones à pente très faible (Plaine des Cafres) ou bien des zones à très fortes pentes (flancs des pitons, ou des remparts en bordure de commune), mais d'une manière générale, les bassins versants sont de forme très allongée sur toute la zone d'étude. Ceci génère des ruissellements pouvant être rapides et parfois conséquents en cas de fortes pluies.

Sur la commune du Tampon, certaines ravines se distinguent toutefois par leur profil et leur longueur importants. Elles sont ici détaillées d'Ouest en Est (*données issues du rapport de présentation du PPRi du Tampon – document établi par Hydrétudes en Août 2011*) :

- la **Ravine du Bras de la Plaine** dont la crête de l'escarpement Ouest marque la limite communale avec l'Entre-Deux. Cette ravine est un affluent secondaire de la rivière Saint-Etienne avec un bassin versant significatif de près de 100 km² générant un débit très à la confluence avec le Bras de Cilaos (de l'ordre de 2500 à 3000 m³/s, d'après les estimations faites dans le cadre du PGRI (Artélia, 2009). A la limite du territoire communal (partie amont du bassin versant), l'estimation est de **235 m³/s** pour une crue d'occurrence centennale.
- la **Ravine du Bras de Pontho**, d'un bassin versant d'une superficie de 19 km² et d'une longueur de 16.6 km sur une pente moyenne pondérée de 9.1%, peut générer des débits de 161 m³/s en crue décennale et jusqu'à **412 m³/s en crue centennale**.
- la **Ravine du Bras d'Antoine** draine un bassin versant d'une superficie de 7.8 km². La longueur du talweg est de 10 km sur une pente moyenne pondérée de 12%. Les débits estimés sont de 65 m³/s en crue décennale et de **167 m³/s en crue centennale**.
- la **Ravine des Cabris**, d'une longueur de 11 km sur une pente moyenne pondérée de 10.7 %, draine un bassin versant de 7.8 km². Ses débits sont estimés à 62 m³/s en crue décennale et à **158 m³/s en crue centennale**.
- la **Ravine Blanche**, d'une longueur de 16.1 km sur une pente moyenne de 9.2 %, draine un bassin versant de 18.35 km². Les débits estimés sur le territoire du Tampon peuvent atteindre 235 m³/s en crue décennale et **495 m³/s en crue centennale**.
- la **Rivière d'Abord** est l'une des plus importantes de la commune. D'une longueur de 11.5 km et une pente moyenne de 12.5 %, elle présente un bassin versant d'une superficie de 25.5 km². Les débits de crues qui caractérisent cette ravine sont estimés à 295 m³/s en crue décennale et de **625 m³/s en crue centennale**.
- la **Ravine Jean Payet** drainant un bassin versant de 17.18 km² sur l'ensemble des communes de Saint-Pierre et du Tampon, génère à son exutoire des débits de 151 m³/s en crue décennale et de **385 m³/s en crue centennale**.
- la **Ravine des Cafres** marque la limite communale entre le Tampon et l'extrémité Nord-Est de Saint-Pierre. Ces débits peuvent atteindre 166 m³/s en crue décennale et **424 m³/s en crue centennale**.

Le tableau ci-dessous récapitule les données hydrographiques de la commune du Tampon.

Nom du cours d'eau	Surface du bassin versant (km ²)	Débit pour la crue décennale (m ³ /s)	Débit pour la crue centennale (m ³ /s)
Ravine du Bras de la Plaine	10	110	235
Ravine du Bras de Pontho	16.6	161	412
Ravine du Bras d'Antoine	7.8	65	167
Ravine des Cabris	7.8	62	158
Ravine Blanche	18.35	235	495
Rivière d'Abord	25.5	295	625
Ravine Jean Payet	17.18	151	385
Ravine des Cafres	-	166	424

Tableau 5 : Tableau récapitulatif des données hydrographiques (source : PPRI de la commune du Tampon, Aout 2011, ©Hydrétudes)

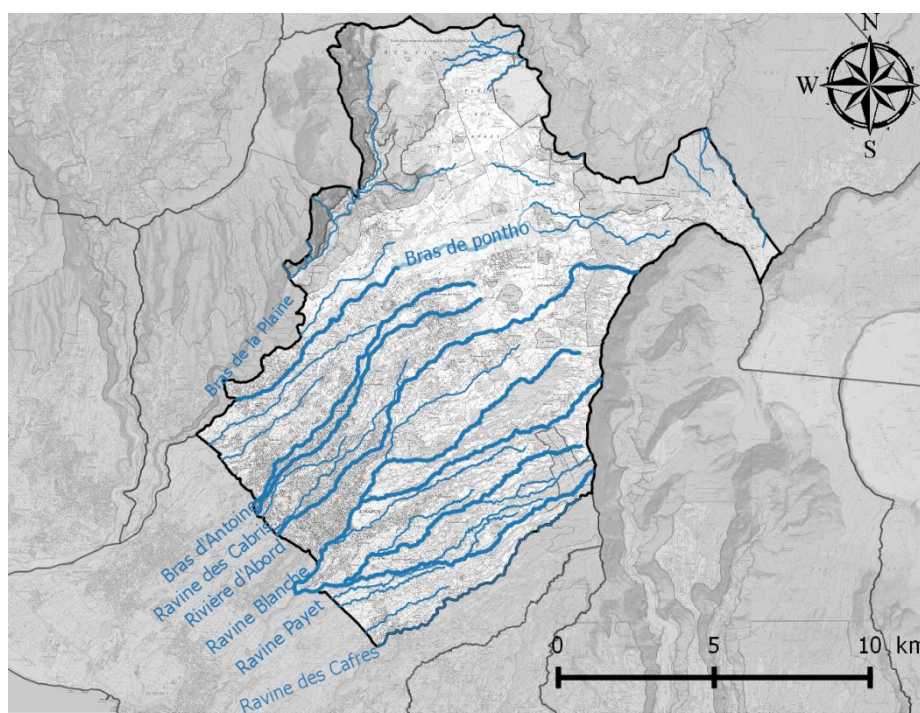


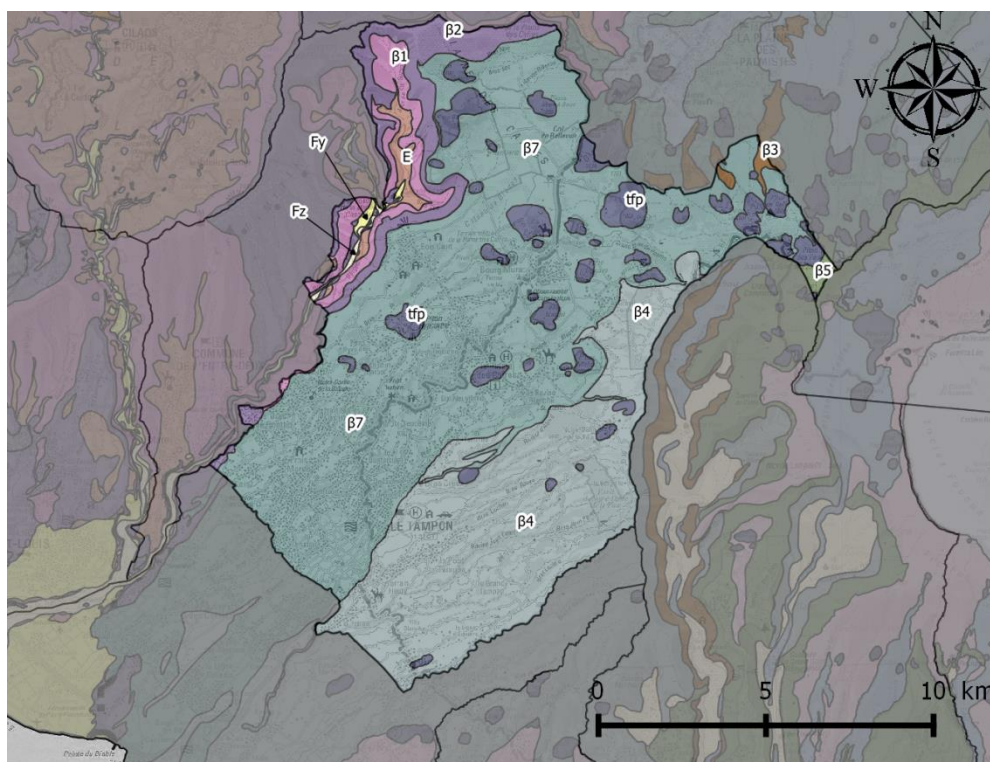
Figure 5 : Réseau hydrographique du Tampon (source : BDtopo2014®, fond ©IGN scan100® - 2010))

Contexte géologique

La commune du Tampon est une zone de superposition de coulées géologiques d'origines et d'âges différents, dont le socle est le Massif du Piton de la Fournaise. En effet, les dernières laves du cône externe du piton de la Fournaise ainsi que les laves de nombreux cônes stromboliens édifiés dans l'ensellement des deux massifs ont recouvert la coulée originelle issue du premier volcan ayant participé à l'édification du massif de la Fournaise. La limite entre ces deux séries est matérialisée par endroits par le lit de la Rivière d'Abord, notamment sur sa partie aval.

La zone située au Nord-Ouest de la Rivière d'Abord, d'âge géologique plus jeune (65 000 à 5 000 ans), présente donc des lits de ravines moins marqués et creusés que la zone située au Sud-Est. Les ravines de ce secteur sont caractérisées par de multiples diffluences, et leur morphologie peut évoluer de manière notable à chaque crue significative.

L'altération de surface de ces formations est également moins développée et favorise l'infiltration, limitant ainsi les phénomènes de ruissellement et de concentration des eaux pluviales.



Massif du Piton de la Fournaise Massif du Piton des Neiges

Série différenciée (<340 000 ans)

- Coulées différenciées (β3)
- Coulées basaltiques (β4)
- Coulées basaltiques (β5)
- Coulées basaltiques (β7)
- Pitons et projections (tfp)

Coulées basaltiques à olivine (β1)

Coulées (basalte, hawaite, mugéarites) (β2))

Formations superficielles

Dépôts alluviaux

- Dépôts de glissements en masse, de coulées de débris, éboulis (E)
- Alluvions anciennes (Fy)

Figure 6 : Extrait de la carte géologique au 1/100 000 de la commune du Tampon

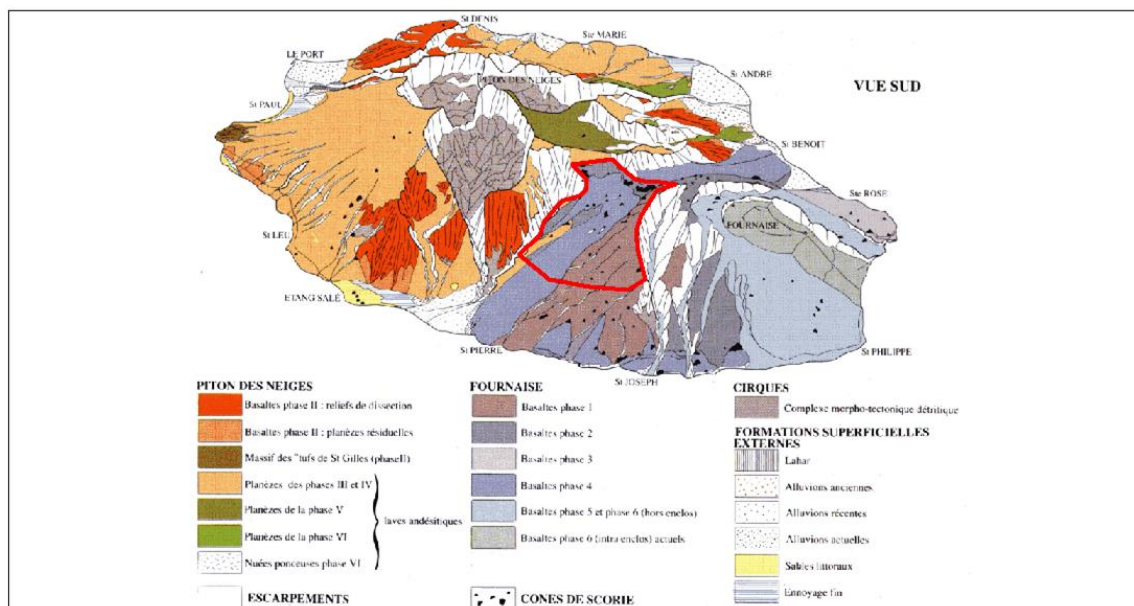


Figure 7 : Perspective morpho-géologique schématique de La Réunion (Raunet, 1991)

Les formations volcaniques

• Les séries anciennes : *Coulées basaltiques à olivine (Bêta1)*

En se référant à la carte géologique à l'échelle du 1/50 000 (Billard, 1975), au niveau de l'encaissement du Bras de la Plaine affleurent des terrains relativement anciens plus ou moins altérés (altération climatique et hydrothermale), issus de la phase II d'activité du Piton des Neiges (entre 2,1 et 0,43 millions d'années). Ces coulées basaltiques à olivine constituent la série des océanites du Piton des Neiges. L'altération hydrothermale s'est traduite par l'apparition de minéraux secondaires (zéolites, en particulier). La transformation poussée des laves liées à cette altération (argilisation) leur confèrent une perméabilité faible.

Ces formations géologiques sont constituées par une alternance de coulées de lave et de niveaux scoriacés de nature basaltique (structure en « mille-feuilles »). L'épaisseur des coulées et des lits de scories est très variable, allant du mètre à la dizaine de mètres. Ces formations présentent un pendage de quelques degrés vers la mer. Des filons intrusifs de lave sub-verticaux (dykes) recoupent en de nombreux endroits ces formations.

Ces séries anciennes sont également constituées par de puissantes coulées de lave massive, mise en place dans d'anciennes vallées et pouvant atteindre plus de 10 m d'épaisseur.

Mais comme la mise en place de ces formations volcaniques s'est faite au cours de plusieurs périodes d'activité, séparées par des périodes de calme éruptif, on rencontre fréquemment, en intercalation dans la succession stratigraphique des formations volcaniques, d'anciens sols, des niveaux détritiques, des coulées de boue indurées, etc.

• Les séries récentes : *Coulées basaltiques à feldspath et andésiques (Bêta2)*

Les formations les plus récentes sont issues de la phase III et IV (entre 350 000 et 70 000 ans) de l'activité du massif du Piton des Neiges. La phase III est caractérisée par des coulées de lave à phénocristaux de feldspath et leurs produits d'altération et de remaniement. Ces coulées sont des leuco-basaltes et des andésites alcalines (hawaïtes, mugéarites). Elles se présentent généralement sous forme d'empilement de bancs compacts de laves d'épaisseur métrique à décimétrique et de bancs de scories d'épaisseur métrique. Ce faciès est également connu à la

Réunion sous le nom de roche pintade. Des coulées basaltiques et andésitiques (hawaïtes, mugéarites), constituées par des éléments rocheux divers (ponce noire, lave aphyriques ou à phénocristaux de feldspath et d'olivine) plus ou moins abondants de taille millimétrique à centimétrique, parfois décimétrique, fortement cimentés par des produits cendreaux. Elles résultent de la phase IV de l'activité du Piton des Neiges.

- **Les séries récentes : Coulées basaltiques du massif du Piton de la Fournaise (Béta 3 à Béta 7)**

La classification des coulées basaltiques Béta 3 à Béta 7 de la carte géologique (cf. Figure 6) marquent différentes phases d'activité du volcan séparées par des périodes de calme :

- Coulées différenciées de la série alcaline anté-Fournaise (Béta 3, 530 000 à 450 000 ans)
- Les coulées basaltiques de la série du bouclier ancien du Piton de La Fournaise (Béta4, 450 000 à 150 000 ans)
- Les coulées basaltiques de la série des Remparts du Piton de La Fournaise (Béta5, 150 000 à 65 000 ans)
- Les coulées basaltiques de la série de la Plaine des Cafres du Piton de La Fournaise (Béta7, 65 000 à 5000 ans)

Durant les phases d'activité volcaniques, des empilements de laves basaltiques et de scories se forment sur plusieurs mètres voire centaines de mètres de hauteur. Suite à certaines éruptions, des effondrements du sommet du massif se produisent laissant dans le paysage des traces géomorphologiques visibles de nos jours (remparts des Sables, remparts de l'Enclos de Fouqué, etc.). Associées à ces phases majeures, de nombreux puys et fissures fonctionnent non seulement à l'intérieur de la zone effondrée, mais aussi à l'extérieur.

Les périodes de calme, qui succèdent chaque phase d'activité, sont marquées par une altération des terrains et par l'érosion des reliefs de manière plus ou moins intense.

- **Les formations tardives**

Pitons et projections (tfp)

Les pitons sont nombreux sur la commune du Tampon, notamment dans le secteur de Bourg Murat et de la Plaine des Cafres. Leur construction résulte d'activités explosives depuis les cratères adventifs situés sur les flancs du volcan ou depuis les plaines sommitales. Ces cônes ont des morphologies très variées : cônes emboîtés, aplatis, égueulés.

Les pitons sont constitués de scories rougeâtres grossières, parfois soudées et altérées, imbriquées avec les coulées de lave qui se sont épanchées depuis ces petits cratères. En périphérie des cônes, les projections sont plus fines constituées de lapilli et cendres. Les dépôts correspondent aux aires de saupoudrage cendreaux. Les sols des parcelles situées en périphérie sont localement très épais, métriques à pluri métriques. Les cendres se sont transformées en andosols.

Les formations superficielles

Sur le territoire de la commune du Tampon, des formations superficielles sont également présentes, principalement dans l'encaissement du Bras de la Plaine. Mais la majorité des terrains rencontrés est en place et correspond à des formations altérées du substratum volcanique. On distingue parmi les différentes formations superficielles :

- des alluvions anciennes et récentes (Fy, Fz). On les retrouve principalement dans le lit et au niveau des terrasses alluviales le long du lit du Bras de la Plaine. L'épaisseur de ces terrains peut varier de quelques mètres à plus de dizaine de mètres. On les trouve sous

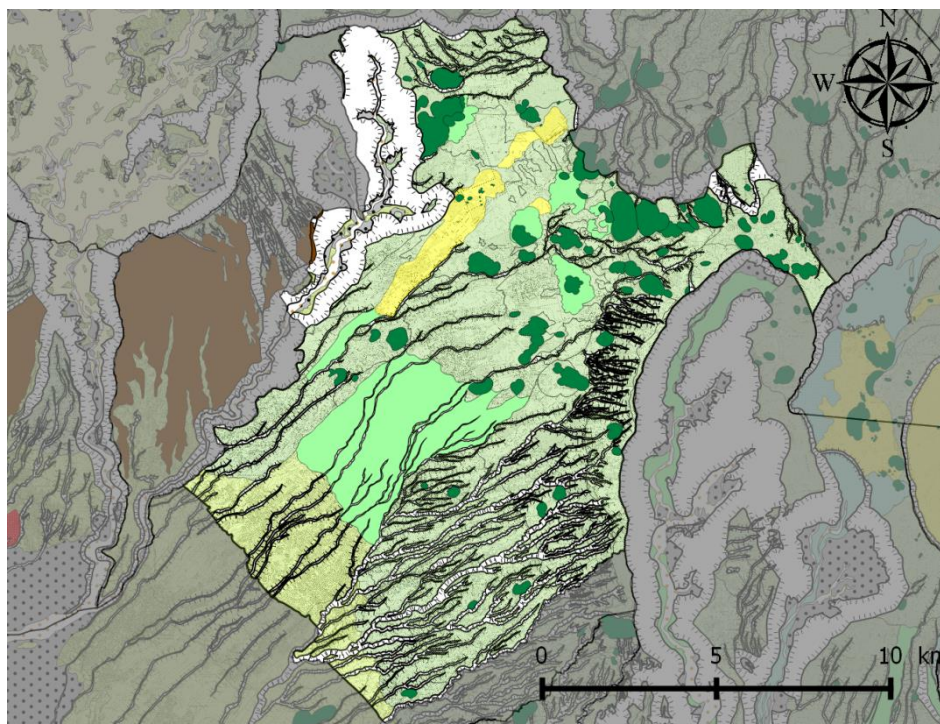
forme de terrasses perchées ou de remplissage d'anciens chenaux ou alors sous forme de couches d'épaisseur métrique à décimétrique interstratifiées dans les formations volcaniques.

- Dépôt de glissement en masse, coulées de débris, éboulis (E). On les rencontre dans toute l'île, sur des pentes ou à la base des escarpements. Ils sont généralement constitués par un mélange hétérogène d'éléments fins et d'éléments grossiers de taille décimétrique à métrique. Sur le territoire communal du Tampon, on retrouve ce type de formation principalement dans l'encaissement du Bras de la Plaine

Les sols

D'après la figure 9, huit grands ensembles se distinguent sur le territoire communal du Tampon :

- les andosols, qui recouvrent la majeure partie du territoire. Ils se développent dans la moitié Nord de la commune et sur les pentes du Piton de la Fournaise mais également sur un large bandeau limitrophe de la commune de l'Entre-Deux dans la moitié Sud. Ce sont des sols désaturés ou non, perhydratés chromiques. Ils recouvrent fréquemment des niveaux de cendres d'épaisseur variable ou encore des brèches détritiques. Ils peuvent être associés à des affleurements de gratons et contenir des mascareignites.
- les sols bruns qui sont principalement localisés dans la partie basse (Sud) de la commune et à la base des escarpements du Bras de la Plaine. Ce sont des sols andiques pouvant être de fort épaisseur et souvent caillouteux à très caillouteux qui reposent sur des brèches détritiques, des cendres ou encore sur des coulées de type AA et des poches de cendres associés à de nombreux gratons.
- les gratons qui sont localement dominants dans les hauts en étant parfois recouvert par des lentilles d'andosols perhydratés sur des cendres. Dans la partie centrale de la commune, ils sont sous forme de gratons à sols bruns andiques peu épais, associés à des andosols non perhydratés sur des cendres peu épaisses (0-40 cm).
- les cônes volcaniques qui sont localisés de manière ponctuelle sur l'ensemble de la commune avec une densité plus importante dans la moitié Nord. Ces derniers sont issus de différentes phases d'activité du Piton de la Fournaise et sont constitués d'océanites de basaltes à olivine sauf pour les cônes volcaniques issus de la phase II d'activité (2 100 000 à 430 000 ans) qui ne sont formés que d'océanites et qui se trouvent uniquement au niveau du Piton Tortue au Nord de la commune. Les cônes volcaniques les plus récents ont moins de 8 000 ans. Ils sont issus de phases d'activités récentes volcan et se situent dans la moitié Nord du territoire tout comme ceux issus de phase intermédiaire datés entre 200 000 et 8 000 ans. D'autres cônes, appartenants à des phases anciennes (250 000 ans) se localisent sur les flancs de l'actuel volcan (moitié Est de la commune) et très anciennes (400 000 ans) dans les hauts.
- les dalles lisses associées à des poches d'andosols perhydratés hydromorphes sur des cendres qui sont situées dans moitié Nord-Ouest de la commune.
- les sables et galets submersibles qui constituent le lit actuel du Bras de la Plaine.
- les sols peu épais ou peu évolués formés via des apports sur galets non altérés à matrice sablo-basaltique et les sols peu épais blocailleux sur colluvions de transit qui se trouvent au niveau du Bras de la Plaine.
- les sols hétérogènes sur colluvions de pente déjà altérées à caractères ferrallitiques ou andiques.



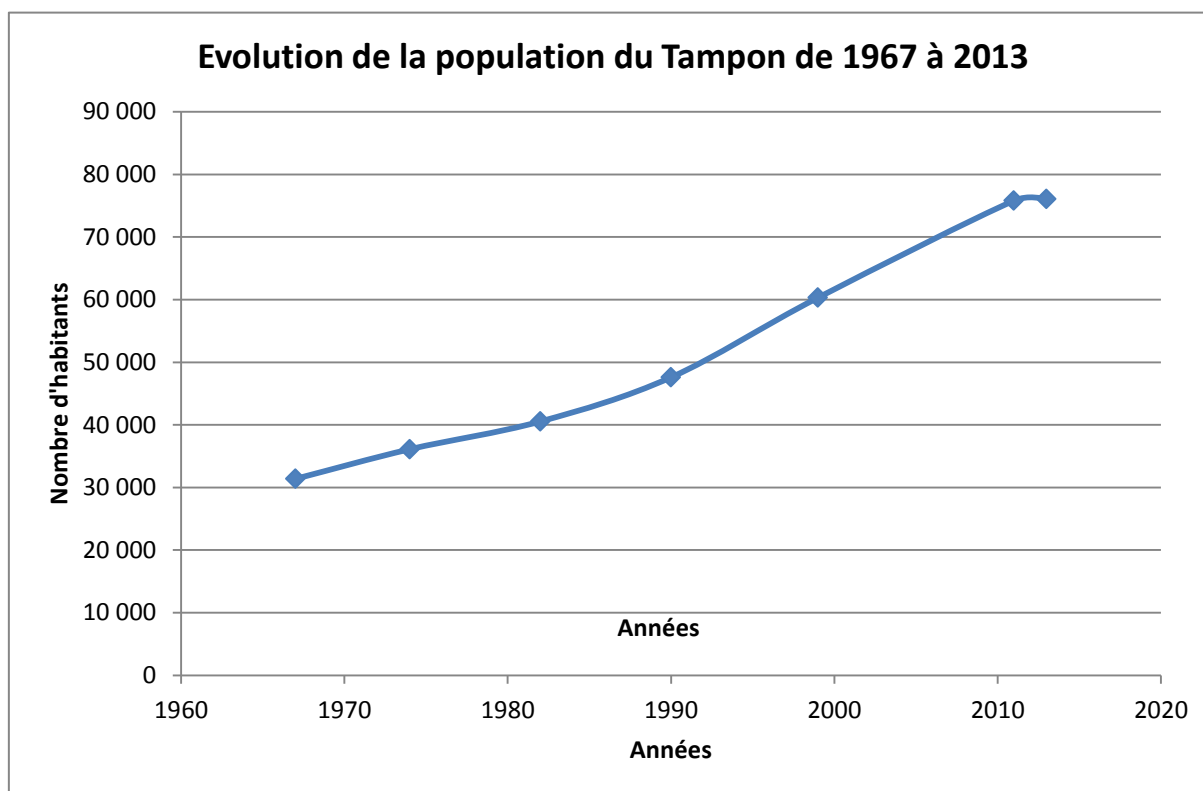
Typologie du sol

-  ESCARPEMENTS
-  ANDOSOLS
-  CONES VOLCANIQUES
-  DALLE
-  GRATONS
-  SABLE
-  SOLS BRUNS
-  SOLS HETEROGENES
-  SOLS PEU EPAIS OU PEU EVOLUES

Figure 8 : Carte morpho-pédologique à l'échelle du 1/50 000
(source : ©CIRAD (Raunet, 1991), fond ©IGN scan100® - 2010)

3.2. ENJEUX ET VULNERABILITE

Entre 1967 et 2011, la population légale de la commune du Tampon a connu un accroissement démographique significatif (près de 2 fois et demi), passant de 31 378 habitants en 1967 à 76 090 habitants en 2013 selon les données de l'INSEE.



Année	1967	1974	1982	1990	1999	2011	2013
Population	31 378	36 107	40 545	47 593	60 311	75 794	76 090
Densité moyenne (hab/km ²)	189.7	218.3	245.1	187.7	364.6	458.2	460

Tableau 6 : Evolution de la population du Tampon (source : ©I.N.S.E.E.)

La densité démographique lors du recensement de 2013 était de 460 hab/km² (contre 332 hab/km² sur l'ensemble de l'Ile de La Réunion).

La répartition géographique de la population n'est pas homogène à l'échelle de la commune. On distingue ainsi plusieurs secteurs :

- Le secteur Sud-Ouest de la commune, limitrophe avec celle de Saint-Pierre, qui est le plus urbanisé et concentre près de 75% de l'urbanisation du Tampon.
- Le long de la route nationale N3 qui relie le Tampon à la Plaine des Palmistes. Les habitations sont regroupées en lieux-dits tels que Bourg Murat, la Plaine des Cafres ou encore le Dix-Neuvième.
- La partie Sud-Est de la commune, située sur un domaine pentu et avec un ravinement marqué, où sont localisés moins de 10% de la population. Les habitations s'étendent

principalement sur un bandeau allant du lieu-dit de la Pointe au Sud à celui de la Ligne Murier au Nord ainsi que le long des routes Départementales D3 et D36.

- Le domaine des hauts comprenant les secteurs de la Plaine des Cafres et du Piton Textor avec notamment les lieux-dits de la Savane Mare à Boue, du pâturage de biberon au Nord-Ouest, ou de Bois Ozoux au Nord-Est. Ces zones sont non habitées hormis quelques fermes éparses.
- Le secteur de Grand-Bassin qui est habité. Il est formé par un plateau situé dans la vallée très encaissée engendrée par l'incision du Bras de Sainte-Suzanne (affluent du Bras de la Plaine).

Le parc de logement s'établissait en 2012 à 31 969 unités (constitué à 89.7% de résidences principales), contre seulement 13 310 en 1999, illustrant un développement de l'urbanisation significatif et une pression foncière existant sur la commune du Tampon.

Outre le bâti, les principaux enjeux qui ont été répertoriés et cartographiés dans l'étude B.R.G.M. sur l'évaluation et la cartographie des aléas mouvements de terrain et inondation sont les suivants :

- les services de sécurité et de secours (gendarmerie, caserne de pompiers, cliniques et hôpitaux) ;
- les espaces communaux, les Z.A.C., les zones d'insalubrité (R.H.I.) ;
- les voies de circulation (R.N.3, D.3, D.27, D.36, D.70) ;
- le réseau d'Adduction d'Eau Potable (captages, stations de traitement) ;
- les établissements d'enseignement (écoles, collèges, lycées) ;
- les bâtiments administratifs (mairie principale et mairies annexes) ;
- les autres établissements recevant du public (crèche, bibliothèque, équipements sportifs) ;
- les zones agricoles et naturelles.
-

L'occupation du sol est caractérisée par une importante activité agricole qui représente un enjeu économique majeur. Le milieu physique naturel qui couvre le reste du territoire communal représente un enjeu environnemental et est notamment caractérisé dans les Hauts de la commune par le Parc National de la Réunion.

Les principaux enjeux sont reportés sur la carte présentée en annexe 3 de ce dossier.

4. Historicité et caractérisation des phénomènes naturels

4.1. PHENOMENES HISTORIQUES

L'ensemble des événements recensés ayant affecté par le passé le territoire communal du Tampon est reporté en annexe 2 (cartes des phénomènes historiques inondations et mouvements de terrain). Cette connaissance historique est principalement issue de l'analyse d'archives, notamment des revues de presse (cf. annexe 1 : revue de presse de la DDE : « Le Tampon dans la tourmente »), des articles de journaux et de la base de données nationale sur les mouvements de terrain gérée nationalement par le BRGM (BDMVT, <http://www.georisques.gouv.fr/>). Quelques éléments sur les événements les plus marquants sont donnés ci-après :

1872

Routes endommagées et agriculture dévastée à la plaine des Cafres suite au passage d'un cyclone.

Le Courrier de Saint-Pierre, février 1872

1879

Débordement de la rivière d'Abord et plus généralement inondations suite au passage d'un cyclone.

Témoignage du Brigadier commandant la brigade du Tampon, 22 mars 1879

1904

Fortes précipitations et débordements des cours d'eau (notamment de la ravine des Cabris). Gros dégâts sur les infrastructures et nombreuses pertes humaines à l'échelle de toute l'île suite au passage d'un violent cyclone. 5 morts.

Le journal de l'île de la Réunion, 29 mars 1904

1928

Nombreux dégâts liés aux forts vents et aux inondations. Au moins 1 mort.

Le Peuple, 13 mars 1928

1948

Inondations et forts vent engendrés par le passage d'un cyclone.

Le Peuple, 6 février 1948

1966

Nombreuses routes endommagées au Pont d'Yves, au Bras Creux et au Petit Tampon suite au passage du cyclone Denise.

JIR, 11 Janvier 1966

1980 - Hyacinthe

Inondations suite au passage du cyclone Hyacinthe. 1 mort noyé dans la rivière d'Abord à Terrain Fleury.

Le Quotidien, 26 janvier 1980

1987 - Clotilda

Gros dégâts sur les infrastructures (routières notamment), éboulis endommageant la canalisation des Hirondelles générant des coupures d'eau dans la ville et pont emporté à la Petite Ferme suite au passage du cyclone Clotilda. 1 agriculteur emporté par les eaux (Ravine Bras de Pontho à Bois-Court). Paysage d'apocalypse au 23^{ème} où une case a été envahie par la Ravine des Cabris et un homme a été noyé.

Le Quotidien, les 12 et 17 février 1987

1989 - Firinga

Inondations et endommagements des chemins départementaux suite au passage du cyclone Firinga. Débordement de la Ravine des Cabris au 14^{ème} km, à hauteur du chemin Armanette) avec ravinement sur la route et maisons et voitures emportées par le courant. 4 morts.

JIR, 31 janvier 1989 et Le Quotidien, 30 janvier 1989

1993 - Colina

Chute de blocs endommageant les canalisations d'adduction en eau de la source des Hirondelles alimentant la ville. Cyclone Colina.

Le Réunionnais, 21 janvier 1993

1994 - Hollanda

Débordement de ravines et notamment la ravine des Cabris et de la plaine des Cafres avec inondation du lieu-dit la Châtoire, nombreuses routes coupées et agriculture dévastée suite au passage du cyclone Hollanda.

60 cm d'eau dans le temps indien Pandialy à la Ravine des Cabris. 1,50 m d'eau dans la case de Mme Hen-Ting (croisement chemin de l'hermitage et Raoul Hoareau).

Débordement du Bras d'Antoine sur la RN3 au niveau du pont (embâcle) du 17^{ème} km. L'eau est descendu jusqu'à la Ravine des Cabris au 14^{ème} km.

Le Réunionnais, 12 février 1994

1998

De fortes précipitations ont accompagnées le système dépressionnaire Beltane engendrant des éboulements sur la canalisation Bras de la plaine-Bras de Pontho.

2002 - Dina

Eboulements sur le sentier menant à Grand Bassin. Route Odilon-Picard emportée sur 2,5 km.

Témoignages

2003

Eboulement sur secteur situé au 2/3 trajet sens montant (vers Bois-Court). Travaux de purges de la falaise ont été nécessaires et sécurisation du passage par installation d'une main-courante).

Témoignages

13 octobre 2006

Eboulement à l'ilet Malabar (Grand Bassin) : phénomène assez récurrent depuis un mois mais de plus faible ampleur dans le bras des Roches-Noires que surplombe le Dimitile (secteur de l'ilet Malabar en amont de l'ilet commandeur). Volume estimé à 160 000 m³ par la section aérienne de la gendarmerie.

JIR et Le Quotidien

24 février 2007 - Gamède

Le réseau d'eau potable a beaucoup souffert. Une voiture est emportée au niveau du radier de la ravine Don Juan. Le corps est retrouvé plus en aval. Au Bras-Creux, les flots sont passés au-dessus un pont de la ravine Blanche et ont inondé les rues avoisinantes.

Témoignages

01 février 2013

Une trentaine de secteurs de la commune impactés suite au passage du cyclone Felleng (érosion, glissement, ouvrage endommagé, zone inondée).

Rapport BRGM RP-62049-FR

27 mars 2016

Eboulement de d'environ 1000 m³ impactant la canalisation des hirondelles dans le secteur de l'ilet Aurélien Dijoux (partie haute du rempart du Bras de la Plaine)

Information de Sudéau - BdMVT

4.2. ARRETES DE CATASTROPHES NATURELS

Depuis 1993, 10 arrêtés de catastrophes naturelles ont été recensés sur la commune. 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	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	22/01/2002	23/01/2002	05/02/2002	08/02/2002
Mouvements de terrain	22/01/2002	24/01/2002	05/02/2002	08/02/2002
Vents cycloniques	22/01/2002	23/01/2002	05/02/2002	08/02/2002
Inondations et coulées de boue	05/03/2006	06/03/2006	10/11/2006	23/11/2006
Inondations et coulées de boue	24/02/2007	27/02/2007	23/03/2007	28/03/2007
Inondations et coulées de boue	31/01/2013	01/02/2013	20/06/2013	27/06/2013
Inondations et coulées de boue	02/01/2014	03/01/2014	17/01/2014	18/01/2014

Tableau 7 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelle sur la commune du Tampon (source : www.prim.net - Portail de la Prévention des Risques majeurs du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie. - mise à jour 30/06/2014)

Les ouvrages généraux de Météo-France (Soler, 1997 et Mayoka, 1998), indiquent les cyclones majeurs ayant concernés La Réunion, et plus ou moins directement Le Tampon, depuis 1980 (cf. tableau 9).

Cyclones	Passage au plus près des côtes réunionnaises	Pression minimale (hPa)	Vents max (Km/h)	Hauteur de houle
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)	-

Tableau 8 : Liste des cyclones notables selon Météo-France

4.3. CARACTERISATION DES PHENOMENES MOUVEMENTS DE TERRAIN

D'une manière générale, un mouvement de terrain est une manifestation du déplacement gravitaire de masses de terrain déstabilisées sous l'effet de sollicitations naturelles (pluviométrie anormalement forte...) ou anthropiques (terrassement, déboisement, exploitation de matériaux ou de nappes aquifères,...).

Sont distinguées classiquement 6 types de mouvements de terrain : chutes de pierres et blocs, glissements de terrain, coulées de boue et laves torrentielles, érosion, affaissements et effondrements (liés à des cavités souterraines), fluage (déformation lente de couches plastiques en profondeur). Ces types de phénomène sont ceux retenus dans le guide méthodologique d'élaboration des PPR mouvements de terrain (M.A.T.E. et M.E.T.L., 1999).

Les types de mouvements de terrain recensés sur le territoire de la commune du Tampon sont :

- **les chutes de pierres ou de blocs et les éboulements (symbole P) ;**
- **les glissements de terrain et coulées de boue associées (G) ;**
- **les érosions de berge (E) ;**
- **le ravinement, l'érosion des sols (E).**

Vis-à-vis des principales formations géologiques rencontrées à La Réunion, on peut identifier trois principales catégories de terrain, pour lesquelles les types de phénomènes naturels à risques associés et les critères d'évaluation d'aléas varient sensiblement :

Type de terrain	Exemple de formations géologiques	Phénomène naturel associé
Roche	Basalte, trachyte, lahars ...	Chute de blocs / Eboulements
Roche altérée et terrains meubles indurés	Tufs, altérites peu évoluées, alluvions indurées ...	Chute de blocs / Eboulements à Glissement de terrain Erosion / ravinement
Terrain meuble	Remblais, alluvions, colluvions, éboulis, altérites évoluées, formation de plage ...	Glissement de terrain Coulée de boue / lave torrentielle Erosion / ravinement

Tableau 9 : Type de phénomène rencontrés en fonction des catégories de terrain

4.3.1. Chutes de pierres, de blocs et éboulements (P)

Les chutes de masses rocheuses sont des mouvements rapides, discontinus et brutaux résultant de l'action de la pesanteur et affectant des matériaux rigides et fracturés. En fonction du volume total de matériaux éboulés, on distinguera :

- **les chutes de pierres** (volume inférieur à 1 dm³) **ou de blocs** : le volume mobilisé lors d'un épisode donné est limité à quelques dizaines de m³ ;
- **les éboulements en masse** : le volume total en jeu atteint jusqu'à 10 000 m³ ;
- **les écroulements ou éboulements en grande masse** : le volume total mobilisé est supérieur à 10 000 m³ et peut atteindre plusieurs dizaines de millions de m³. La terminologie « avalanche de débris », également utilisée, désigne la propagation d'une masse non cohérente de fragments rocheux, de volume global généralement relativement important.

Les blocs déstabilisés ont une trajectoire plus ou moins autonome. L'extension du phénomène est variable, la distance parcourue par les blocs rocheux étant notamment fonction de la taille et de la forme du ou des élément(s) en jeu, de la morphologie du versant et de l'occupation des sols. L'ampleur du phénomène s'apprécie d'une part à partir du volume mobilisé (volume au départ, importance des blocs après fragmentation éventuelle), d'autre part par la surface et la topographie de l'aire de réception de la masse éboulée. Dans le cas des éboulements et a fortiori des écroulements, la forte interaction entre les éléments rend la prévision de leurs trajectoires et rebonds complexe.

L'occurrence du phénomène est plus ou moins directement liée à la conjonction de certains paramètres :

- **individualisation de blocs** au sein d'une formation massive fracturée ou d'une formation hétérogène présentant une matrice à grain fin (cas typique au sein des altérites avec altération en « boules ») ;
- **présence de facteurs naturels** favorables à la mobilisation des blocs :
 - action mécanique de l'eau (pression hydrostatique dues à l'infiltration des eaux météoriques dans les interstices ou les fissures du matériel rocheux) ;
 - présence éventuelle d'une formation sous-jacente plus meuble, déformable ou érodable, induisant des contrastes de compétence (intercalation de niveaux de gratons, alternance de niveaux basaltiques massifs et de produits pyroclastiques – scories, cendres – créant des discontinuités stratigraphiques et des comportements mécaniques hétérogènes) ;
 - présence fréquente de discontinuités structurales (diaclasses, joints, intrusions) sur un versant à la topographie sensible et participant au démantèlement de la masse rocheuse ;
 - croissance de la végétation (action du système racinaire dans les fissures).

Les matériaux tombés s'accumulent de façon désordonnée en pied de pente, et forment une morphologie caractéristique en forme de cône d'éboulis, ou en placage de pente plus faible en pied de paroi. On peut observer également des « champs de blocs » (présence de blocs plus ou moins isolés témoignant de l'activité historique).

L'activité chutes de blocs et éboulements est directement tributaire des contextes lithologique et structural (ainsi qu'hydrogéologique).

De plus, les remparts et falaises du territoire sont le plus souvent constitués d'un empilement de coulées de laves plus ou moins épaisses et fracturées, éventuellement en alternance avec des niveaux de scories constituant des plans de faiblesse propices à un démantèlement de la masse rocheuse (le sous-cavage accroît considérablement la potentialité de survenue du phénomène du fait de la création de zones en surplomb).

Les chutes de blocs et éboulements génèrent une « perte » de matériaux au sein des falaises et des remparts qui peut engendrer, selon l'ampleur des effondrements pouvant se produire, des reculs de plusieurs mètres à dizaines de mètres en partie sommitale de ces derniers. Ces éboulements sont des événements brutaux, parfois sans signes précurseurs visibles en surface notamment en recul de la crête du rempart concerné. Toutefois des indices précurseurs de ce type d'effondrement pouvant affecter la crête de rempart et les terrains en recul sont parfois présents et visibles en surface comme une fracturation subparallèle à la bordure du rempart ou encore un décrochement (matérialisé par un tassement) du compartiment proche de la crête du rempart et délimité par une ligne de fracturation.

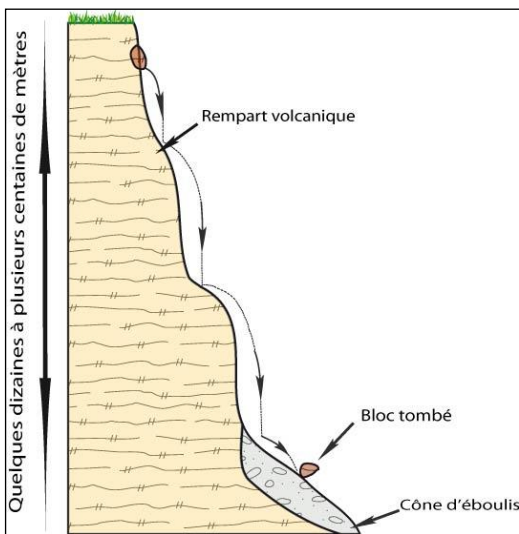


Figure 9 : Chute d'un bloc isolé

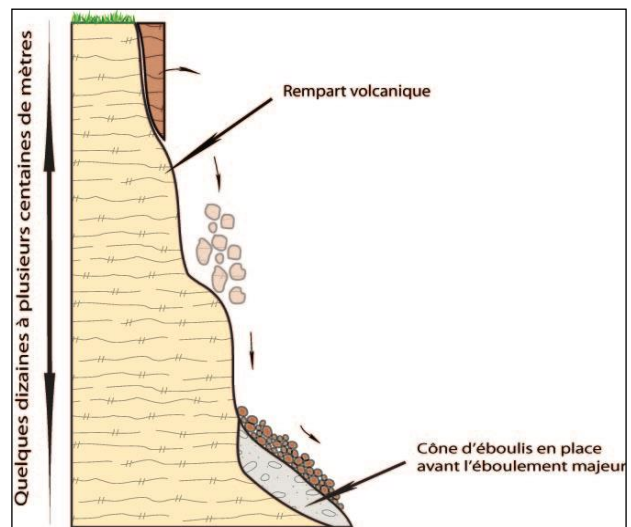


Figure 10 : Eboulement

Exemples de manifestations rencontrées :

- Versants de ravines encaissées

Le 27 mars 2016, la canalisation des hirondelles, a subi un éboulement d'environ 1000 m³ (voir figure 11). L'instabilité a pris naissance sur la crête en haut du rempart, sur une largeur d'environ 20 mètres, laissant apparaître une niche d'arrachement en surplomb. L'éboulement a généré un cône d'éboulis encombrant le thalweg en contrebas et impactant la canalisation (rupture). Des blocs de plusieurs m³ constituent la zone d'éboulis et ont nécessité d'importants travaux de purge pour rétablir l'alimentation en eau potable.



Figure 11 : Eboulement du 27 mars 2016 en rive gauche de l'encaissement du Bras de la Plaine – secteur Illet Aurélien Dijoux

4.3.2. Glissements de terrain et coulées de boue associées (G)

Les glissements de terrain sont des déplacements en masse affectant des formations géologiques meubles, sur une surface de rupture et au cours desquels les produits déplacés gardent leur cohérence. La surface de rupture peut être plane (sur une discontinuité lithologique – on parle de glissement-plan) ou courbe (glissement rotationnel); les lois mécaniques de la rupture des matériaux font que cette surface a une forme plus ou moins sphérique en général. Sa profondeur peut varier de l'ordre du mètre (voire moins – glissements superficiels) à quelques dizaines de mètres (voire sensiblement plus pour des phénomènes exceptionnels).

Ce sont généralement des phénomènes lents, mais (en particulier sur une surface plane liée à une discontinuité) ils peuvent s'accélérer (ou se déclencher) brutalement. Ils peuvent aussi évoluer en avalanche de débris ou en coulée de boue, si le matériau contient assez d'eau. La cinématique peut ainsi être très variable, les phénomènes les plus rapides étant généralement les plus destructeurs.

La forme sphérique de la zone de départ donne une morphologie en loupe d'arrachement qui s'observe facilement (tout du moins tant que la végétation n'a pas repris une densité trop importante) dans le paysage. En revanche, la zone renflée en pied de glissement, correspondant à la nouvelle position des matériaux, s'observe moins facilement, entre autre à cause de la facilité avec laquelle les glissements évoluent en coulée de boue ou en avalanche de débris. Le déplacement rotationnel des terrains sur la surface sphérique de glissement provoque une rotation du bloc déplacé.

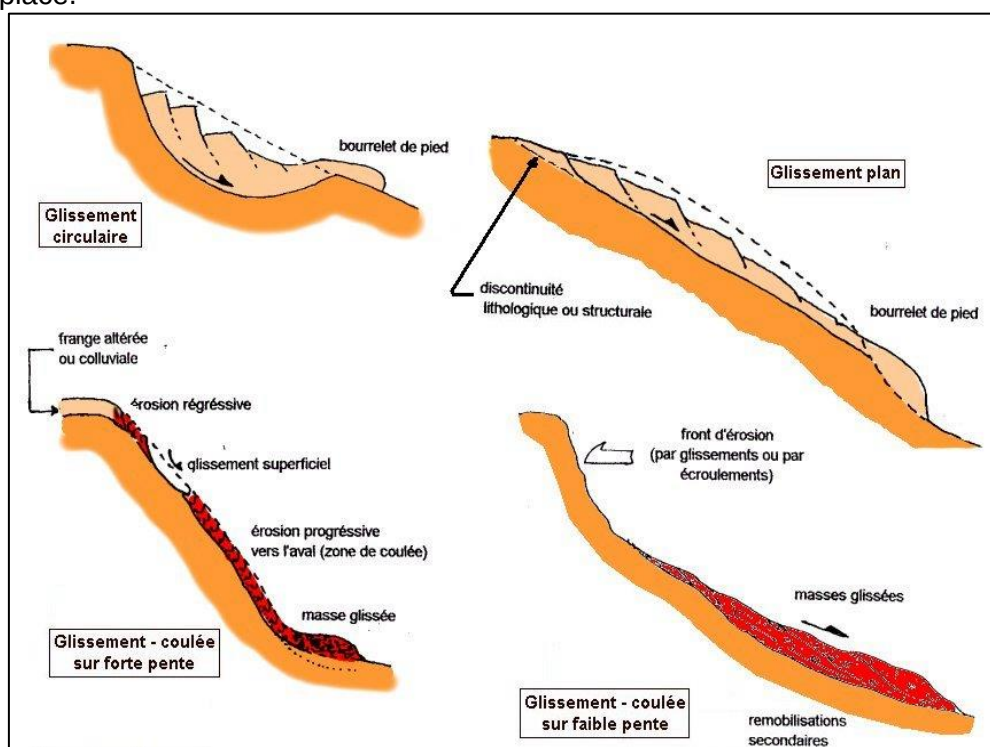


Figure 12 : Représentations schématiques des principaux types de glissement (source : <http://www.georisques.gouv.fr/mouvements-de-terrain>)

Très souvent, des glissements de terrain sur des fortes pentes ne sont reconnus que lorsque la rupture brutale sur la surface de glissement a provoqué leur évolution en coulée de boue ou en éboulement important. Tant que ces glissements restent lents, ils présentent un risque faible pour les structures (bâtiments et routes). En revanche, la rupture brutale sur les surfaces de glissement peut causer l'éboulement de morceaux de terrains d'un volume important.

Les principaux paramètres intervenant dans le mécanisme de glissement sont :

- **l'eau**, qui représente dans la grande majorité des phénomènes de glissement un élément moteur prépondérant. Les phénomènes d'infiltration (anthropiques ou non), les circulations d'eau en surface (par un phénomène d'entraînement des particules) ou souterraines (développement de surpressions préjudiciables) associées à un épisode pluvieux peuvent notamment contribuer aux instabilités ;
- **la géologie** : l'état d'altération d'un matériau, et par corrélation ses caractéristiques mécaniques, sa perméabilité, conditionnent la pente limite d'équilibre d'un terrain et de fait la probabilité d'occurrence de désordres ;
- **la morphologie** : l'importance de la pente va notamment conditionner la possibilité que puissent survenir, de façon préférentielle, des phénomènes lents (*fluage*, phénomènes superficiels pouvant intéresser des terrains peu pentus) ou au contraire rapides ;
- **la nature et l'importance du couvert végétal**, jouant un rôle dans la stabilité, le déclenchement et la propagation des phénomènes de glissement ; ce rôle pouvant être bénéfique (renforcement de la cohésion des sols par le système racinaire) ou au contraire néfaste (effet de levier par les ligneux sous l'effet du vent pouvant déstabiliser les terrains et favoriser les infiltrations d'eau).

Les **coulées de boue** correspondent à des mouvements rapides d'une masse de matériaux remaniés, à forte teneur en eau et de consistance plus ou moins visqueuse. Elles sont la conséquence et la prolongation de certains glissements, dans des conditions de large remaniement et de forte saturation en eau, sur des terrains aux pentes généralement relativement fortes. Ces phénomènes, aussi connus sous le nom de **glissements – coulées**, peuvent se propager sur plusieurs dizaines de mètres, voire sensiblement plus en fonction du contexte topographique. L'épaisseur des terrains affectés par ces glissements-coulées peut atteindre la dizaine de mètres.

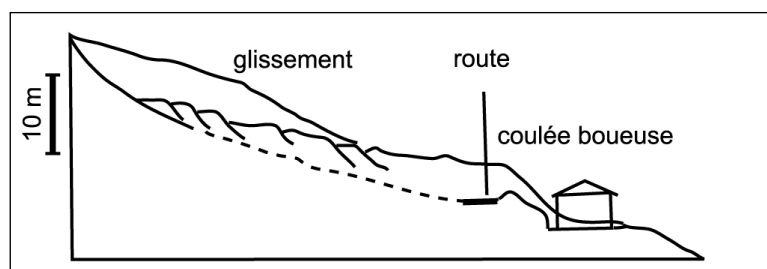


Figure 13 : Représentation schématique du glissement-coulée

Exemples de manifestations rencontrées :

- **Glissements au droit des versants de ravines**

Les versants des ravines encaissées sont sujets à des phénomènes de chutes de blocs, mais également à des glissements de terrain susceptibles notamment d'affecter les niveaux de surface constitués de produits de démantèlement (éboulis, colluvions), dont la fraction argileuse est le plus souvent relativement importante. La profondeur et l'ampleur de ces glissements est généralement relativement limitée. Dans cette tranche de terrain, les hétérogénéités de faciès (notamment suivant la verticale avec la superposition de niveaux altérés plutôt imperméables surmontés d'horizons qui le sont moins – niveaux laviques, scories) créent des zones de saturation temporaires capables de développer des pressions interstitielles préjudiciables à la stabilité. Ces

instabilités se caractérisent par divers indices tels que fissures, cicatrices, niches d'arrachement, soulèvements, bourrelets ou morphologies de versants mamelonnés.

Le glissement de terrain (50 m³) qui s'est produit au Petit-Tampon, impactant un espace agricole, le 22 janvier 2002 illustre ce phénomène.

• Phénomènes d'embâcle/débâcle

Le phénomène d'*embâcle* correspond à l'obstruction d'un cours d'eau par accumulation de matériaux divers (écroulements de bord de versant ou érosion "en grand" d'un versant). Une retenue d'eau se forme à l'amont du barrage naturel qui peut rompre sous l'effet des pressions hydrauliques. Selon le profil du cours d'eau, une rupture brutale peut donner naissance à une onde de crue, avec ou sans transport solide ou à une lave torrentielle dévastatrice : on parle alors de *débâcle*.

Ces phénomènes sont susceptibles d'entraîner la formation de **laves torrentielles**, dont le comportement est intermédiaire entre celui des glissements de terrain et des crues. La terminologie est à l'image des phénomènes, variée et complexe. Etant donné le caractère soudain et énergétique du phénomène, les effets des laves torrentielles sont potentiellement très destructeurs et meurtriers.

Sur le territoire de la commune du Tampon, les conditions pour que de tels phénomènes surviennent (précipitations abondantes, pentes généralement fortes, terrains meubles, éboulis stockés sur les pentes) peuvent être réunies. Au mois de février 2013, lors du passage du cyclone Felleng, la formation d'embâcles dans le lit des ravines a été observée en plusieurs points (Ravine Don Juan notamment au niveau du chemin Philidor Techer), favorisant les débordements et l'inondabilité des terrains en aval.

Lors du passage du cyclone Hollanda, l'ouvrage de la RN3 au 17^{ème} km a subi un embâcle générant un débordement à l'aval avec un écoulement rejoignant le lit de la Ravine des Cabris vers le 14^{ème} km.



Figure 14 : Embacle et débordement observés en février 2013 suite au passage du cyclone Felleng (source : <http://www.georisques.gouv.fr/>).

4.3.3. Érosion et ravinement (E)

Deux types principaux de phénomènes, liés l'un comme l'autre à l'action mécanique de l'eau, peuvent être distingués :

Les érosions de berge

Ce phénomène se manifeste par un « arrachement » ou un éboulement de la berge d'un cours d'eau soumis aux facteurs suivant :

- la force érosive de l'écoulement des eaux sapant le pied des rives et conduisant au glissement ou à l'éboulement de la berge par suppression de la butée qui assurait l'équilibre.
- l'incision du cours d'eau au fil du temps conduisant également à l'éboulement de la berge (par décompression gravitaire par exemple).

Les phénomènes d'érosion des berges sont présents dans la majorité des ravines de la commune. La vulnérabilité des berges à ce type de phénomène est principalement fonction :

- de la constitution géologique de la berge, qui conditionne son érodabilité : berge rocheuse, berge constituée de matériaux cimentés ou meubles, présence de remblais, etc ;
- du pouvoir érosif du cours d'eau (pente du profil en long, débits de crues caractéristiques, transport solide charrié).

Ces phénomènes d'érosion de berge concernent de façon plus ou moins généralisée – au moins de façon potentielle – l'essentiel des ravines du réseau hydrographique drainant la commune. Les désordres observés se traduisent par des affouillements, voire par des dégradations sur les infrastructures.

Le ravinement

Outre les désordres liés aux écoulements de crue, les phénomènes érosifs sont liés au ruissellement des eaux superficielles. Le ravinement qui en résulte peut être localisé, ou diffus sur toute une pente.

L'érosion des sols dépend de plusieurs paramètres qui sont en premier lieu :

- la topographie ;
- l'intensité des précipitations ;
- la géologie (érodabilité des terrains en place) ;
- l'occupation du sol (notamment présence et densité du couvert végétal) ;
- la sensibilité à la battance. Elle est provoquée par les eaux de pluie qui, ne pouvant plus s'infiltrer dans le sol, ruissellent en emportant des particules de terre. Ce refus du sol d'absorber les eaux excédentaires apparaît lorsque l'intensité des pluies est supérieure au pouvoir d'absorption du sol.

Les zones touchées sont souvent des terrains en partie dénudés et vallonnés, voire accidentés, qui favorisent de ce fait le développement et la concentration de ruissellements. Bien que dans le cas général il s'agisse d'un processus lent, avec une abrasion des terrains sur une épaisseur n'excédant pas quelques centimètres par an, l'érosion peut prendre une ampleur sensiblement plus importante (notamment sous l'effet du passage de courants à forte densité de type « lave torrentielle ») et être un phénomène très rapide. Lorsque les matériaux entraînés se concentrent, des coulées de boues peuvent apparaître. Alors qu'un ruissellement diffus va créer des paysages de « badlands », un ruissellement concentré va créer des ravins encaissés et localisés, et

s'accompagne souvent de zones d'alluvionnement (où se déposent les matériaux arrachés par l'érosion). Cette érosion se développe essentiellement au niveau des parcelles défrichées, là où les pentes sont les plus élevées. Dans le passé, la couverture boisée ou en culture assurait une fixation naturelle des horizons superficiels. Ainsi, les terrains autrefois cultivés en canne à sucre, aujourd'hui en friche, sont en proie à l'érosion. L'érosion des sols, diffuse au départ, peut "dégénérer" et entraîner des glissements plus ou moins superficiels.



Figure 15 : Exemple de ravinement de chaussée lors du passage du cyclone Felleng – Chemin Coquelicot

4.3.4. Effondrement de cavité souterraine (tunnel de lave)

L'effondrement de cavité souterraine n'est pas pris en compte dans la cartographie de l'aléa mouvements de terrain, mais il est intéressant de rappeler que ce phénomène existe sur la commune du Tampon.

Le récent inventaire départemental des cavités souterraines (hors mines) de La Réunion (Schuller, Petit, 2014⁴) mentionne 10 cavités sur le territoire communal du Tampon (information également disponible sur <http://www.georisques.gouv.fr/>).

Des effondrements localisés peuvent être observés dans les galeries et peuvent avoir des répercussions sur les infrastructures en surface (tassement, fissuration, voire fontis).

⁴ L. Schuller, V. Petit (2014) – Inventaire des cavités souterraines (hors mines) de La Réunion. BRGM/RP-64200-FR, 55 p., 14 ill., 3 ann..

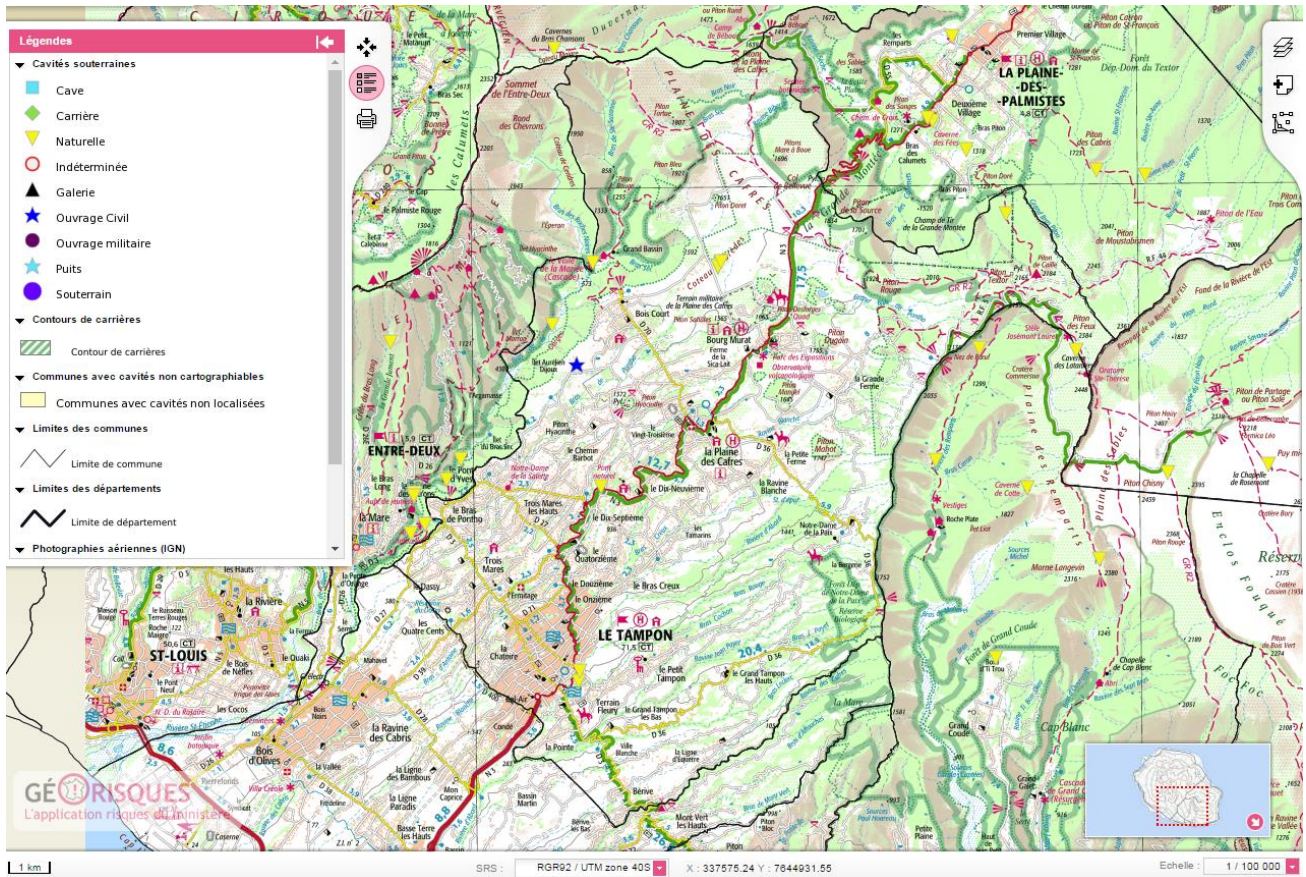


Figure 16 : Cavités souterraines recensées sur la commune du Tampon (<http://www.georisques.gouv.fr/>)

4.4. CARACTERISATION DES PHENOMENES D'INONDATION

L'**inondation** désigne un recouvrement d'eau qui déborde du lit mineur à différents niveaux d'un cours d'eau ou dans les dépressions et les plaines côtières.

Deux types de risque (pouvant se cumuler sur certaines zones) doivent être distingués sur le territoire du Tampon :

- risque d'inondation lié au **débordement des cours d'eau** hors de leur lit ordinaire (lit mineur). Ces inondations, rapides, peuvent être accompagnées de phénomènes d'érosion et d'accumulation massive de matières solides. Suite à des pluies violentes ou durables, l'augmentation du débit des cours d'eau peut être telle que ceux-ci peuvent gonfler au point de déborder de leur lit mineur, pour envahir entièrement leur lit majeur. Les dégâts peuvent être très importants, et surtout, le risque de noyade existe (en particulier lors du franchissement de gués au moment de l'arrivée de l'onde de crue) ;
- risque d'inondation résultant du **ruissellement des eaux pluviales** sur les voies de communication et dans les terres agricoles, eaux issues de bassins naturels plus ou moins importants sans thalweg marqué. Il est à noter que, comme nous l'avons précisé en amont, le phénomène de ruissellement des eaux pluviales (communément appelé ruissellement urbain) n'est pas pris en compte dans la cartographie de l'aléa inondation, et que l'érosion des sols est intégrée directement à la cartographie de l'aléa mouvements de terrain.

Différents paramètres contribuent au processus d'augmentation temporaire du débit d'un cours d'eau. On distingue notamment :

- l'eau mobilisable, constituée de l'eau reçue par le bassin versant ;
- le ruissellement, qui correspond à la part de l'eau qui n'a pu s'infiltrer dans le sol. Il dépend de la nature du sol, de son occupation de surface et de l'intensité de l'épisode pluvieux ;
- le temps de concentration, qui est défini par la durée nécessaire pour qu'une goutte d'eau partant du point le plus éloigné de l'exutoire du bassin versant parvienne jusqu'à celui-ci ;
- la propagation de l'onde de crue, qui est fonction de la structure du lit et de la vallée alluviale, notamment de la pente et des caractéristiques du champ d'inondation.

De nombreux paramètres influencent l'apparition d'une crue :

- **quantité et surtout répartition spatiale et temporelle des pluies** : Le contexte local se caractérise par des épisodes pluvieux de forte intensité, d'autant plus préjudiciables qu'ils sont en mesure de déverser des cumuls très importants sur des bassins versants de superficie relativement modeste ;
- **nature et occupation du sol** : L'absorption d'eau par le sol, l'infiltration dans le sous-sol ou le ruissellement influencent fortement le temps de concentration des eaux. Enfin, la topographie du lit, la pente et la forme du bassin versant jouent également un rôle important dans la genèse de la crue ;
- **facteurs naturels aggravants** : la formation et la rupture d'embâcles. Les matériaux flottants transportés par le courant peuvent en effet s'accumuler en amont des passages étroits, des ouvrages hydrauliques. La rupture éventuelle de ces embâcles peut provoquer une onde puissante et destructrice en aval.

Trois principaux critères permettent de caractériser un phénomène d'inondation :

- **hauteur de submersion** : Pour l'homme, on considère généralement que des hauteurs d'eau supérieures à 50 cm sont dangereuses. À titre d'exemple, une voiture commence à flotter à partir de 30 cm d'eau ;
- **vitesse d'écoulement** : elle est conditionnée par la pente du lit et sa rugosité. Elle peut atteindre plusieurs mètres par seconde. La dangerosité de l'écoulement dépend du couple

hauteur/vitesse. À titre d'exemple, à partir de 0,50 m/s, la vitesse du courant devient dangereuse pour l'homme (cf. figure ci-dessous), avec un risque d'être emporté par le cours d'eau ou d'être blessé par des objets charriés à vive allure.

Un troisième critère permet de caractériser l'aléa inondation, mais plus délicat à estimer dans le contexte Réunionnais :

- **le volume de matière transportée** : Ce volume est communément appelé « *transport solide* ». Il s'agit de matériaux (argiles, limons, sables, graviers, galets, blocs, etc.) se trouvant dans les cours d'eau, et dont le transport peut s'effectuer soit par suspension dans l'eau, soit par déplacement sur le fond du lit, du fait des forces liées au courant. Le terme de transport solide ne comprend pas le transport des flottants (bois morts, etc.).

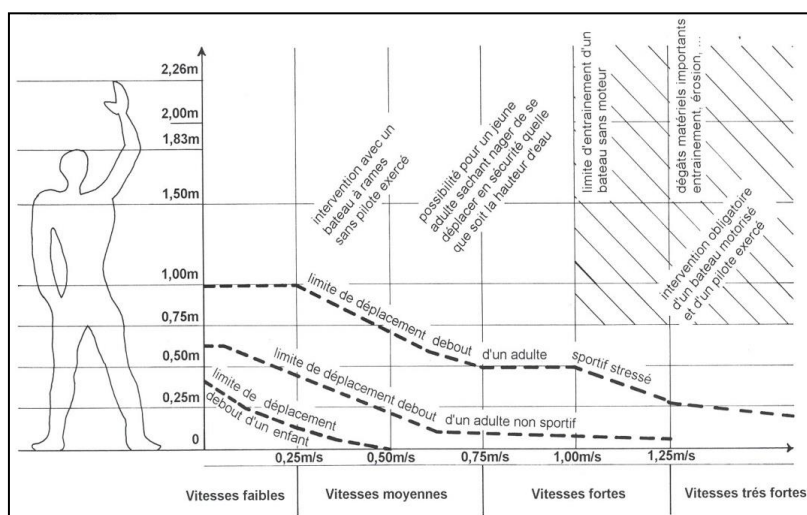


Figure 17 : Possibilité de déplacement des personnes en fonction des caractéristiques d'écoulement (source : Guide PPRi ruissellement péri-urbain M.E.D.D.E.)



Figure 18 : Submersion du radier de la Ravine Blanche, RN3, 27 février 2007 (Gamède) (Source : Hydrétudes, 2011)

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, aussi imparfaite qu'elle puisse être :

« 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 ».

Une définition récente (Fell et al., 2008⁵), spécifique à l'aléa mouvements de terrain mérite également d'être citée au regard notamment de la notion de dommage intégrée à la définition de l'aléa :

« Condition (ou circonstance) susceptible de provoquer des dommages. La description (ou caractérisation) de l'aléa mouvement de pente doit inclure la localisation, le volume (ou la surface), la classification, la vitesse du mouvement potentiel et sa probabilité d'occurrence dans une période de temps 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. Son évaluation fait appel à l'ensemble des informations recueillies au cours de l'étude, aux connaissances sur le contexte géologique, aux caractéristiques des précipitations, etc., et à l'appréciation du chargé d'études. Pour limiter l'aspect subjectif, des critères de caractérisation des différents aléas ont été définis et sont explicités dans les paragraphes suivants.

On notera que la **période de référence** retenue pour l'**aléa mouvements de terrain** est le **siècle**. Pour l'**aléa inondation**, conformément aux dispositions des dernières circulaires ministérielles (du 24 janvier 1994 et du 24 avril 1996), celui-ci est évalué en prenant en compte la **plus forte crue connue ou**, si cette crue est plus faible que la crue centennale, c'est la **crue d'occurrence centennale** qui est considérée dans le cadre de la cartographie de l'aléa. Pour la commune du Tampon, la crue centennale a été retenue.

5.1.1. Notion d'intensité et de probabilité d'occurrence

La définition de l'aléa impose de connaître, sur l'ensemble de la zone étudiée, l'intensité et la probabilité d'occurrence (ou d'apparition) des phénomènes naturels. L'intensité d'un phénomène peut être appréciée de manière variable en fonction de sa nature même : débits liquide et solide pour une crue torrentielle, volume des éléments pour une chute de blocs, importance des déformations du sol pour un glissement de terrain, etc... L'importance des dommages causés par des phénomènes passés peut également être prise en compte.

L'estimation de la probabilité d'occurrence d'un phénomène de nature et d'intensité donnée passe par l'analyse statistique de longues séries de mesures. Elle s'exprime généralement par une **période de retour**, qui correspond à la durée moyenne séparant deux occurrences du phénomène.

⁵ Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. Robin Fell, Jordi Corominas, Christophe Bonnard, Leonardo Cascini, Eric Leroi, William Z. Savage on behalf of the JTC-1 Joint Technical Committee on Landslides and Engineered Slopes.

Si certaines grandeurs sont relativement faciles à mesurer (les débits liquides par exemple), d'autres le sont beaucoup moins, soit du fait de leur nature, soit du fait de leur caractère instantané (chute de blocs). La probabilité d'occurrence des phénomènes sera donc généralement appréciée à partir des informations historiques, des contextes géologique et topographique, et des observations du chargé d'études.

5.1.2. Remarques relatives aux règles de zonage

Chaque zone distinguée sur les cartes d'aléas est matérialisée par une limite et une couleur traduisant la nature du ou des phénomènes naturels intéressant la zone et le degré d'aléa.

De nombreuses zones, dans lesquelles aucun phénomène actif n'a été décelé, sont cependant décrites comme étant exposées à un aléa de mouvement de terrain plus ou moins fort. Le zonage traduit un contexte topographique ou géologique dans lequel une modification des conditions actuelles peut se traduire par l'apparition de phénomènes. Les modifications peuvent être très variables tant par leur nature que par leur importance. Les causes les plus fréquemment observées sont les terrassements, les rejets d'eau et les épisodes météorologiques exceptionnels.

Dans la majorité des cas, l'évolution des phénomènes naturels est continue, la transition entre les divers degrés d'aléa est donc théoriquement linéaire. Lorsque les conditions naturelles - notamment la topographie - n'imposent pas de variations particulières, les zones d'aléas élevés, moyen et faible sont « emboîtées ». Il existe donc, dans ce cas, pour une zone d'aléa élevée donnée, une zone d'aléa moyen et une zone d'aléa faible qui traduisent la décroissance de l'intensité et/ou de la probabilité du phénomène avec l'éloignement des zones sources (**principe de gradation des aléas**).

Les zones caractérisées par une configuration morphologique, géologique similaire et exposées à une situation climatique relativement proche (facteurs de prédisposition et non permanent similaires) sont généralement cartographiées de la même manière (niveau d'aléa analogue) sous réserve qu'aucun phénomène historique connu ou facteur aggravant toujours possible ne puisse remettre en cause le niveau d'aléa considéré (**principe de similitude**).

D'une manière générale et conformément aux recommandations émises par le Ministère à travers notamment les guides méthodologiques, dans le cadre des procédures PPR des communes de La Réunion, les cartes d'aléas sont produites au **1/5000^{ème}** (1 cm sur la carte représente 50 m dans la réalité, impliquant une précision des limites cartographiques de l'ordre de 5 m : « épaisseur du trait »), notamment dans les secteurs concentrant les enjeux (bâtis, routes, infrastructures, etc.). Ponctuellement, dans les secteurs inhabités où les enjeux sont moindres voire inexistants en terme d'urbanisation future à échéance de quelques années voire dizaines d'années, des cartes d'aléas sont élaborés au 1/10 000^{ème}.

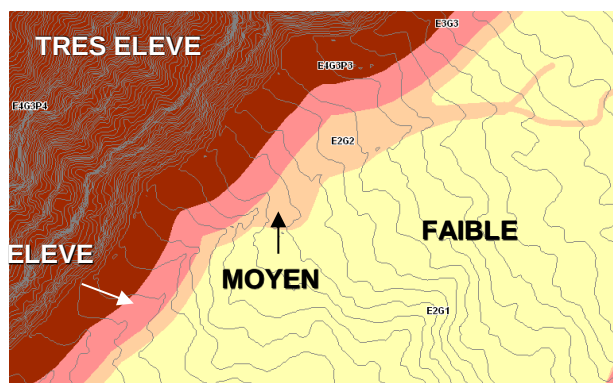


Figure 19 : Exemple de représentation de la notion de continuité du niveau d'aléa

5.2. ALEA INONDATION

5.2.1. Méthode d'évaluation de révision de l'aléa

Selon les dispositions des circulaires ministérielles (du 24 janvier 1994 et du 24 avril 1996), **l'aléa inondation doit être évalué en prenant en compte la plus forte crue connue ou, si cette crue est plus faible que la crue centennale, cette dernière.**

L'aléa inondation lié au ruissellement urbain (ou pluvial) n'est pas considéré dans la présente procédure de révision.

La cartographie de l'aléa inondation s'appuie sur le zonage du PPRi approuvé par l'arrêté préfectoral n°571 du 30 avril 2012.

Chaque zone susceptible d'être inondée suite aux crues d'un cours d'eau (axe d'écoulement et zones de débordement pour une crue d'occurrence centennale) est considérée dans l'évaluation de l'aléa inondation, avec un niveau d'aléa défini en fonction de l'intensité de l'inondation (selon principalement la hauteur d'eau et la vitesse d'écoulement).

La démarche de révision du zonage inondation s'est effectuée en intégrant l'analyse de l'hydrologie des bassins versants du territoire communal (estimation des débits de crue), l'analyse hydrogéomorphologique appuyée par des enquêtes de terrain (traduction des débits de crue sur le terrain en termes d'inondabilité) et l'intégration des données nouvelles (études, observation de phénomènes depuis l'approbation du PPRi) permettant d'améliorer la connaissance sur l'inondabilité du territoire communal.

Les principes de cartographies de l'aléa inondation sont détaillés dans le guide d'élaboration des plans de prévention des risques naturels à La Réunion (DEAL, 2012). Les éléments techniques suivants sont utilisés dans le cadre de cette démarche :

- Les outils topographiques précis : **Litto3D®** et **MNTR®** (2012), qui permettent d'apprécier finement les différents thalwegs et ravines du territoire communal. Le produit Litto3D®, développé par l'IGN© et SHOM©, est une base de données altimétrique unique et continue terre-mer donnant une représentation tridimensionnelle de la forme de la position du sol sur la frange littorale du territoire réunionnais. La base de données de Litto3D® ne s'étend qu'à 2 km à l'intérieur des terres. Aussi, l'IGN a étendu cette base de données à l'ensemble de l'île en produisant un Modèle Numérique de Terrain Réunionnais (MNTR®). La précision altimétrique est de l'ordre de 20 cm et la précision planimétrique est de l'ordre de 50 cm.
- **la connaissance nouvelle** sur les inondations impactant le territoire communal, et plus particulièrement au droit des secteurs à enjeux de la commune, avec notamment :
 - o la prise en compte des résultats de l'étude du **PGRI de la planèze Tampon / Saint-Pierre (SAFEGE, 2011)**. Cette étude a permis de préciser l'aléa inondation à l'aide d'une modélisation des écoulements en crue sur une superficie de 130 km² répartie entre les communes du Tampon et de Saint-Pierre. La comparaison des résultats cartographiques du PGRI avec ceux du PPRi ont mis en évidence de nombreuses différences (points de débordement impactant des zones bâties) ayant nécessitant un important travail de terrain afin de préciser et d'adapter le zonage de l'aléa inondation (vérification des points de débordements pour 38 secteurs jugés prioritaires dont 31 pour le territoire du Tampon, en concertation avec les services de la ville du Tampon). Les résultats de cette analyse font l'objet du rapport BRGM RP-62299-FR (Desprez, Rey, 2013) fourni en annexe 4 du présent dossier PPR ;
 - o plusieurs visites de terrains au droit de secteurs identifiés par la commune dans le cadre du travail partenarial entre la collectivité et les services de la DEAL et du BRGM (rapport BRGM/RP-65198-FR d'octobre 2015 notamment) ;

- une **mise en cohérence avec la cartographie de l'aléa mouvements de terrain pour les phénomènes érosifs intégrés aux cartes d'aléas MVT** ;

Les récentes données de l'IGN (Bd Topo 2012 et les orthophotos de 2011) font également partie des données fréquemment utilisées dans la démarche de précision de la cartographie.

La cartographie « inondation » est présentée sur fonds topographiques :

- à l'échelle 1/25 000 pour l'ensemble du périmètre d'étude (planche 1) ;
- à l'échelle 1/5 000 sur les secteurs à enjeux de la commune, qui correspondent aux zones bâties (planche 2 à planche 12) ;
- à l'échelle 1/10 000 sur les Hauts du Tampon (planche 13-14).

5.2.2. Caractérisation de l'aléa inondation

Aléa de débordement de la crue centennale

Trois degrés d'aléa inondation ont été définis pour la crue centennale, en fonction du champ d'inondation (hauteur de submersion et vitesse d'écoulement prévisibles) :

		vitesses (m/s)		
		$v < 0,5$	$0,5 < v < 1$	$1 < v$
hauteur (m)	$0,2 < h < 0,5$	faible	moyen	fort
	$0,5 < h < 1$	moyen	moyen	fort
	$1 < h$	fort	fort	fort

Tableau 10 : Caractérisation de l'aléa inondation pour la crue centennale en fonction des vitesses et des hauteurs d'eau

• Aléa fort

- hauteur d'eau en crue centennale supérieure ou égale à 1 m, et/ou des vitesses d'écoulement supérieures à 1 m/s ;
- chenal d'écoulement principal de la crue centennale.

• Aléa moyen

- zone inondée en crue centennale avec des hauteurs d'eau comprises entre 0,5 et 1 m et/ou des vitesses d'écoulement comprises entre 0,5 et 1 m/s ;

• Aléa faible

- zone inondée en crue centennale avec des hauteurs d'eau comprises entre 0,2 et 0,5 m et/ou des vitesses d'écoulement inférieure à 0,5 m/s.

Un aléa nul est attribué par défaut à tous les autres secteurs de la commune, y compris les secteurs potentiellement concernés par des hauteurs d'eau comprises entre 0 et 0,20 m lors d'une crue centennale, où il a été considéré que de telles hauteurs d'eau s'apparentaient à une problématique de gestion des eaux pluviales courante.

5.3. ALEA MOUVEMENTS DE TERRAIN

5.3.1. Méthode d'évaluation de l'aléa

L'élaboration de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain a débuté en 2010. Cette cartographie s'appuie sur une méthodologie robuste, qui s'inscrit dans le respect des règles édictées dans les guides nationaux (PPR mouvements de terrain – Guide national méthodologique, 1999, actuellement en cours de révision) et mise en œuvre sur tout le territoire réunionnais depuis plusieurs années.

L'aléa mouvements de terrain a fait l'objet d'un « porter à connaissance » le 30 juin 2014, préalablement à l'arrêté de prescription d'un projet de Plan de Prévention des Risques (PPR) multi-aléas (mouvements de terrain et inondation) sur la commune du Tampon (arrêté préfectoral n°005168/SG/DRCTCV en date du 2 décembre 2014). Une seconde phase de travail et de précision des cartes d'aléas mouvements de terrain a ensuite été entreprise en parallèle aux travaux de révision de la carte d'aléa inondation qui a abouti à un second « porter à connaissance » le 21 décembre 2015.

La cartographie est élaborée à partir d'une approche « à dire d'experts », sans recours à des modélisations et/ou sondages systématiques, dont les principes sont détaillés dans le guide d'élaboration des plans de prévention des risques naturels à La Réunion (DEAL, 2012), en intégrant les outils méthodologiques suivants :

- des **visites de terrain** (analyses visuelles de type "expertise") afin de relever les indices hydrogéomorphologiques pouvant témoigner d'anciens mouvements de terrain ou justifier la possibilité d'occurrence sur la période de référence. Ces « campagnes » de reconnaissances de terrain ont été réalisées entre 2010 et 2016 ;
- les résultats d'investigations ponctuelles dans le cadre **d'examen de demande de modification de zonage pour des projets d'aménagements**. Une précision du zonage, par le biais de visites de terrain et d'analyse de données SIG, au droit de ces différents secteurs à enjeux, a été réalisée à plusieurs reprises en concertation avec les services techniques municipaux en 2015 et en 2016. Ces analyses ont fait l'objet de rapport du BRGM fourni en annexe 4 du dossier PPR ;
- la prise en compte de nouveaux outils topographiques précis : **Litto3D®** et **MNTR®** (2012). Le produit Litto3D®, développé par l'IGN© et SHOM©, est une base de données altimétrique unique et continue terre-mer donnant une représentation tridimensionnelle de la forme de la position du sol sur la frange littorale du territoire réunionnais. La base de données de Litto3D® ne s'étend qu'à 2 km à l'intérieur des terres. Aussi, l'IGN a étendu cette base de données à l'ensemble de l'île en produisant un Modèle Numérique de Terrain Réunionnais (MNTR®). La précision altimétrique est de l'ordre de 20 cm et la précision planimétrique est de l'ordre de 50 cm ;
- la **mise en cohérence avec l'aléa inondation** (pour l'aléa érosion de berges notamment).

Les récentes données de l'IGN (Bd Topo 2014 et les orthophotos de 2011) font également partie des données fréquemment utilisées dans la démarche de précision de la cartographie.

Les récentes évolutions méthodologiques dans l'élaboration des cartographies d'aléas mouvements de terrain et leur transcription réglementaire, présentées dans le rapport BRGM/RP-66346-FR de novembre 2016⁶ ont été considérées dans le cadre de la révision du PPR

⁶ **Rey A.** (2016) – PPR multi-aléas des communes de La Réunion. Propositions d'évolutions méthodologiques. Rapport final. BRGM/RP-66346-FR, 167 p., 57 ill., 38 tabl., 5 ann.

de la commune du Tampon, notamment lors de la phase d'analyse des requêtes de l'enquête publique.

La cartographie mouvements de terrain est présentée sur fonds topographiques :

- à l'échelle 1/25 000 pour l'ensemble du périmètre d'étude (planche 1) ;
- à l'échelle 1/5 000 sur les secteurs à enjeux de la commune, qui correspondent aux zones bâties (planche 2 à planche 12) ;
- à l'échelle 1/10 000 sur les Hauts du Tampon (planche 13-14).

5.3.2. Règles générales de qualification de l'aléa MVT

La définition de l'aléa impose de connaître, sur l'ensemble de la zone étudiée, **l'intensité et la probabilité d'occurrence** (ou d'apparition) des phénomènes naturels.

L'**intensité** d'un phénomène peut être appréciée de manière variable en fonction de sa nature même : volume des éléments pour une chute de blocs, importance des déformations du sol pour un glissement de terrain, importance du volume érodé pour une érosion de berge, etc... L'importance des dommages causés par des phénomènes passés ou l'échelle des parades nécessaires pour se prémunir du phénomène redouté peuvent également être prise en compte dans l'évaluation de l'intensité des aléas MVT.

La **probabilité d'occurrence** est la traduction de la probabilité qu'un phénomène se produise. Elle est définie soit par la présence du phénomène (historique et/ou actif) sur la zone géographique étudiée soit par la probabilité d'apparition du phénomène sur la période de référence donnée en fonction de la configuration de la zone géographique étudiée. Cette probabilité d'occurrence est fonction de la présence ou non de facteurs déterminants propres à chaque phénomène étudié (facteurs de prédisposition) et de facteurs non permanents (ou aggravants).

Le guide PPR spécifique aux mouvements de terrains (M.A.T.E. et M.E.T.L., 1999), fort du constat qu'il est très délicat de qualifier un phénomène d'instabilité de pentes par une notion de fréquence (contrairement aux phénomènes d'inondations, de houle ou de vent), accepte que le critère d'intensité ou de gravité permette à lui seul de qualifier l'aléa MVT.

La carte d'aléa est établie en fonction d'un aléa de référence, qui dans le cadre du PPR s'exprime généralement à partir d'une **période de référence (ou de retour) donnée**. Dans le cadre des PPR, cette période de référence donnée est le siècle à venir (**100 ans**), qui correspond approximativement à la durée de vie d'une habitation.

Probabilité d'occurrence

La prévision de la date de déclenchement d'une instabilité de terrain est très rarement possible car elle dépend de facteurs permanents imparfaitement connus et de facteurs déclenchant non prévisibles avec certitude (pluies, séismes, vibrations, activités humaines, etc.).

En pratique, la probabilité d'occurrence est la plupart du temps estimée de façon qualitative (faible, moyenne, forte, très forte) en évaluant la prédisposition du site à un phénomène donné en fonction des facteurs permanents d'instabilité. Cette probabilité est donnée en fonction d'une échéance (ex : pour les PPR mouvements de terrain, la période de référence est le siècle).

L'évaluation de cette « probabilité » est donc basée sur la détermination des contextes favorable à la manifestation des phénomènes. Pour cela, des facteurs de prédisposition (permanents) et des facteurs non permanents (aggravants ou non) sont déterminés :

- **facteurs de prédisposition (= permanents)**
 - géologie : lithologie, altération, fracturation, épaisseur des faciès, hétérogénéités des formations ;
 - morphologie : pentes, encaissement.
- **facteurs non permanents (= généralement déclenchants, aggravants)**
 - altitude : différence de pluviométrie ;
 - venue d'eau, d'humidité : résurgence, écoulement... ;
 - végétation : présence ou non, culture en terrasse... ;
 - activité humaine : ouvrages de protection, drainage mal adaptés, vibrations, ...
 - séisme
 - ...

La définition et la précision des critères de prédisposition font appel à l'expérience de l'expert en charge de la cartographie de l'aléa MVT, sur les phénomènes naturels à La Réunion, ainsi qu'à un inventaire des phénomènes historiques survenus sur la commune et à proximité immédiate (recherche historique en mairie, enquête auprès des habitants, etc.).

Les relevés de terrain effectués sur le bassin de risque étudié permettent d'identifier les facteurs de prédisposition et de préciser les facteurs potentiellement aggravants afin de définir, ou tout du moins d'estimer la probabilité d'occurrence d'un phénomène dans la période de temps considérée (en l'occurrence le siècle).

Le Tableau 11 présente une proposition d'échelle qualitative de probabilité d'occurrence.

Très élevée (te)	L'occurrence du phénomène est normale. Sa non-occurrence serait exceptionnelle	La probabilité est appréciée en fonction des facteurs déterminants (présence et/ou intensité)
Élevée (e)	L'occurrence du phénomène est plus envisageable que sa non-occurrence	
Modérée (m)	L'occurrence du phénomène est équivalente à sa non-occurrence	
Faible (f)	La non-occurrence du phénomène est plus envisageable que son occurrence	
Très faible (tf)	La non-occurrence du phénomène est normale. Son occurrence serait exceptionnelle	

Tableau 11 : Echelle qualitative de probabilité d'occurrence (LCPC, guide technique sur les études spécifiques d'aléa lié aux éboulements rocheux, 2004)

Intensité

L'évaluation de l'intensité des phénomènes de mouvements de terrain s'appuie sur une approche naturaliste de type expertise, excluant tout recours à des études complémentaires (sondages, essais et modélisations), sauf lorsque celles-ci sont déjà disponibles lors de l'établissement des cartes d'aléas. Les facteurs de base sont le relief et la nature des terrains et donc, plus généralement, la géomorphologie du terrain. En fonction du type de formation rencontré, les critères vont différer : globalement plus les terrains seront indurés (roche, etc.) et plus la pente devra être importante pour créer des instabilités, et inversement.

Peuvent s'ajouter aux facteurs de prédisposition des facteurs non permanents, variables, qui vont soit augmenter soit diminuer l'exposition d'une zone face à un phénomène mouvement de terrain.

Par exemple, la présence d'eau, la présence d'un défrichement intempestif vont augmenter l'exposition d'une zone. A contrario, la présence d'ouvrage de confortement de bonne qualité peut dans certains cas conduire à une diminution de l'exposition.

On doit, par ailleurs, tenir compte de la propagation d'un phénomène de mouvement de terrain :

- plus les masses en mouvement sont importantes et plus leur zone de départ est élevée, plus la zone de propagation potentielle est vaste ;
- plus la pente est importante et plus la zone de propagation sera importante.

De façon pratique, il convient de retenir que le zonage d'intensité distingue des secteurs homogènes où le niveau d'exposition à un aléa a été considéré constant. Cela signifie que des secteurs n'ayant fait l'objet d'aucun témoignage d'instabilité peuvent être considérés comme exposés s'ils présentent une configuration similaire à un ou plusieurs secteurs actifs ou historiquement touchés (notion de potentialité).

Aléa

De façon globale, l'évaluation des aléas repose sur un croisement de la probabilité d'occurrence et de l'intensité du phénomène à l'aide d'une grille de définition. Le résultat est exprimé de façon qualitative :

		Intensité croissante			
		Faible			Très élevée
Probabilité d'occurrence croissante	Faible	Faible			
	↓				
	Très élevée				Très élevé

Diagramme illustrant la grille de qualification des aléas. Une diagonale bleue avec la mention "Aléa croissant" traverse la grille, indiquant que l'aléa augmente avec la probabilité d'occurrence et l'intensité.

Tableau 12 : Principe de grille de qualification des aléas

Il est à noter que la hiérarchisation (le croisement finalement adopté) de l'aléa, selon ce type de grille, peut être variable d'un phénomène à un autre selon le nombre de classes d'intensité par exemple.

Le détail de chaque grille d'aide à la qualification de l'aléa MVT (par type de phénomène gravitaire considéré) est présenté dans le rapport BRGM RP-66346-FR de Novembre 2016. Les aléas MVT ainsi cartographiés sont :

- **les chutes de pierres ou de blocs et les éboulements (symbole P)** : phénomènes de recul de rempart, de propagation d'éboulement ou de chute de blocs isolés, de remobilisation de blocs sur les pentes ;
- **les glissements de terrain et coulées de boue associées (G)** ;
- **les érosions de berge (E)** ;
- **le ravinement, l'érosion des sols (E).**

5.3.3. Qualification de l'aléa mouvements de terrain

Etant donnée la méthodologie pour la définition de chaque aléa MVT (érosion, chute de blocs, glissement), suivant une matrice combinant la probabilité d'occurrence et l'intensité, pour les secteurs concernés par plusieurs aléas, le niveau d'aléa le plus élevé sera prédominant pour la définition du niveau d'aléa « résultant ».

Niveau d'aléa des phénomènes naturels cartographiés	Niveau d'aléa résultant	Exemple de types de zones	Potentiel de dommages sur des enjeux bâtis (existants ou non)
si au moins un aléa faible	Faible	E1, P1, G1 et toute combinaison comprenant un de ceux-ci	Pas de dommage au gros œuvre Pas ou peu de dommage aux éléments de façades
si au moins un aléa moyen	Moyen	E2, G2, P2, et toute combinaison comprenant un de ceux-ci	Dommage au gros œuvre sans ruine. Intégrité structurelle sollicitée
si au moins un aléa élevé	Elevé	P3, E3, G3 et toute combinaison comprenant un de ceux-ci	Dommage important au gros œuvre. Ruine probable. Intégrité structurelle remise en cause.
si au moins un aléa très élevé	Très élevé	P4, E4, G4 et toute combinaison comprenant un de ceux-ci	Destruction du gros œuvre Ruine certaine Perte de toute intégrité structurelle

Tableau 13 : Définition du niveau d'aléa MVT résultant en fonction des différents aléas caractérisés

Quatre niveaux d'aléa mouvements de terrain ont été définis (en plus du niveau « très faible à nul ») par regroupement des typologies rencontrées :

- **aléa faible** : zones sur lesquelles des caractéristiques géomécaniques plutôt favorables à la stabilité des terrains existent et sur lesquelles généralement aucun désordre n'a été recensé (des informations événementielles peuvent quelquefois exister vis-à-vis de mouvements d'ampleur limités, maîtrisables à l'échelle de la parcelle). L'intensité prévisible du phénomène à craindre reste limitée.

Les zones d'aléa faible, où les parades à maîtrise d'ouvrage individuelle sont possibles à condition de ne pas aggraver les risques sur le secteur du projet, sont considérées comme constructibles.

- **aléa moyen** : des incertitudes demeurent par rapport à l'extension, l'ampleur, et la fréquence des phénomènes potentiels ou bien les caractéristiques des mouvements sont réellement intermédiaires entre un aléa faible et élevé.

Les zones d'aléa moyen, où les parades dépassent le cadre de la parcelle (échelle du versant) et relèvent généralement d'un maître d'ouvrage collectif, sont en principe inconstructibles. Elles peuvent être néanmoins constructibles sous condition dans les « secteurs à enjeux jugés sécurisables » définis dans le cadre de la détermination des enjeux en concertation avec la commune. Ces zones nécessitent la réalisation d'une étude géotechnique pour en préciser les conditions de constructibilité.

- **aléa élevé** : zones jugées instables, où de nombreux mouvements de terrain sont recensés et où les paramètres géomécaniques sont défavorables et indiquent une stabilité précaire.

Ces secteurs peuvent également être associés aux zones d'extensions maximales de phénomènes gravitaires se propageant (ex : aval des remparts) ou de phénomènes régressifs (ex : amont des remparts).

Les zones d'aléa élevé sont inconstructibles. Dans ces zones, les mesures de prévention et de protection sont techniquement difficiles, ou très coûteuses. Seuls quelques équipements particuliers peuvent être tolérés.

- **aléa très élevé** : en complément aux qualifications précédentes en terme d'instabilité, l'aléa très élevé concerne des zones directement exposées à des phénomènes de grande ampleur et/ou très fréquents.

Les zones d'aléa très élevé sont inconstructibles, dans la mesure où il n'existe pas de parade technique financièrement envisageable par rapport aux enjeux « classiques » (notamment d'urbanisation). Seuls des équipements structurants à maîtrise d'ouvrage publique peuvent être envisagés sous réserve d'études spécifiques.

5.4. PRINCIPES DE TRADUCTION REGLEMENTAIRE

Les principes de traduction réglementaire des aléas sont détaillés dans le règlement du projet de PPR et illustrés par la grille de croisement des aléas présentée au Tableau 14 suivant, dont elle est issue. Les règles et prescriptions définies et propres à chaque zone ainsi que les différentes dispositions réglementaires applicables au titre du PPR du Tampon sont décrites dans le règlement du projet.

Les principes de croisement des aléas afin de définir le zonage réglementaire intègrent les principales règles suivantes :

- Toute zone concernée par un aléa fort inondation ou élevé et très élevé mouvements de terrain est classée en R1 = zone « rouge » dotée d'un principe d'inconstructibilité ;
- L'aléa moyen mouvements de terrain est traduit (en dehors de zones d'aléa fort inondation) suivant deux zones réglementaires (R2 = zone « rouge » dotée d'un principe d'inconstructibilité et B2u zone « bleue » dotée d'un principe de constructibilité avec prescriptions). La distinction réglementaire des terrains classés en aléa moyen mouvements de terrain est définie en fonction du caractère « sécurisable » dans le cadre d'un projet d'aménagement dans des zones à enjeux, où des travaux de sécurisation sont jugés réalisables. La délimitation des zones à enjeux s'appuie sur les limites des espaces forestiers gérés par l'ONF et les limites du cœur du Parc Naturel de la Réunion. Les terrains inclus au sein de ces 2 périmètres, classés en aléa moyen MVT, sont ainsi maintenus en zone R2. En dehors de ces espaces naturels, les principaux critères utilisés pour juger du caractère sécurisable sont les suivants :
 - La capacité technique à protéger la zone considérée doit être garantie dans le cadre d'un projet éventuel ;
 - Le coût de la protection, directement lié à l'intensité des instabilités pouvant se développer dans la zone considérée doit être proportionné au projet éventuel.

Par exemple, les terrains classés en aléa moyen en recul de la crête des remparts ou ceux situés en pied de parois de grande hauteur où des chutes de blocs et des éboulements peuvent se produire et impacter ces terrains ne sont pas considérés comme sécurisables à l'échelle d'un particulier ou d'un porteur de projet (capacité technique très difficile voire hypothétique ; coût disproportionné par rapport au projet). Une traduction réglementaire R2 est retenue dans ces cas d'espèce.

La constructibilité dans les zones réglementaires B2u nécessite au préalable la réalisation d'une étude technique (généralement géotechnique) afin de définir les conditions de réalisation du projet ;

- En dehors des zones d'aléa moyen et élevé/très élevé mouvements de terrain, l'aléa faible et l'aléa moyen inondation conditionnent la traduction réglementaire des zones B2 (aléa moyen inondation) et B3 (aléa faible inondation), zones « bleues » dotées d'un principe de constructibilité avec prescriptions.

Transcription réglementaire aléa/enjeux		MOUVEMENTS DE TERRAIN				
		Très élevé élevé	Moyen		Faible	Nul
			Autres secteurs	Secteurs jugés sécurisables		
INONDATION	fort	R1	R1	R1	R1	R1
	moyen	R1	R2	B2u	B2	B2
	faible	R1	R2	B2u	B3	B3
	nul	R1	R2	B2u		

Tableau 14 : Principe de traduction réglementaire des aléas du projet de PPR du Tampon

5.5. EXEMPLES DE CARTOGRAPHIE AU DROIT DE SECTEURS A ENJEUX

Afin d'illustrer le zonage d'aléa et le zonage réglementaire, quelques secteurs à enjeux de la commune sont présentés ci-dessous. Pour chaque secteur, un extrait des cartes d'aléa inondation et mouvements de terrain, ainsi qu'un extrait du zonage réglementaire seront présentés. Il s'agit des secteurs suivants :

- Secteur de Trois-Mares ;
- Secteur Bras de Pontho ;
- Secteur du 17^{ème} ;
- Secteur de la ligne Murier.

La légende associée aux extraits cartographiques présentés est la suivante :

Niveau d'aléa MVT	Niveau d'aléa Inondation	Zonage réglementaire
TRÈS ÉLEVÉ ÉLEVÉ MOYEN FAIBLE NUL	FORT MOYEN FAIBLE NUL	R1 B2u R2 B3 B2

Tableau 15 : Légendes des extraits cartographiques du projet de PPR

Secteur de Trois-Mares (Zone artisanale)

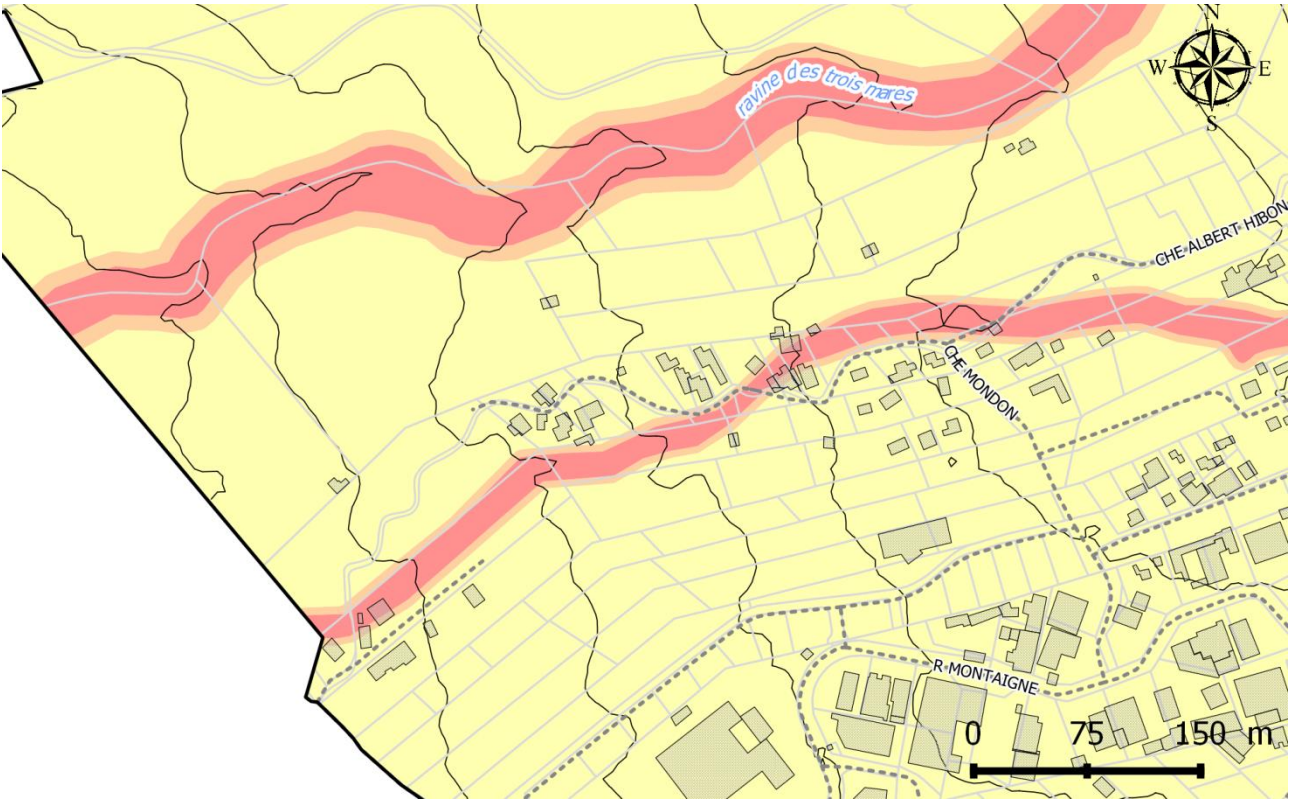
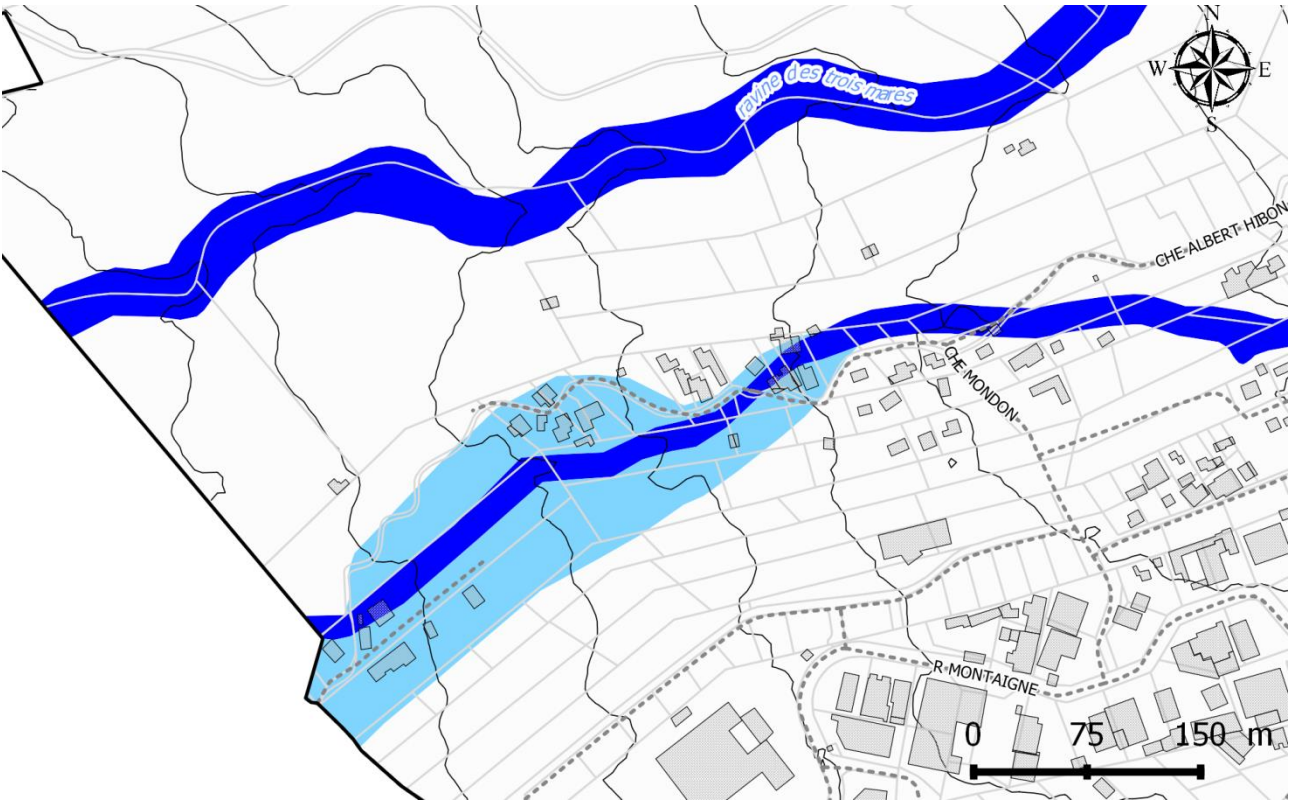
Le zonage inondation issu du PPRi approuvé le 30 avril 2012 (ravine sans nom, affluent de la ravine des Trois Mares) présentait un bandeau de 50 m à plus de 100 m de large, qui correspond à une zone de divagation des écoulements dans un secteur sans thalweg marqué. Dans le cadre de l'étude PGRI, environ 500 m à l'amont du secteur, le débit en crue centennale a été estimé à 20 m³/s.

Une visite de terrain a permis de préciser l'axe découlement principal et les zones de divagation potentielles lors de crues, notamment au niveau d'un radier récemment renforcé par les services techniques de la commune afin d'améliorer les conditions d'écoulement. Au droit de cet ouvrage, situé sur la route d'accès desservant les maisons du secteur (voie sans issue), les observations et mesures de terrain confirment qu'en cas de crue centennale, des débordements se produisent, notamment du fait des risques d'embâcle au droit du radier mais restent limités et principalement en rive droite (le long de la route) avec un retour progressif vers le lit de la ravine. Les récents travaux d'amélioration des conditions d'écoulement au niveau du radier permettent de limiter les débordements mais ne les résorbent pas intégralement. Un aléa moyen inondation est maintenu au droit des zones de diffluences constatées sur le terrain, notamment le long de la route à l'aval du radier. A l'aval, au droit de la limite communale avec Saint-Pierre, le lit est plus incisé (2 à 4 m de profondeur), sans risque de débordement.

Les observations de terrain montrent également la présence d'un lit rocheux (fond et berges) limitant le risque d'érosion, que ce soit lors de crues répétées dans le lit mineur mais également en cas de débordement lors d'une crue centennale (continuité latérale de formations en place rocheuses avec faible épaisseur de couverture de type sol meuble). Le zonage mouvements de terrain est précisé avec une mise en cohérence avec le zonage inondation (aléa élevé MVT calé avec l'aléa fort inondation). Une bande périphérique de 5 m en aléa moyen est appliquée en périphérie de l'aléa élevé MVT afin de tenir compte du principe de continuité des aléas et de l'incertitude limitée sur le recul érosif sur la période de référence du PPR (siècle à venir).

L'aléa inondation conditionne le zonage réglementaire avec la traduction en R1 des zones en aléas fort (principe d'inconstructibilité) et une zone B2 (principe de constructibilité sous conditions, notamment le respect d'une cote plancher du premier niveau au-dessus de la cote de référence de la crue centennale, à défaut 1 m) pour les terrains cartographiés en aléa moyen inondation sur un aléa faible mouvements de terrain. La bande de 5 mètres en aléa moyen mouvements de terrain est quant à elle traduite en B2u (principe de constructibilité sous réserve notamment d'étudier et d'intégrer les aléas dans le cadre du projet (via une étude technique)) car jugé sécurisable pour un projet à l'échelle de la parcelle.

Suite à l'enquête publique, ce secteur n'a pas fait l'objet de modification hormis quelques précisions ponctuelles le long de la Ravine Trois Mares suite à la requête d'un particulier. Le zonage réglementaire du PPR au droit de ce secteur a été globalement confirmé.



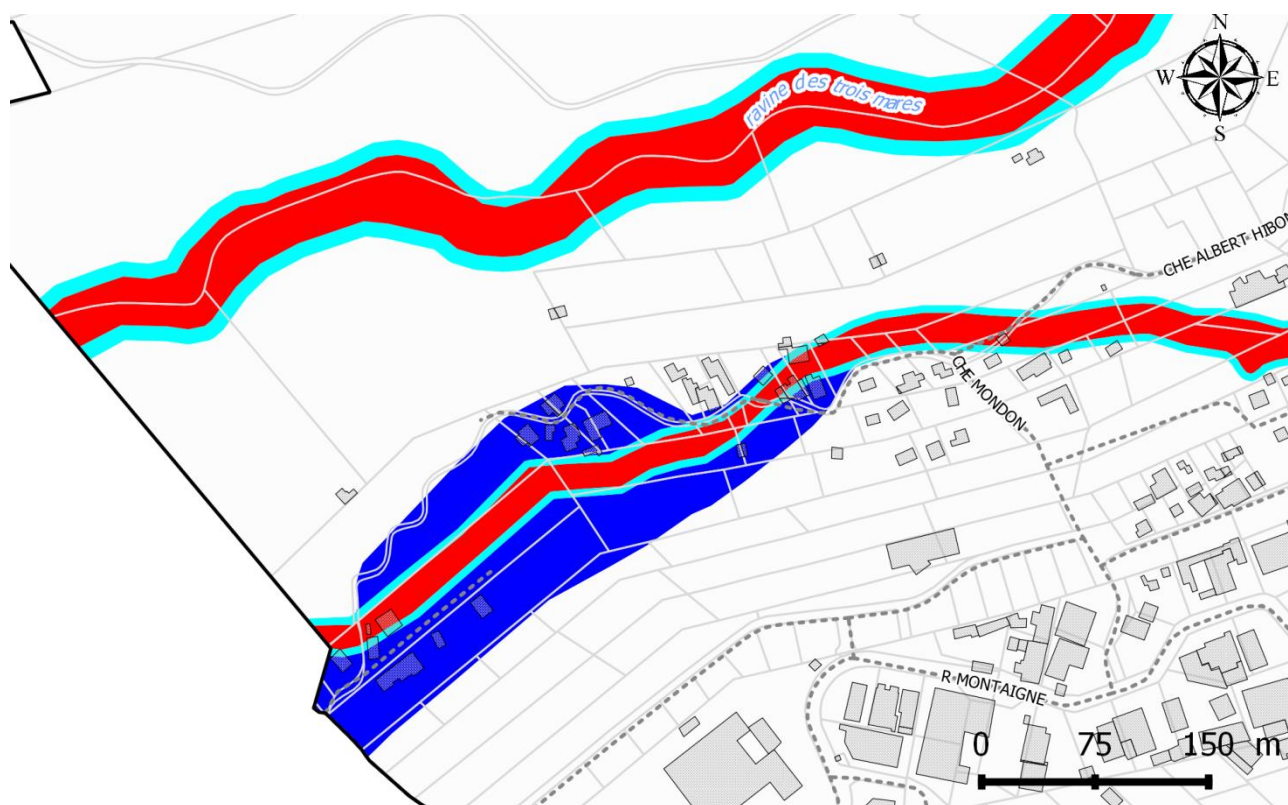


Figure 20 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et du projet de zonage réglementaire au droit du secteur de Trois-Mares.

Secteur Bras de Pontho – recul du rempart du Bras de la Plaine

La méthodologie de cartographie des aléas mouvements de terrain dans les configurations de recul de rempart s'appuie sur un retour d'expérience d'événements connus à La Réunion (cf. Nédellec & Cruchet, rapport BRGM/RP-56729-FR de juin 2008), avec l'intégration d'un pourcentage de la hauteur du rempart ($H/10$) en recul de la crête de ce dernier suivant le même niveau d'aléa, puis avec une décroissance des aléas (méthodologie également présentée et détaillée dans le guide PPR Réunion, DEAL, 2012).

Dans ce secteur, le versant sous la zone habitée du Bras de Pontho mesure entre 350 à 500 m de hauteur.

Le zonage mouvements de terrain dans ce type de configuration (en recul de grands remparts abrupts) intègre la méthodologie présentée dans le guide d'élaboration des PPR de la Réunion (DEAL, 2012), à savoir l'intégration de bandes d'aléas d'intensité décroissante en recul de la crête suivant un principe de « $H/10$ » - H étant la hauteur du rempart considéré.

Toutefois, après vérification, cette méthodologie ne semble pas systématiquement adaptée dans certaines configurations de recul de rempart et induit une incompréhension notamment dans les zones sans évolutions historiques connues ou dans certains contextes morphologiques de crête de rempart peu propices aux évolutions à court ou moyen terme (crête de forme linéaire, éloignement du lit vis-à-vis du pied de rempart limitant le risque de fragilisation en lien avec l'érosion). Dans ce type de configuration, la méthodologie de cartographie des aléas MVT proposée est adaptée afin de limiter l'impact du zonage sur les terrains en recul de rempart tout en conservant un zonage adapté aux évolutions possibles sur le siècle à venir. En effet, l'absence d'évolutions récentes de la crête des remparts ne permet pas d'exclure le risque d'évolution sur la période de référence du PPR, ce qui justifie le maintien de bandes de précaution en recul immédiat de la crête en lien avec la méthodologie actuelle.

Le secteur de l'encaissement du Bras de la Plaine, côté Tampon (jusqu'à Bois Court à l'amont approximativement) correspond à une configuration sans évolution marquée de la crête depuis plus de 60 ans qui permet d'adapter la méthodologie de cartographie des aléas MVT :

- l'analyse comparative des orthophotos disponibles entre 1950 et 2011 montre une crête de rempart avec un positionnement qui ne semble pas avoir évolué significativement (pas d'indice de recul à l'analyse comparative des photos aériennes), dans la limite de la précision des clichés orthophotos ;
- Aucun indice de fissuration en recul de la crête n'a été observé précisément dans les secteurs accessibles lors des reconnaissances de terrain pour l'élaboration des cartes d'aléas MVT et lors de la présente analyse.

L'adaptation de la méthodologie de cartographie des aléas MVT dans ce type de configuration tout en conservant un principe de prévention étant donné l'évolution toujours possible à l'échelle du siècle à venir, tient compte des instabilités potentielles pouvant affecter la crête de rempart, sur la période de référence. Les principes cartographiques retenus pour les terrains en recul du rempart du Bras de la Plaine sont les suivants (depuis la crête de rempart vers les terrains en recul) :

- réduction de l'aléa très élevé avec le maintien d'une bande d'aléa très élevé d'environ 10 m de large afin de couvrir la bande de terrain qui serait directement mobilisée en cas d'événement pouvant affecter la crête (premiers terrains mobilisés).
- maintien d'un bandeau équivalent à « $H/10$ » en aléa élevé, sur la base du principe méthodologique actuel, afin de traduire le recul potentiel sur la période de référence et ainsi conserver, dans la perspective du zonage réglementaire, une bande d'inconstructibilité

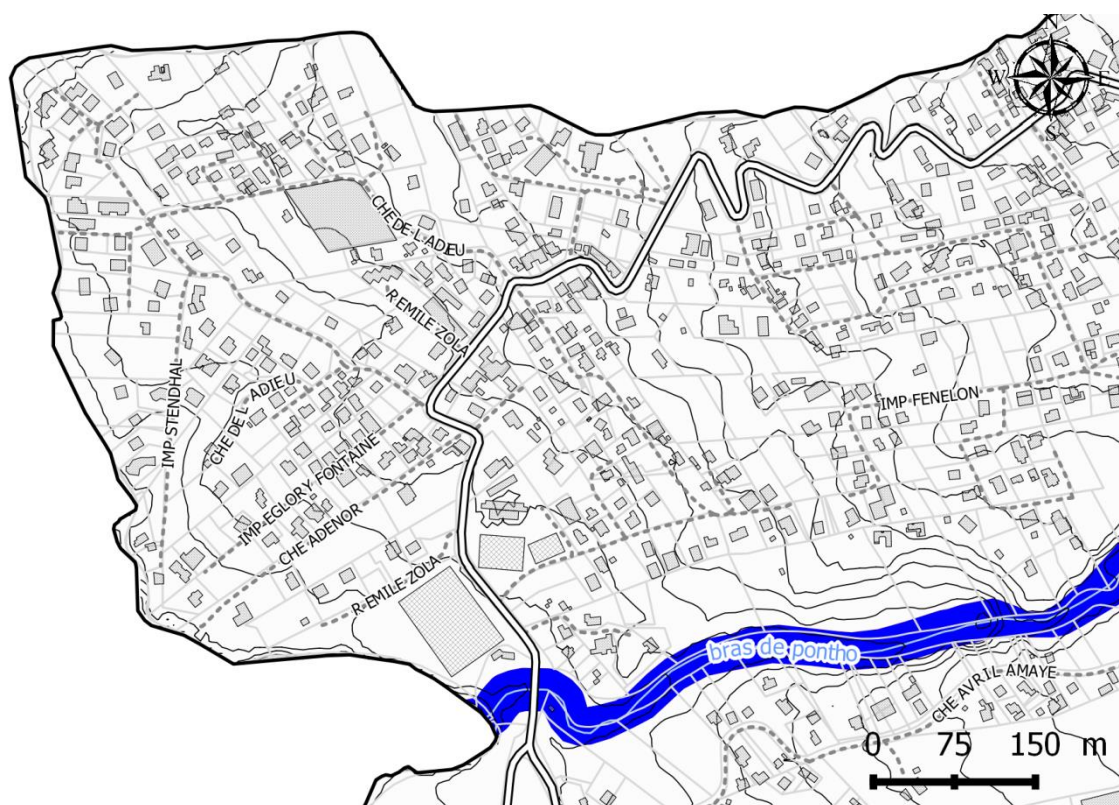
(aléa très élevé et élevé comprise) de largeur approximativement équivalente à ce ratio de H/10 (simplification de la compréhension pour les citoyens concernés).

- maintien du principe de graduation des aléas avec une bande d'aléa moyen forfaitaire de 10 m de large.

Le zonage mouvements de terrain en recul de rempart est transcrit dans le projet de cartographie réglementaire en R1 (zone d'inconstructibilité) pour l'aléa très élevé et élevé mouvements de terrain et en zone R2 (principe d'inconstructibilité, hormis une extension ponctuelle du bâti existant, limité à 20 m² de superficie) pour l'aléa moyen mouvements de terrain.

Les secteurs en B2u (principe de constructibilité sous réserve notamment d'étudier et d'intégrer les aléas dans le cadre du projet (via une étude technique)) intègrent l'aléa moyen mouvements de terrain jugé sécurisable (hors zone de recul de rempart, jugée non sécurisable).

Suite à l'enquête publique, ce secteur n'a pas fait l'objet de modification majeure hormis quelques précisions ponctuelles le long du Bras de Pontho, ainsi que très ponctuellement en recul de la crête du rempart. Le zonage réglementaire du PPR au droit de ce secteur a été globalement confirmé.



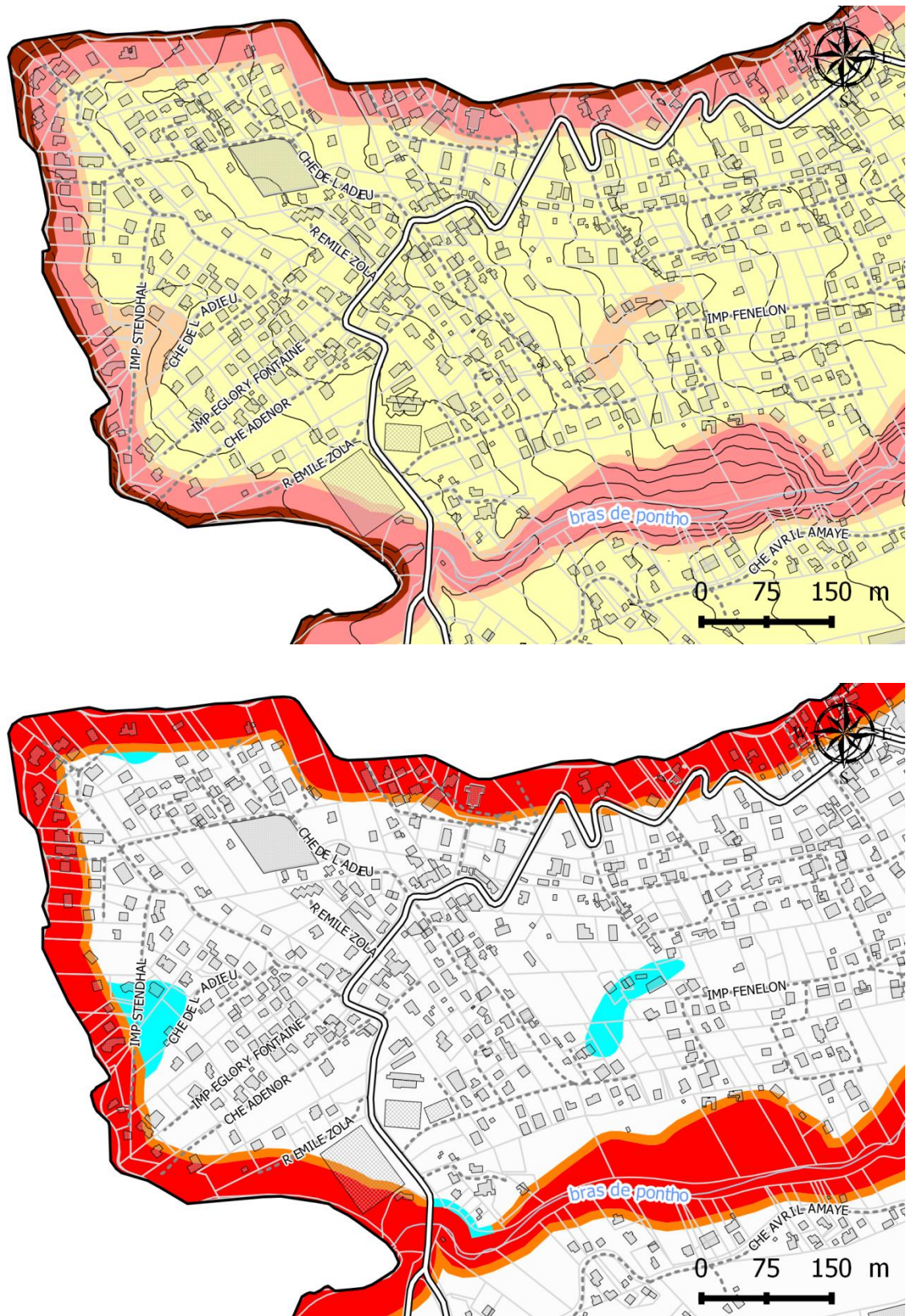


Figure 21 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et du projet de zonage réglementaire au droit du secteur du Bras de Poncho.

Secteur de 17^{ème}

La modélisation des écoulements en crue réalisée dans le cadre de l'étude PGRI a mis en évidence des diffluences en rive droite et en rive gauche du Bras d'Antoine (débit débordant estimé à plusieurs dizaines de m³/s, pour un débit de crue centennal dans le Bras d'Antoine de l'ordre de 185 m³/s), identifiées au niveau du pont de la Route des Caféiers. Ces résultats confirment les informations historiques connues pour ce secteur (débordement observée lors de Hollanda en 1994 dans ce secteur). Ces points de débordement ont été confirmés par une visite de terrain effectuée par le BRGM en concertation avec les services techniques municipaux en 2013 (cf. rapport RP-62299-FR, visite n°2, Desprez & Rey, 2013).

Concernant le secteur du chemin Barbot, en rive droite du Bras d'Antoine, la diffluence se divise en 3 bras et impacte par un aléa moyen inondation (hauteur d'eau et vitesse d'écoulement limitées) une surface significative du secteur. Une visite de terrain complémentaire effectuée en 2015 montre que l'urbanisation influence les écoulements qui pourraient se produire dans ce secteur. Le stade à l'amont du secteur ralentit les écoulements puis à l'aval le réseau routier, souvent situé en point bas, guide les écoulements (Chemin Barbot notamment). Des témoignages recueillis sur site confirment également les risques d'inondation dans ce secteur (événement historique pouvant également être lié à du ruissellement urbain). Ces observations et indications ont permis de préciser le zonage inondation au droit du secteur.

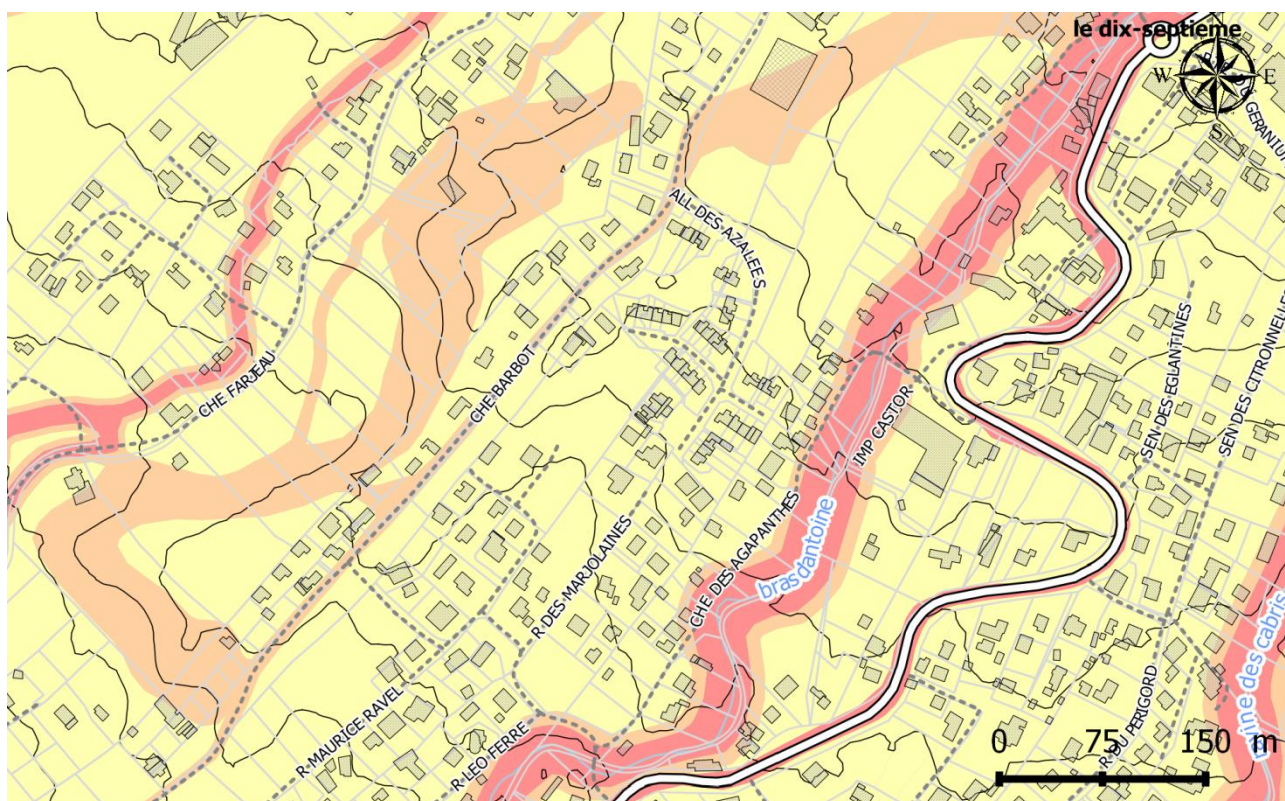
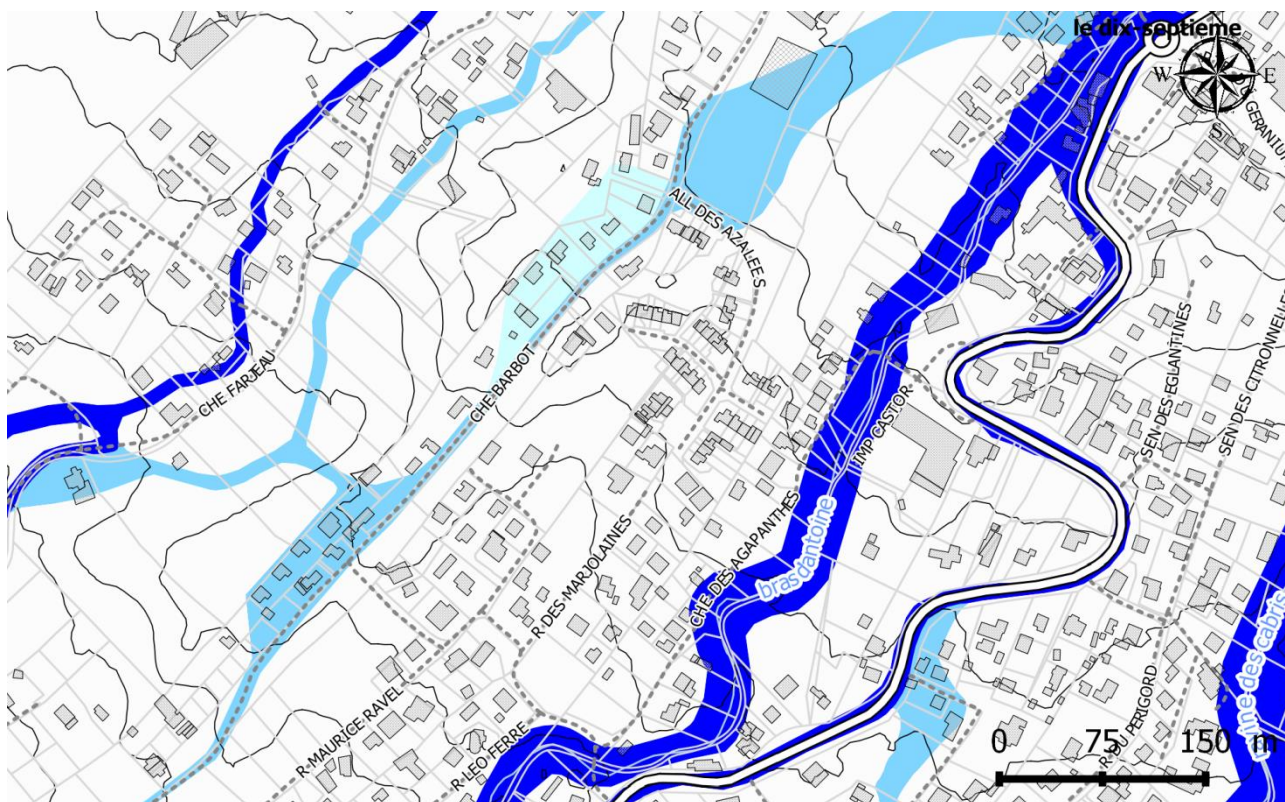
L'aléa moyen MVT est considéré au droit de cette zone d'écoulement liée au débordement du Bras d'Antoine pour tenir compte des risques de ravinement en cas de débordement. Le secteur du chemin Barbot, sur sa façade Ouest présente par ailleurs des pentes moyennes à fortes (de l'ordre de 25°), non aménagées, ni sécurisées qui justifient l'aléa moyen MVT.

Au droit du secteur du rond-point du 17^{ème}, la diffluence en rive gauche du Bras d'Antoine, suit la RN3 avant de rejoindre un thalweg existant à l'aval ainsi que la Ravine des Cabris via un thalweg urbanisé.

Suite à une visite de terrain en octobre 2016, l'aléa fort inondation impactant ce thalweg urbanisé dans le secteur du quatorzième a été déclassé en aléa moyen inondation (traduit en B2 au zonage réglementaire du PPR) du fait de nombreux obstacles en bordure de RN3 et au sein du thalweg, limitant les risques de franchissement et d'écoulement chenalisé.

La transcription réglementaire des aléas est dans ce secteur conditionnée par le zonage inondation. L'aléa moyen inondation (sans aléa mouvements de terrain) est cartographié en B2 (principe de constructibilité sous conditions, notamment le respect d'une cote plancher du premier niveau au-dessus de la cote de référence de la crue centennale, à défaut 1 m). La diffluence du rond-point du 17^{ème} étant en aléa fort inondation est transcrite en R1 (principe d'inconstructibilité). L'aléa moyen mouvements de terrain cartographié au niveau du chemin Barbot (risque d'érosion et de glissement), est jugé sécurisable et traduit en zone B2u (principe de constructibilité sous réserve notamment d'étudier et d'intégrer les aléas dans le cadre du projet (via une étude technique)).

Suite à l'enquête publique, ce secteur n'a pas fait l'objet de modification hormis dans le secteur du Chemin Barbot où les visites complémentaires de terrain ont permis de préciser le zonage des aléas ainsi que leur traduction réglementaire (cf. rapport BRGM RP-67204-FR, fourni en annexe 5 du dossier PPR pour le détail du compte-rendu de visite).



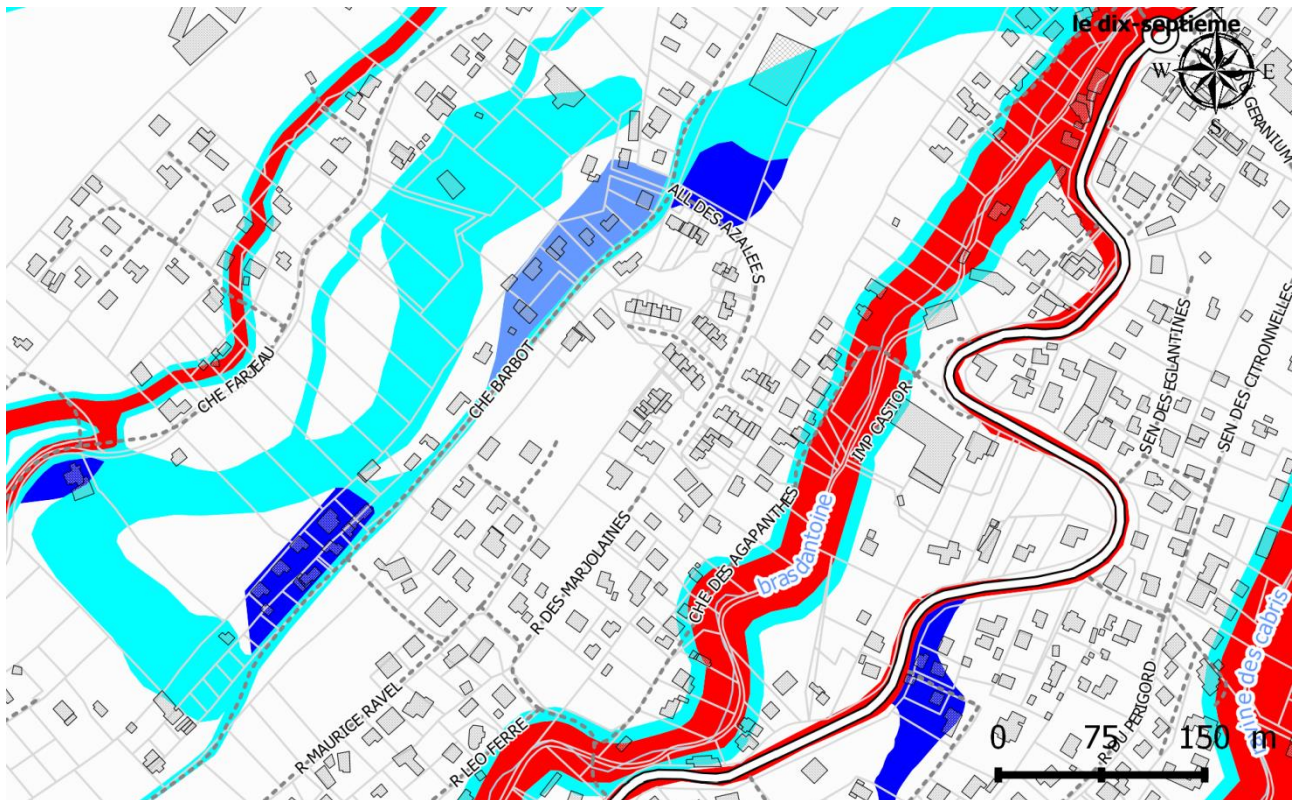


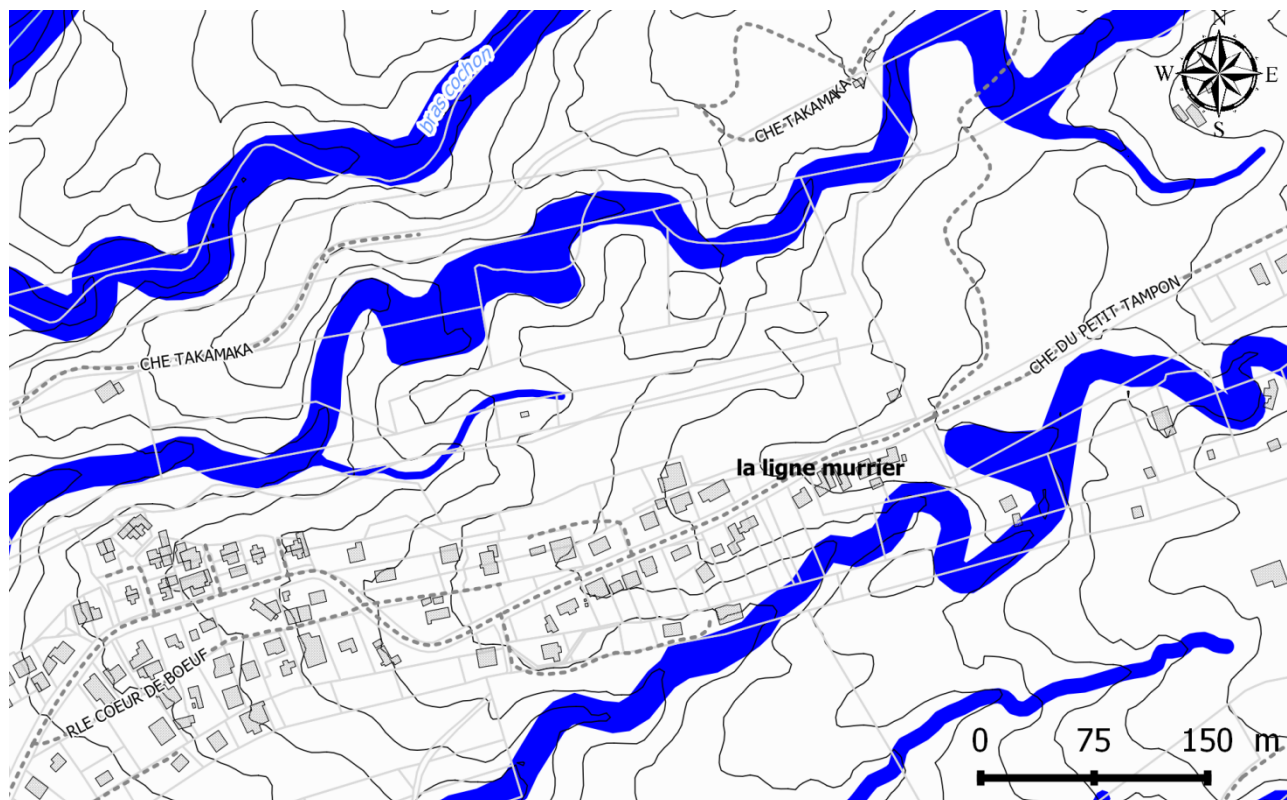
Figure 22 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et du projet de zonage réglementaire au droit des secteurs Chemin Barbot et rond-point du 17^{ème}

Secteur de la Ligne Murier

Ce secteur agricole est délimité au Nord par un affluent du Bras Cochon, mais n'est pas directement impacté par l'aléa inondation. L'aléa moyen MVT est justifié par la nature des terrains en place et les pentes moyennes à fortes (de l'ordre de 25 à 30° en moyenne) du secteur, marquées par des talus ponctuels (hauteur de l'ordre de 10 m sous le chemin communal du Petit Tampon ou encore en partie basse vers la ravine). Les talus terrassés en déblai, non confortés, permettent d'identifier la nature des terrains en place avec des formations basaltiques très altérées. Les observations de terrain montrent cependant la présence de plateformes ponctuelles permettant de limiter l'emprise de l'aléa moyen. Seules des précisions du zonage sont apportées au droit de ce secteur naturel en partie concerné par des activités agricoles potentiellement propices au déclenchement d'instabilités de type ravinement, voire de coulées de boues lors de fortes pluies.

L'aléa mouvements de terrain conditionne le zonage réglementaire du secteur, avec la traduction en R1 des zones en aléa élevé (principe d'inconstructibilité) et une zone R2 ou B2u pour les terrains cartographiés en aléa moyen. La distinction de traduction réglementaire pour les terrains cartographiés en aléa moyen MVT est définie en fonction de la capacité de sécurisation à l'échelle d'un projet d'aménagement au droit du secteur considéré. Les zones jugées non sécurisables sont classées en R2 au projet de zonage réglementaire (principe d'inconstructibilité, hormis une extension ponctuelle du bâti existant, limitée à 20 m² de superficie) et les zones jugées sécurisables sont classées en B2u au projet de zonage réglementaire (principe de constructibilité sous réserve notamment d'étudier et d'intégrer les aléas dans le cadre du projet (via une étude technique)).

Suite à l'enquête publique, ce secteur n'a pas fait l'objet de modification majeure hormis quelques précisions ponctuelles le long des ravines et un déclassement partiel de l'aléa moyen MVT le long du Chemin Takamaka. Le zonage réglementaire du PPR au droit de ce secteur a été globalement confirmé.



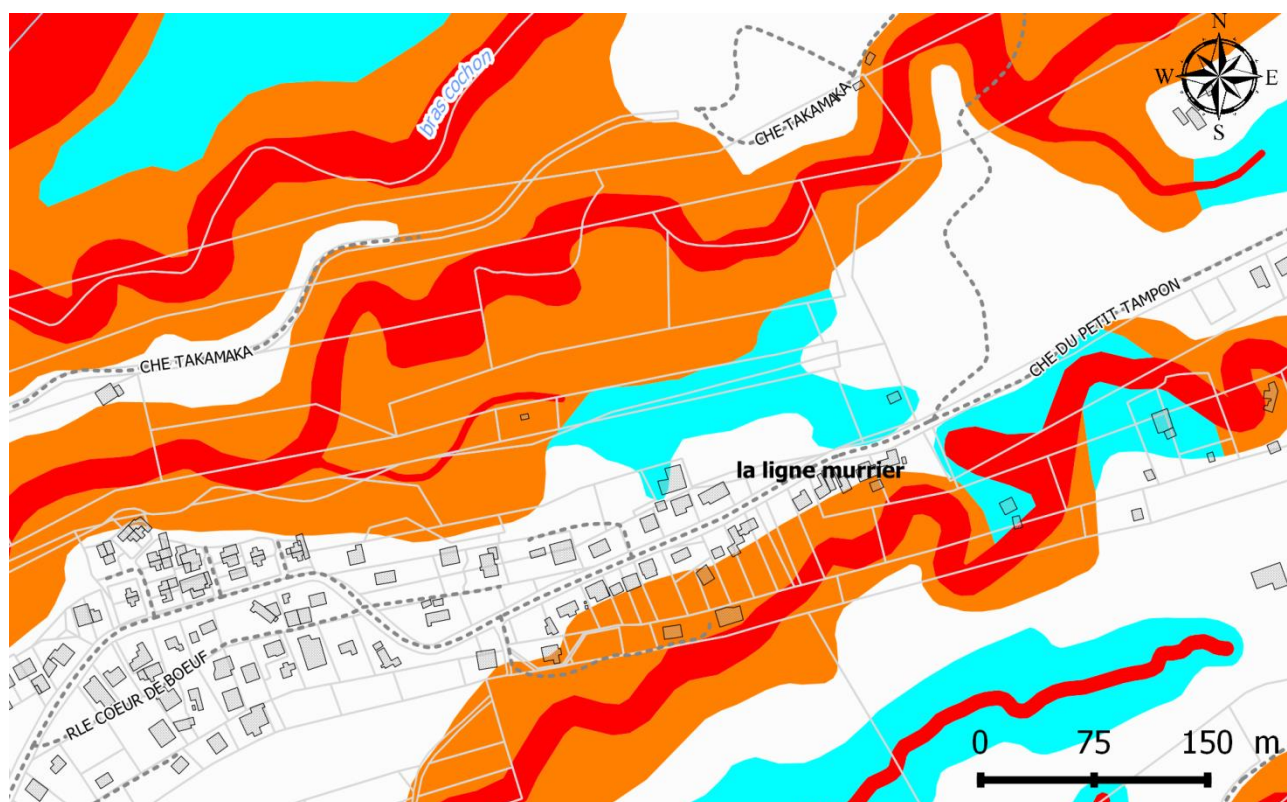
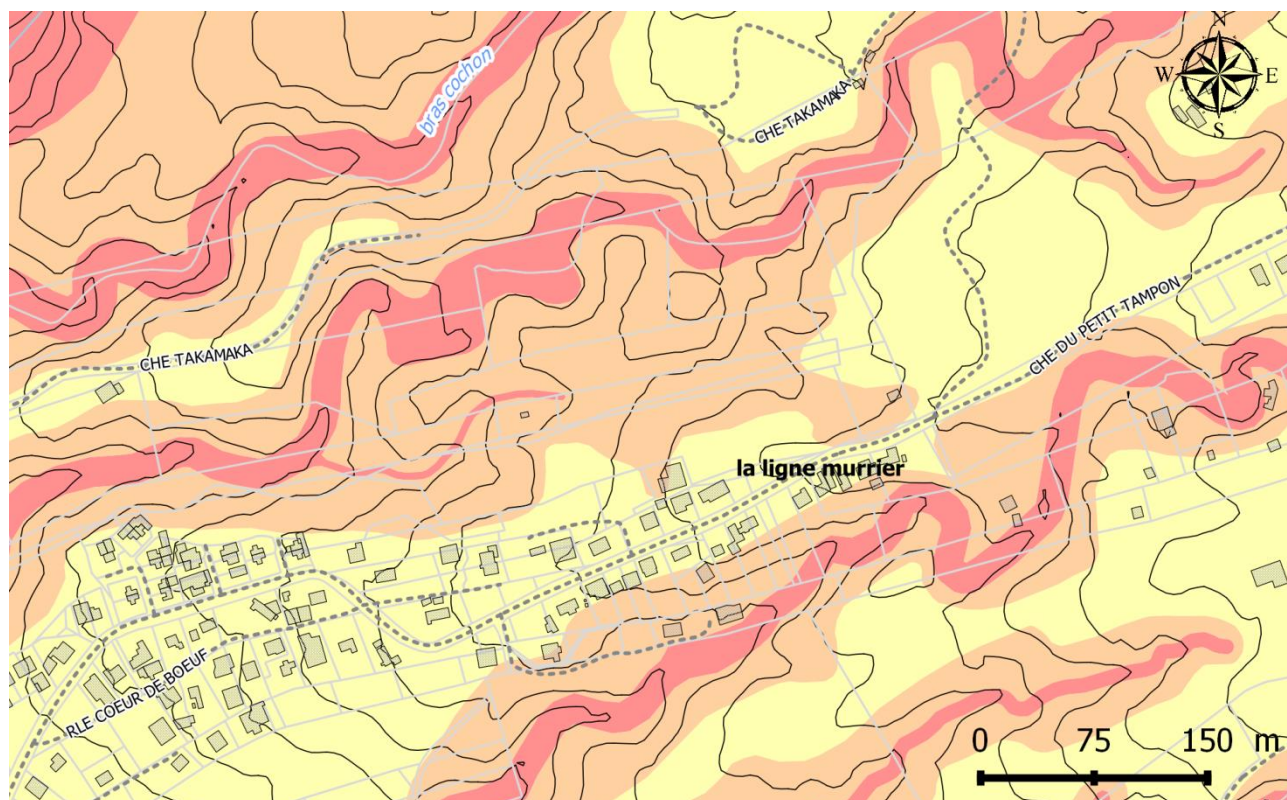


Figure 23 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et du projet de zonage réglementaire au droit du secteur de la ligne Murier.

6. Lexique des sigles et termes techniques

Sigles

I.C.P.E.	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
P.L.U.	Plan Local d'Urbanisme
P.O.S.	Plan d'Occupation des Sols
P.K.	Point Kilométrique
PPR	Plan de Prévention des Risques
PPRi.	Plan de Prévention des Risques Inondation
PPR MVT.	Plan de Prévention des Risques Mouvements de Terrain
P.R.	Point Repère
R.D.	Route Départementale
R.H.I.	Résorption de l'Habitat Insalubre
R.N.	Route Nationale
T.O.C.	Tempête – Ouragans – Cyclones
Z.A.C.	Zone d'Aménagement Concerté

Organismes / Administrations

B.C.T.	Bureau Central de Tarification
B.R.G.M.	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
C.A.H.	Commissariat à l'Aménagement des Hauts
C.I.R.A.D.	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
D.A.A.F.	Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
D.E.A.L	Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
E.M.Z.P.C.O.I.	Etat-Major de Zone de Protection Civile – Océan Indien
I.G.N.	Institut national de l'information géographique et forestière
I.N.S.E.E.	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
O.N.F.	Office National des Forêts
S.H.O.M.	Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

Termes techniques

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

Bassin de risque : Entité géographique homogène soumise à un même phénomène naturel.

Caldeira : Cuvette de grande dimension résultant de l'effondrement du cratère d'un volcan à la suite d'une éruption.

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.

Déclassement : modification de zonage **au titre du projet de PPR** (aléas, réglementaire) avec une réduction localisée de son emprise et/ou de son intensité.

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

Embâcle : Accumulation de matériaux transportés par les flots (végétation, rochers, véhicules automobiles, etc.) en amont d'un ouvrage, ou bloqués dans des parties resserrées d'une vallée (gorges étroites), gênant l'écoulement normal du cours d'eau.

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.

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

Mouvement de terrain : Phénomènes naturels tels que glissements de terrain, éboulements et chutes de blocs rocheux, coulées de boue, laves torrentielles, érosion, etc.

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

Pluviomètre : Instrument servant à mesurer la quantité d'eau de pluie tombée dans un lieu donné en un laps de temps donné.

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 : Pertes probables en vies humaines, en biens et en activités consécutives à la survenance d'un aléa naturel (risque = aléa X vulnérabilité).

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

Surclassement : modification de zonage **au titre du projet de PPR** (aléas, réglementaire) avec une augmentation localisée de son emprise et/ou de son intensité.

Talwegs (ou thalweg) : Zones en creux d'un terrain où peuvent s'écouler les eaux.

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.

7. Principaux textes officiels

7.1. 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 02 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 05 octobre 1995 relatifs aux plans de prévention des risques naturels prévisibles modifié par le décret 2005-3 du 4 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°2011.765 du 28 juin 2011 relatif à la procédure d'élaboration, de révision et de modification des PPR naturels.

7.2. 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 adaptation des constructions en zones inondables ;
6. La circulaire du 03 juillet 2007 relative à la consultation des acteurs et la concertation avec la population pour l'élaboration des PPR ;
7. La circulaire du 28 novembre 2011 relative à la procédure d'élaboration, de révision et de modification de PPR naturels.

7.3. PUBLICATION DE GUIDES

1. Guide général « Plans de Prévention des Risques (PPR) naturels prévisibles » (paru à la documentation Française – 1997) ;
2. Guide méthodologique « Plans de Prévention des Risques (PPR) de « mouvements de terrain » (paru à la documentation Française – 1999) ;
3. Guide méthodologique « Plans de Prévention des Risques (PPR) – Risques inondation » (paru à la documentation Française – 1999) ;
4. Guide d'élaboration des « Plans de Prévention des Risques Naturels à La Réunion » – d'août 2012 (document édité par la DEAL de la Réunion).

8. Annexe : bilan de la concertation établi pour le lancement de l'enquête publique en novembre 2016