



DEPARTEMENT DE LA REUNION

Commune de Saint-Pierre

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES

« *Inondation et mouvements de terrain* »

NOTE DE PRESENTATION

Février 2016

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	9
1.1.	Organisation de la gestion des risques.....	9
1.2.	Prévention des risques naturels	9
1.3.	Plan de prevention des risques (PPR) naturels	11
1.4.	Catastrophes naturelles MAJEURES à la Réunion.....	11
2.	PRESENTATION DU PPR	13
2.1.	Contexte réglementaire du PPR	13
2.2.	Procédure réglementaire	14
2.2.1.	Secteurs géographiques concernés	14
2.2.2.	Etat des démarches menées	14
2.3.	Assurances et infractions au PPR	18
2.3.1.	Rappel du régime d'assurance en vigueur	18
2.3.2.	Infractions au PPR et sanctions.....	20
2.4.	Expropriation et Mesure de sauvegarde	21
2.5.	Responsabilités	21
2.5.1.	Etablissement du PPR	21
2.5.2.	Autorisation d'occuper le sol	21
3.	PRESENTATION DE LA COMMUNE	23
3.1.	Contexte de la zone d'étude	23
3.1.1.	Situation géographique	23
3.1.2.	Contexte géomorphologique.....	24
3.1.3.	Contexte climatique	24
3.1.4.	Réseau hydrographique	29
3.1.5.	Contexte géologique	32
3.2.	Enjeux et vulnérabilité	39
4.	HISTORICITE ET CARACTERISATION DES PHENOMENES NATURELS	41
4.1.	Phénomènes historiques	41
4.2.	Arrêtés de catastrophes naturelles	43
4.3.	Caractérisation des phénomènes mouvements de terrain	44
4.3.1.	Chutes de pierres, de blocs et éboulements (P)	45
4.3.2.	Glissements de terrain et coulées de boue associées (G)	47
4.3.3.	Érosion et ravinement (E)	50

4.4.	Caractérisation des phénomènes d'inondation	51
5.	CARACTERISATION ET CARTOGRAPHIE DES ALEAS	55
5.1.	Définitions et notions générales.....	55
5.1.1.	Notion d'intensité et de fréquence	55
5.1.2.	Remarques relatives aux règles de zonage	56
5.2.	Aléa inondation	57
5.2.1.	Méthode d'évaluation de révision de l'aléa.....	57
5.2.2.	Caractérisation de l'aléa inondation	58
5.3.	Aléa mouvements de terrain.....	59
5.3.1.	Méthode d'évaluation de l'aléa	59
5.3.2.	Facteurs de prédisposition et facteurs non permanents	60
5.3.3.	Méthodologie d'évaluation de l'intensité	60
5.3.4.	Qualification de l'aléa mouvements de terrain.....	62
5.4.	Exemples des cartographies d'aléas et du zonage réglementaire au droit de secteurs à enjeux de la commune	64
6.	LEXIQUE DES SIGLES ET TERMES TECHNIQUES	81
7.	PRINCIPAUX TEXTES OFFICIELS	83
7.1.	Législation - Réglementation	83
7.2.	Principales circulaires.....	83
7.3.	Publication de guides	83

Liste des figures

Figure 1 : Délimitation du territoire communal de Saint-Pierre (Fond ©IGN scan100®-2010)-----	23
Figure 2 : Précipitations moyennes annuelles sur la période 1970-2009 (source : ©Météo France)-----	25
Figure 3 : Régions pluviométriques déterminées par ©Météo-France Réunion (2010)-----	26
Figure 4 : Localisation des stations météo à proximité de Saint Pierre (©IGN Scan100® - 2010)-----	27
Figure 5 : Principaux cours d'eau de la commune de Saint-Pierre (Source: rapport provisoire RE04-031 PPR Inondation – rapport de présentation – Juillet 2010 ©Hydrétudes)-----	30
Figure 6 : Réseau hydrographique de Saint-Pierre (source : BDtopo2012®, fond ©IGN scan100® - 2010)-----	32
Figure 7 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de la commune de Saint-Pierre (source : ©BRGM, fond ©IGN scan100® - 2002)-----	33
Figure 8 : Perspective morpho-géologique schématique de La Réunion (Raunet, 1991)-----	34
Figure 9 : Formes d'érosion des tufs au niveau de l'escarpement en bordure de la RD26-----	36
Figure 10 : Carte morpho-pédologique à l'échelle du 1/50 000 (source : ©CIRAD (Raunet, 1991), fond ©IGN scan100® - 2002)-----	38
Figure 11 : Chute d'un bloc isolé-----	46
Figure 12 : Eboulement-----	46
Figure 13 : Eboulement de 200 m ³ sur le sentier La Corde- St Pierre (rapport BRGM RP-64189-FR)-----	46
Figure 14 : Représentations schématiques des principaux types de glissement (source : ©BRGM, www.bdmvt.net)-----	47
Figure 15 : Représentation schématique du glissement-coulée (exemple de Montauban, 1993 – cf. ci-après)-----	48
Figure 16 : Glissement de terrain à Saint-Pierre, Secteur Mont Vert les Huats, Ravine des Cafres- Juin 2012 (rapport BRGM/RP-61320-FR)-----	49
Figure 17 : Possibilité de déplacement des personnes en fonction des caractéristiques d'écoulement (source : Guide PPRi ruissellement péri-urbain M.E.D.D.E.)-----	52
Figure 18 : Destruction du pont aval de la Rivière St Etienne suite aux crues lors du passage du cyclone Gamède en février 2007 (DDE Sud Réunion)-----	53
Figure 19 : Chemin de Bassin-Plat soufflé sur plus de 300 m par les eaux de la rivière d'Abord suite au passage du cyclone Clotilda, 1987-----	53
Figure 20 : Inondation au niveau de la ravine blanche ZI1- Dina 2002 (Source : photographie ORE)-----	54
Figure 21 : Exemple de représentation de la notion de continuité du niveau d'aléa mouvements de terrain-----	56
Figure 22 : Principe de décroissance de l'intensité du phénomène chute de blocs avec l'éloignement de la source de départ-----	61
Figure 23 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et de la carte réglementaire au droit de l'exutoire de la Ravine Blanche-----	68
Figure 24 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et de la carte réglementaire au droit de Bassin Plat-----	72
Figure 25 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et de la carte réglementaire au droit de l'exutoire de la Rivière d'Abord – Centre-ville-----	76
Figure 26 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et de la carte réglementaire au droit de Grand Bois-----	78
Figure 27 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et de la carte réglementaire au droit de la ZI n°4-----	80

Liste des tableaux

Tableau 1 : Evénements historiques majeurs survenus à la Réunion -----	11
Tableau 2 : Précipitations journalières décennales et centennales issues du GEDC, 1992 (en mm) -----	27
Tableau 3 : Cumul de pluie moyen par jours entre 1981 et 2010 (source : Bulletin climatologique 2012 – Météo France) -----	28
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 2005 à 2011 observés sur la station de la Ligne Paradis. -----	28
Tableau 5 : Tableau récapitulatif des données hydrographiques -----	31
Tableau 6 : Evolution de la population de Saint Pierre (source : ©I.N.S.E.E.) -----	39
Tableau 7 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelles sur la commune de Saint-Pierre (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 11/06/2014) -----	43
Tableau 8 : Liste des cyclones notables selon Météo-France -----	44
Tableau 9 : Caractérisation de l'aléa inondation pour la crue centennale en fonction des vitesses et des hauteurs d'eau -----	58
Tableau 10 : Type de phénomène rencontrés en fonction des catégories de terrain -----	60
Tableau 11 : Intensité du phénomène -----	61
Tableau 12 : Codification des aléas mouvements de terrain selon l'intensité -----	62
Tableau 13 : Caractérisation du niveau d'aléa mouvements de terrain en fonction de l'intensité du phénomène -----	63
Tableau 14 : Principe de traduction réglementaire des aléas du projet de PPR de Saint-Pierre -----	64

Préambule

Ce dossier est le **Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPR) inondations et mouvements de terrain de la commune de Saint-Pierre**. Il a été établi conformément aux dispositions législatives instituées par la loi « Barnier » n° 95-101 du 2 février 1995 complétée par la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 (transposée notamment dans les articles L.562.1 à L.562.9 du code de l'environnement) et aux dispositions réglementaires issues du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 (modifiées par le décret n°2005-4 du 4 Janvier 2005 et le décret n°2012-765 du 28 juin 2012).

Ce dossier comporte plusieurs documents informatifs et réglementaires :

✓ les documents informatifs :

- des cartes de localisation des phénomènes naturels historiques (inondations et mouvements de terrain) à l'échelle du 1/22 500 ;
- une cartographie des aléas naturels (inondations et mouvements de terrain) à l'échelle du 1/22 500 et du 1/5 000 dans les zones à enjeux (10 planches) ;
- une cartographie des équipements sensibles (enjeux) et des zones à enjeux sécurisables de la commune à l'échelle 1/22 500.

✓ les documents réglementaires :

- la note de présentation, décrivant succinctement le territoire de Saint-Pierre et les phénomènes naturels qui le concernent, ainsi que les règles méthodologiques adoptées ;
- une cartographie du zonage réglementaire à l'échelle du 1/ 22 500 et du 1/5 000 dans les zones à enjeux ;
- 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.

Saint-Pierre, commune peuplée de 81769 habitants (population recensée par l'INSEE en 2014), 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, ancienne Direction Départementale de l'Équipement) l'élaboration d'un PPR multirisques (« inondations et mouvements de terrain ») de la commune de Saint-Pierre.

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 de Saint-Pierre 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 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 des articles L.741-1 à L.741-5.

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

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

1.3. PLAN DE PREVENTION DES RISQUES (PPR) NATURELS

Le nouveau dispositif instauré par la loi « Barnier » du 2 février 1995 donne au préfet la possibilité d'agir rapidement sans ôter aux collectivités leurs responsabilités, ni leurs obligations. Les Plans de Prévention des Risques permettent d'interdire ou de réglementer les constructions et aménagements en situation de risque, ou en situation d'aggraver directement ou indirectement les risques pour l'environnement.

La commune de Saint-Pierre ne possède pas à l'heure actuelle de Plan de Prévention des Risques approuvé. Un arrêté préfectoral n° 2009-1794 SG/DRCTCV du 30 juin 2009 prescrivait l'établissement d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles relatif aux phénomènes d'inondation sur le territoire de la commune de Saint-Pierre. Cet arrêté a été abrogé par l'arrêté préfectoral n° 2015-410/SG/DRCTCV en date du 12 mars 2015 (article 2) qui prescrit l'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles relatif aux phénomènes d'inondations et de mouvements de terrain.

Sont pris en compte dans la présente élaboration du Plan de Prévention des Risques de la commune de Saint-Pierre 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	Février 1998 tempête Anacelle : 1 mort ; dégâts importants
Janvier 1948 Cyclone : 16 morts ; dégâts énormes	Janvier 2002 cyclone Dina : 2 morts, dégâts très importants
Février 1962 cyclone Jenny : 36 morts ; dégâts importants	Mars 2006 Tempête tropicale modérée Diwa : 4 morts, pluies importantes
Janvier 1966 cyclone Denise : 3 morts ; dégâts importants	Février 2007 Cyclone Gamède : 2 morts, dégâts importants
Janvier 1980 tempête Hyacinthe : 25 morts ; 1 milliard de francs de dommages	Janvier 2014 Cyclone Béchisa : 1 mort, dégâts importants
Février 1987 tempête Clotilda : 9 morts ; dégâts très importants (109 millions de francs sur St Denis)	
Janvier 1989 cyclone Firinga : 4 morts ; dégâts très importants	
Janvier 1993 cyclone Colina : 2 morts ; dégâts importants	

Tableau 1 : Evénements historiques majeurs survenus à la Réunion

2. Présentation du PPR

2.1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE DU PPR

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

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

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

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

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° 2015-410/SG/DRCTCV en date du 12 mars 2015.

Cet arrêté précise dans son article 1 que le périmètre mis à l'étude concerne l'ensemble du territoire de la commune de Saint-Pierre, et, dans son article 3, 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. Etat des démarches 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 :

- Octobre 2004 : Lancement des études de PPR inondations sur la planèze Tampon-Saint-Pierre puis dissociation des procédures en juin 2009 ;
- 2008 à 2012 : phase technique d'élaboration des cartes d'aléas mouvements de terrain ;
- 30 juin 2009 : prescription du PPR inondations sur la commune de Saint-Pierre ;
- 24 décembre 2009 : porter à connaissance de l'aléa inondation à l'échelle communale ;
- 06 mai 2011 : porter à connaissance de l'aléa inondation sur Ravine Blanche (suite aux résultats d'une modélisation 2D établie par Hydrétudes en 2010) ;
- de fin 2008 à avril 2012 : études PGRI Planèze Tampon – Saint-Pierre (étude Safège) ; puis mise en cohérence raisonnée PPRI/PGRi par le BRGM (cf. rapport BRGM RP-62299-FR d'avril 2013) ;
- 26 septembre 2013 : présentation aux services de la mairie du projet de cartographie des aléas inondation et mouvement de terrain mis en cohérence ;

- 18 septembre 2014 : réunion de relance du projet de PPR inondation et mouvement de terrain, sous présidence du sous-préfet de Saint-Pierre ; présentation par la commune de ses observations techniques sur les cartes d'aléas : confirmation de la volonté commune d'aboutir à un PPR approuvé avant fin 2015 ;
- Octobre 2014: analyse des demandes de précision de la commune sur les cartes d'aléas et précision des zonages d'aléas (cf. rapport BRGM RP-64033-FR d'octobre 2014) ;
- 18 décembre 2014 : présentation du projet de règlement et de carte réglementaire du PPR sur la commune de Saint-Pierre ;
- **3 février 2015 : porter à connaissance des aléas inondation actualisé et mouvements de terrain ;**
- Février - Mars 2015 : Concertation entre la DEAL et les services municipaux, avec un travail de précision des aléas et du projet de carte réglementaire au droit des enjeux communaux ;
- **12 mars 2015 : arrêté préfectoral n°2015-410/SG/DRCTCV prescrivant un PPR mouvements de terrain et inondation sur le territoire communal de Saint-Pierre ;**
- **Avril-Mai 2015 : finalisation du projet PPR** pour le lancement de la phase de consultation officielle : pièces écrites (présente note, règlement), documents cartographiques (aléas, réglementaire) et annexes.

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

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

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

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

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

La phase des consultations officielles sur le projet de PPR multi-risques de Saint-Pierre

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

- **Du 26 mai 2015 au 1^{er} août 2015** : consultations officielles des partenaires associés : conseil municipal, CIVIS, chambre d'agriculture, ONF et DAAF.

Conformément à l'article 6 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 le 07 avril 2015 et tenue à la disposition des administrés par ces derniers.

Par ailleurs, une publication réalisée par la commune de Saint-Pierre dans la presse locale (Journal de l'île de la Réunion du 14 mai 2015) a précisé aux saint-pierrois que celui-ci était mis à disposition à la Direction de l'Aménagement et du Territoire, consultable pendant toute la durée de la concertation, aux jours et heures habituels d'ouverture de la mairie.

Un bilan de la concertation mise en œuvre dans le cadre de l'élaboration du projet de PPR conformément aux articles 5 et 6 de l'arrêté préfectoral de prescription est joint en annexe 5 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 de Saint-Pierre

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°1683/SG/DRCTCV/BCLU du 15 septembre 2015 a prescrit l'ouverture, sur le territoire de Saint-Pierre, d'une enquête publique, au titre du code de l'environnement, concernant le projet de Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles relatif aux phénomènes d'inondations et de mouvements de terrain.

Préalablement au lancement de l'enquête publique, quatre réunions publiques d'informations et d'échanges, organisée par l'État, maître d'ouvrage du projet de PPR, se sont tenues les 22 et 30 septembre et les 1er et 8 octobre 2015, y ont été conviés respectivement à la mairie de Saint-Pierre, à Grand Bois, à Montvert-les-Bas et à Bois d'Olivres, en présence du maître d'ouvrage représenté par la DEAL ainsi que du BRGM. Y sont conviés les représentants de la commune et les commissaire-enquêteurs.

L'enquête publique s'est déroulée du 19 octobre au 19 novembre 2015 et a été prorogée jusqu'au 30 novembre 2015 (43 jours consécutifs), sous la supervision de Mme Dany ANDRIAMAMPANDRY, commissaire-enquêteur. Les pièces du dossier PPR ainsi qu'un registre d'enquête ont été mis à la disposition du public à l'hôtel de ville ainsi que dans les mairies annexes de Mont Vert Les Hauts et de La Ravine des Cabris, pendant la durée de l'enquête. La commissaire-enquêteur a pu recueillir 72 observations, consignées dans les registres mis à leur disposition, au cours des 16 permanences tenues.

La commissaire-enquêteur a donné un avis favorable au projet de PPR « inondation et mouvements de terrain » de la commune de Saint-Pierre dans son rapport rendu le 21 décembre 2015.

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 les 8 et 10 décembre 2015 pour affiner les zonages au droit et aux abords d'une quarantaine de parcelles, 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 6 du PPR approuvé (rapport BRGM n°RP-65456-FR de décembre 2015).

Une copie du rapport du commissaire-enquêteur est consultable pendant un an à la mairie de Saint-Pierre ainsi qu'à la préfecture de Saint-Denis.

La phase post-enquête publique pour le projet de PPR multi-risques de Saint-Pierre

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.

Par ailleurs, suite aux observations formulées lors de l'enquête publique, aux vues de 1/ l'ancienneté du document d'urbanisme de la commune (PLU approuvé en 2005 avec quelques modifications dont la dernière datant de 2014), 2/ du développement de l'urbanisation au sein du territoire communal en dehors des zones U ou Au de son PLU actuel ; l'approche de délimitation du contour SUES s'est focalisée sur la sécurisation possible à l'échelle de projets des secteurs concernés en vue d'une traduction réglementaire des terrains classés en aléa moyen MVT en zone réglementaire B2u.

De plus, un assouplissement de la traduction réglementaire de l'aléa fort inondation, conditionné uniquement par de fortes hauteurs d'eau (hauteur d'eau comprises entre 1 et 2 m et vitesses d'écoulement inférieures à 1 m /s) dans les centres urbains les plus anciens de la commune, a été intégré (création de la zone réglementaire R1B1).

Un centre-urbain se caractérise notamment par son histoire, une occupation du sol de fait importante, une continuité bâtie et la mixité des usages entre logements, commerces et services. Les dispositions de la circulaire interministérielle Equipement/Environnement du 24/04/1996 visent à concilier la prévention des risques et la nécessité d'assurer la continuité de vie et le renouvellement urbain, tout en permettant de réduire la vulnérabilité des personnes exposées. Ces zones concernent une partie du centre-ville de Saint-Pierre, inondable par les débordements de la Ravine Blanche à son exutoire.

Ces zones correspondent à des terrains exposés aux débordements qui se remplissent selon un processus progressif qui permet la mise en œuvre de mesures de sauvegarde de la population. Les vitesses d'écoulement des eaux à l'intérieur de ce périmètre sont faibles et resteront compatibles avec le déploiement de moyens de secours et d'évacuation. Ces zones spécifiques bien qu'inconstructibles, peuvent néanmoins accepter une densification de l'habitat en élévation à emprise au sol constante, dans le respect des dispositions de la circulaire du 24/04/1996, sous réserve que leur incidence hydraulique soit négligeable et que les surfaces au niveau du sol n'accueillent aucun local à sommeil ou établissement sensible. La faculté offerte par le règlement du PPR de densifier le secteur du centre-ville repose sur les mesures de sauvegarde et de prévention prescrites par le règlement.

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 menacé 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

Saint-Pierre, se situe dans le Sud-Ouest de l'île de La Réunion, sur les pentes externes ainsi que sur la bordure littorale du massif volcanique du Piton de la Fournaise. Cette commune s'étend sur une superficie de 96km², soit moins de 3.8 % de la surface totale de l'île de La Réunion.

Avec 81769 habitants recensés en 2014 et une densité de 837.1 habitants par km² (INSEE 2011), la ville de Saint-Pierre a observé une augmentation de sa population de l'ordre de 1.2 % entre 2006 et 2011.



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

Le territoire de Saint-Pierre s'étend selon un axe Ouest-Est. Il se délimite à l'Ouest par la rivière Saint-Etienne et à l'Est par la ravine de l'Anse. Au nord ses limites tendent à épouser la ligne d'égale altitude des 400 m excepté à l'est où une frange du territoire s'étend jusqu'à la rivière des remparts jusqu'au point culminant à 1629 mètres NGR au « Camp Mussard ». Saint-Pierre est limitrophe avec les communes du Tampon au nord, de Saint-Louis et de L'Entre-Deux à l'Ouest et de la commune de Petite Ile sur sa bordure Ouest.

Saint-Pierre est incluse au sein de la Communauté Intercommunale des Villes Solidaires (CIVIS).

3.1.2. Contexte géomorphologique

La commune de Saint-Pierre s'étend sur deux entités géomorphologiques. La quasi-totalité de son territoire siège sur les flancs du volcan du Piton de la fournaise ou planèze, et une petite partie de son territoire à l'ouest s'étend sur une plaine alluviale qui n'est autre que le cône de déjection de la Rivière Saint-Etienne. Son territoire longe les côtes au sud sur près de 15 km et s'étend ponctuellement jusqu'au sommet de l'encaissement en rive droite de la Rivière des Remparts à 1600 mètres d'altitude.

Les 2 principales unités géomorphologiques se distinguent de la manière suivante :

- la plaine alluviale à faible déclivité où s'implantent surtout les industries et l'agriculture bien qu'on y trouve le quartier de Pierrefonds. Constituée d'alluvions récentes et anciennes elle résulte des dépôts successifs issus de processus d'érosion en amont de la rivière Saint-Etienne ;
- la planèze sur laquelle on observe la majorité de l'urbanisation de la commune, forme héritée des anciennes phases d'épanchement volcanique du Piton de la Fournaise, orientée nord-est/sud-ouest et dont la déclivité varie de l'Ouest à l'Est. Les pentes à faible déclivité se localisent aux abords immédiats de la plaine alluviale, puis elles prennent de plus fortes valeurs (jusqu'à 40% de déclivité au niveau du Piton de Mont Vert) à mesure que l'on progresse vers l'Est. Cette planèze est disséquée par des cours d'eau et rivières notamment à l'est du territoire où ces dernières sont par ailleurs très encaissées (rivière d'Abord, 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, les vents dominants proviennent du secteur Est-Sud-Est (alizés), avec toutefois des variations saisonnières et localisées selon les facteurs orographiques et thermiques. La commune de Saint-Pierre, située dans le Sud-Ouest de l'île, est protégée par les hauts reliefs de l'île et se retrouve « sous le vent » de l'alizé. Ce territoire est donc davantage affecté par des brises de pentes nocturnes (vent soufflant de la terre vers la mer) de secteur est et des brises diurnes (vent soufflant de la mer vers la terre) de secteur ouest et sud-ouest.

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).

Située sur la côte « sous le vent », la commune de Saint-Pierre affiche des valeurs de pluviométrie bien moindre que les territoires de la côte « au vent ». Les précipitations moyennes annuelles dans le secteur de Saint-Pierre ne dépassent pas 2 500 mm en altitude (Atlas climatique de la Réunion, Météo France 2000, cf. Figure 2).

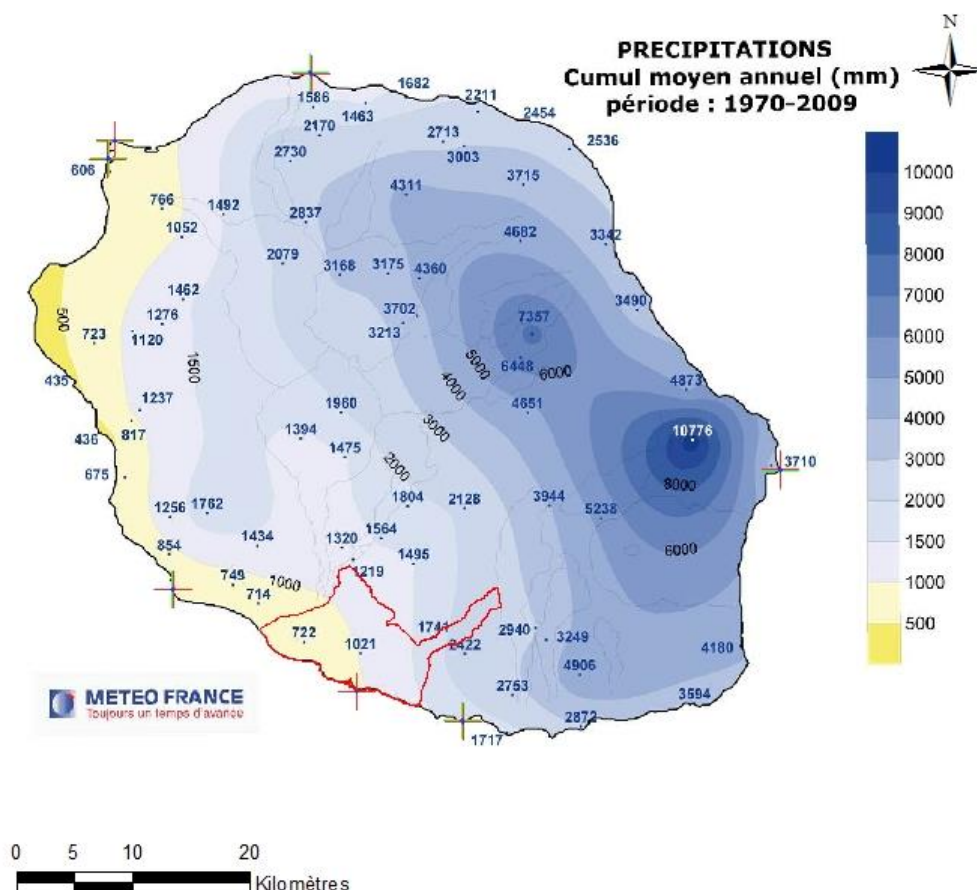


Figure 2 : Précipitations moyennes annuelles sur la période 1970-2009 (source : ©Météo France)

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 de Saint-Pierre est concernée par les régions 1, 2 et 6 :

- La région 1 correspond à la bande littorale qui s'étend de Saint-Denis à Grands Bois qui est la plus sèche de l'île toute l'année. D'une part, les précipitations s'y produisent essentiellement en saison des pluies et, d'autre part, sont tributaires des événements cycloniques qui n'interviennent pas obligatoirement tous les ans.
- La région 2 regroupant les hauts de l'Ouest, les cirques de Mafate et de Cilaos, et la Plaine-des-Cafres est très sèche de mai à octobre, mais elle bénéficie de précipitations nettement plus abondantes en saison des pluies.
- La région 6 correspond au Nord-Est de Saint-Pierre, et l'ensemble de la commune de Saint-Joseph. Les précipitations sont plus importantes que sur les précédentes zones.

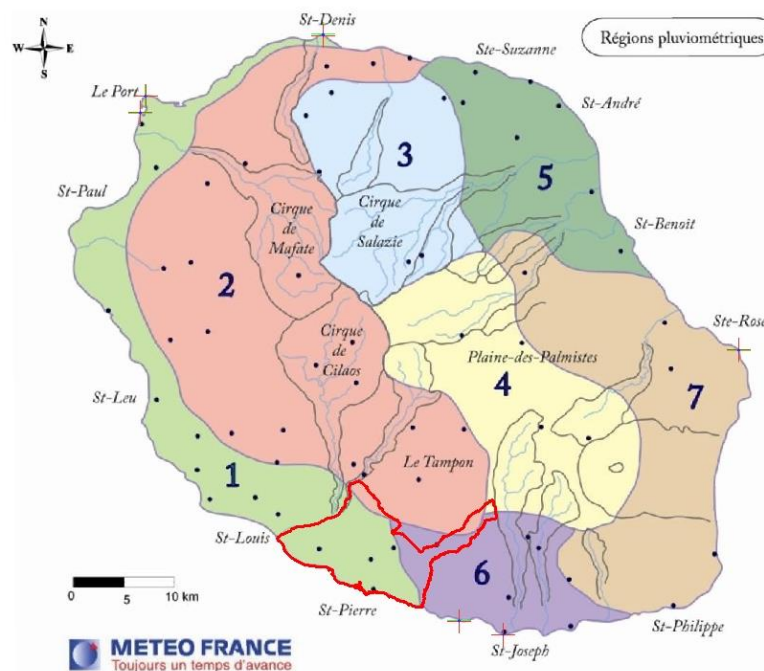


Figure 3 : Régions pluviométriques déterminées par ©Météo-France Réunion (2010)

Concernant les stations météorologiques, quatre stations sont installées et suivies sur le territoire de Saint-Pierre. De plus, aucune station n'étant située dans le Nord-est de la commune nous intégrons la station Piton Bloc située sur la commune de Petite-Ile pour pallier ce manque.

Ainsi, les données pluviométriques, suivies par Météo France, permettent de caractériser la pluviométrie sur le territoire communal (figure 4). Il s'agit notamment des stations météorologiques suivantes :

- Ravine Cabris (commune de Saint-Pierre, altitude : 310 m, installée en 1997) ;
- Pierrefonds-CIRAD (commune de Saint-Pierre, altitude : 61 m, installée en 1953) ;
- Pierrefonds-Aero (commune de Saint-Pierre, altitude : 21 m, installée en 1999) ;
- Ligne Paradis (commune de Saint-Pierre, altitude : 156m, installée en 1966) ;
- Piton Bloc (commune de Petite Ile, altitude : 813 m, installée en 1990) ;

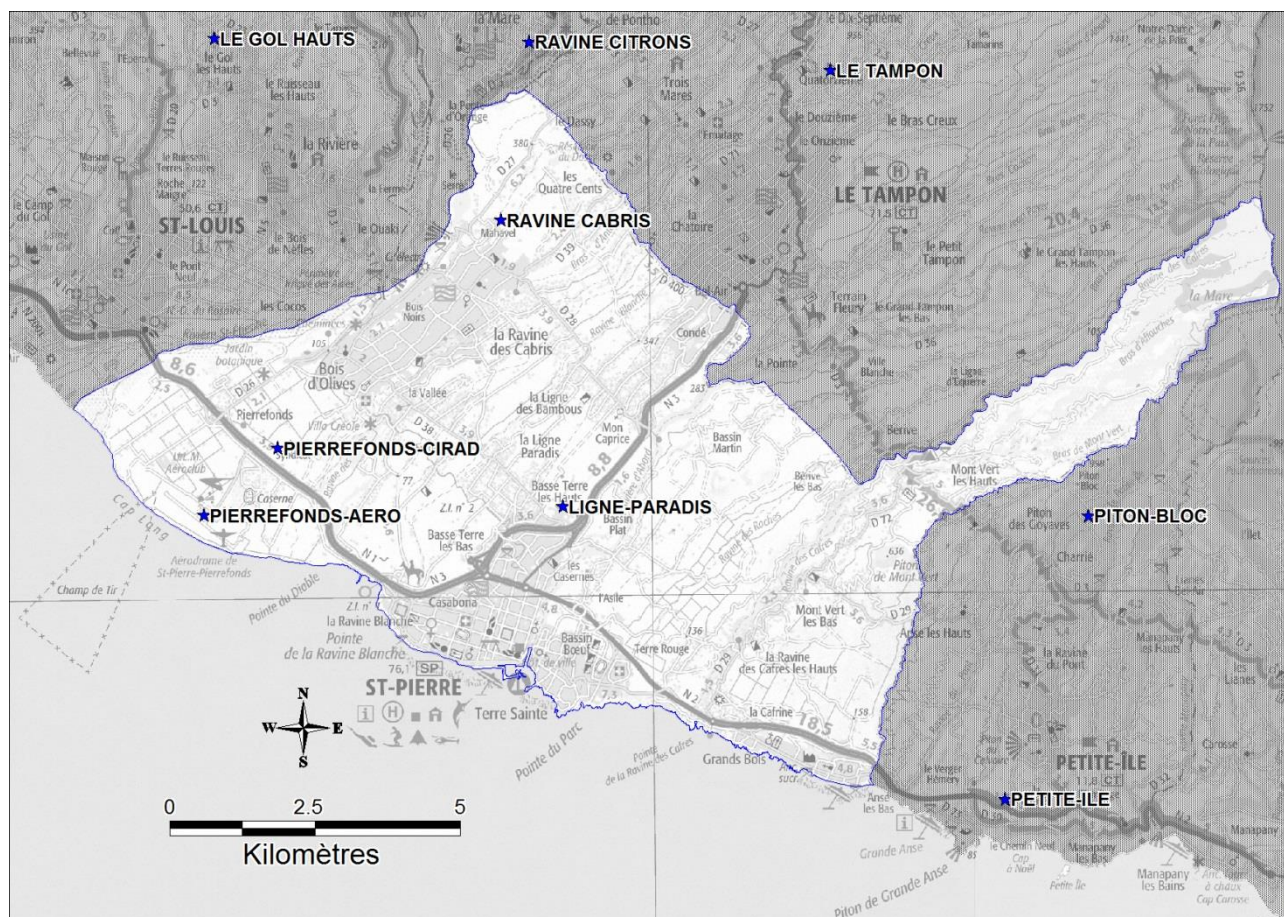


Figure 4 : Localisation des stations météo à proximité de Saint Pierre (©IGN Scan100® - 2010)

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 de Saint-Pierre sont les suivantes :

Nom station	Altitude	Pluie Journalière Décennale (PJ ₁₀ en mm)	Pluie Journalière Centennale (PJ ₁₀₀ en mm = 1.6* PJ ₁₀)
Ravine Cabris	310	207	331.2
Pierrefonds-CIRAD	61	181	289.6
Pierrefonds-Aero	21	-	-
Ligne Paradis	156	286	457.6
Piton Bloc	813	-	-

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

La comparaison entre les pluies journalières maximales observées sur les différentes stations du territoire de Saint-Pierre, 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	Date d'ouverture	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
Ravine Cabris	01/01/1997	310	-	-	-	-	544.5	22/01/2002
Pierrefonds-CIRAD	01/01/1953	61	58.1	18.9	2	0,4	303	22/01/2002
Pierrefonds-Aero	01/01/1999	21	-	-	-	-	228.4	22/01/2002
Ligne Paradis	01/01/1966	156	71.8	26.3	3.0	0.5	426.5	29/01/1989
Piton Bloc	01/01/1990	813	122.6	50.4	12.6	4.1	600	22/01/2002

Tableau 3 : Cumul de pluie moyen par jours entre 1981 et 2010 (source : Bulletin climatologique 2012 – Météo France)

Une analyse statistique des valeurs de pluviométrie journalières enregistrées à la station Ligne Paradis de 2005 à 2011 montre que près de 70 % des valeurs sont inférieures à 1 mm / jour, avec une moyenne de l'ordre de 2,5 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
2005	72.5	1056.5	2	Fort épisode pluvieux de février
2006	126	779.5	1	Tempête tropicale modérée Diwa
2007	164	1059.5	6	Cyclone tropical Intense Gamède
2008	55	887	1	Fort épisode pluvieux de mars
2009	150	1111.5	3	Très fort épisode pluvieux d'avril
2010	100.5	760.5	1	Très fort épisode pluvieux d'août
2011	58.5	517.5	2	Fort épisode pluvieux de mai

Tableau 4 : Maximum des précipitations journalières, précipitations annuelles cumulées, nombre de jours dans l'année où les précipitations journalières dépassent 50 mm et évènement climatique associé sur la période de 2005 à 2011 observés sur la station de la Ligne Paradis.

Il est à noter que l'année 2011 n'est pas complète et s'arrête le 31/08/2011.

Les précipitations journalières maximales représentent en moyenne 6 à 16 % du cumul annuel, ce qui montre l'impact significatif des événements climatiques.

Au-delà d'un seuil de l'ordre de 50 mm de précipitations journalières il peut être estimé que le sol a atteint sa capacité limite d'infiltration, provoquant ainsi le phénomène de ruissellement. Sur les 5 dernières années, les précipitations ont ainsi provoquées des ruissellements en moyenne 2.2 jours dans l'année. 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).

L'analyse des données de pluies, confirme la variation spatiale et temporelle des pluies notamment entre les hauts du territoire de Saint-Pierre (plus pluvieux) et le littoral (plus sec) malgré l'exposition plein Ouest.

Les précipitations peuvent donc être très localisées, avec des cumuls journaliers pouvant atteindre des valeurs très fortes (de 55 à 164 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 de Saint-Pierre et d'après les données à disposition, ne présentent toutefois pas de caractère exceptionnel comparativement à ceux observés sur d'autres secteurs de l'île.

Les 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. De nombreux exemples passés sur le territoire en attestent.

3.1.4. Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est très développé avec de nombreuses ravines de tailles variables. La quasi-totalité de ces ravines sont des cours d'eau temporaires qui n'entrent en fonctionnement qu'en cas de fortes pluies. Elles prennent leur source pour la plupart dans les Hauts, c'est-à-dire sur le territoire de la commune du Tampon et s'écoulent vers la mer en traversant Saint Pierre avec des pentes majoritairement comprises entre 10 et 20%.

On note cependant des zones à pente nulle au niveau de la frange littorale et paradoxalement des zones à très fortes pentes (flancs des pitons, ou des remparts en bordure de commune). Les bassins versants sont de forme très allongées sur toute la zone d'étude. Ceci génère des ruissellements rapides et conséquents en cas de fortes pluies, et tend à rendre les phénomènes de crues encore plus intenses.

Ce réseau hydrographique reste difficile à appréhender du fait des nombreuses diffluences et bras multiples présentes sur les principales ravines : rivière d'Abord, ravine Blanche, ravine des Cabris...

Le tableau suivant liste les principales ravines (nommées) de la commune :

Nom du cours d'eau et affluents			Classification	Zmin	Zmax
Rivière Saint-Étienne					
Rivière Saint-Étienne			Réseau principal	3	103
	Bras de la Plaine		Affluent secondaire	104	607
	Ravine Gale		Affluent tertiaire	161	1170
	Bras de Pontho		Affluent tertiaire	252	1591
		Petit Bras de Pontho	Affluent quaternaire	1591	1797
		Grand Bras de Pontho	Affluent quaternaire	1591	2020
	Bras Sec		Affluent tertiaire		
	Ravine la Cape		Affluent tertiaire	433	1145
	Ravine Creuse		Affluent tertiaire	462	1483
	Ravine Pleds de Cannes		Affluent tertiaire	468	1192
	Ravine mal au Ventre		Affluent tertiaire	532	1584
	Bras des Roches Noires		Affluent tertiaire	575	605
	Bras Sec		Affluent tertiaire		
		Bras de Sainte-Suzanne	Affluent quaternaire	589	1120
	Ravine des Trois Mares		Affluent secondaire	240	940
Ravine des Cabris					
Ravine des Cabris			Réseau principal	2	1480
	Bras d'Antoine		Affluent secondaire	153	1470
	Ravine des Trois Mares		Affluent secondaire	38	240
Ravine Blanche					
Ravine Blanche			Réseau principal	2	2052
	Bras de Douane		Affluent secondaire	49	792
		Ravine Don Juan	Affluent tertiaire	353	1161
	Ravine Concession		Affluent tertiaire	15	470
Rivière d'Abord					
Rivière d'Abord			Réseau principal	0	1710
	Bras Martin		Affluent secondaire	189	849
		Bras d'Alençon	Affluent tertiaire	246	794
	Ravine Jean Payet		Affluent secondaire	282	1705
		Bras Leclerc	Affluent tertiaire	442	1694
		Bras de la Source	Affluent quaternaire	757	1379
		Bras Rupert	Affluent quaternaire	911	1207
		Petit Bras Jean Payet	Affluent tertiaire	584	1119
		Bras Jean Payet	Affluent tertiaire	1042	1721
		Bras de Corne	Affluent quaternaire	1228	1493
	Bras Cochon		Affluent secondaire	513	1403
	Bras Rouge		Affluent secondaire	636	1891
	Bras Creux		Affluent secondaire	769	1568
Ravine des Roches					
Ravine des Roches			Réseau principal	14	838
Ravine des Cafres					
Ravine des Cafres			Réseau principal	20	1583
	Bras de Mont Vert		Affluent secondaire	324	1054
		Ravine des Chênes	Affluent tertiaire	723	1028
		Bras Sec	Affluent quaternaire		
		Ravine de la Mare	Affluent quaternaire	853	1130
	Bras d'Affouches		Affluent secondaire	982	1507
	Ravine Bras José		Affluent secondaire	1072	1526
	Ravine Mussard		Affluent secondaire	1235	1519
Ravine de l'Anse					
Ravine de l'Anse			Réseau principal	49	825
Non classés					
Ravine Sèche			Non classé	1582	1667
Hauts de la Plaine des Cafres					
	Bras Noir		Affluent secondaire	1343	1655
		Bras Sec	Affluent tertiaire		
		Bras Clair	Affluent tertiaire	1571	1621
	Ravine Bateau		Affluent secondaire	1252	1601
	Ravine du Bras des Calumets		Affluent secondaire	1481	1661
		Ravine Biberon	Affluent tertiaire	1478	1601
Est de la Plaine des Cafres					
		Ravine Edouard	Affluent quaternaire	1330	2101
	Grand Bras Piton		Affluent secondaire	1581	2327
		Bras Magloire	Affluent tertiaire	1230	1999
Ravine de Petite-Île					
			Réseau principal	1073	1521

Figure 5 : Principaux cours d'eau de la commune de Saint-Pierre (Source: rapport provisoire RE04-031 PPR Inondation – rapport de présentation – Juillet 2010 ©Hydrétudes)

Les principaux cours d'eau traversant le territoire communal de Saint-Pierre sont :

- **La Rivière Saint-Etienne** formée par la jonction du Bras de Cilaos et du Bras de la Plaine. Le bassin versant de cette rivière possède une structure originale à la Réunion puisqu'il est formé de deux bassins d'importance comparable et très vastes (100 km² pour le bassin du bras de Cilaos et 105 km² pour le bras de la Plaine, soit une **superficie globale de 205 km²**). Le bassin versant global culmine au Piton des Neiges à 3069 m NGR et présente une altitude médiane de 1175 m NGR. Entre le confluent et la mer, la Rivière Saint Etienne a creusé un vaste lit de 6 km de longueur selon une direction *nord-est – sud-ouest*, avec de nombreux chenaux à forte divagation sur son cours aval (cône de déjection). **Le débit estimé en Q100 est de 5700 m³/s d'après la Phase I du PGRI de la rivière Saint Etienne (Janvier 2008).**
- **Rivière d'Abord** et ses affluents, drainent un bassin versant de 55.3 km² pour débit en **crue centennale de 1360 m³/s** à la confluence avec Bras Martin au Nord de Bassin Plat (Source : rapport provisoire de présentation – projet de PGRI de la commune de Saint Pierre, juillet 2010 Hydrétudes).
- **La ravine Blanche** draine un bassin versant de 37.58 km² avec un débit caractéristique de **crue centennale de 710 m³/s en aval de la confluence de la ravine Concession**. (Source : rapport provisoire de présentation – projet de PGRI de la commune de Saint Pierre, juillet 2010 Hydrétudes).
- **La ravine des Cabris** draine un bassin versant de 22 km². Le débit de **crue centennale est estimé à 396 m³/s au niveau du lieu-dit « le syndicat »** (Source : rapport provisoire de présentation – projet de PGRI de la commune de Saint Pierre, juillet 2010 Hydrétudes).
- **La ravine des Cafres** draine un bassin versant de 19.2 km². Le débit de **crue centennale est estimé à 424 m³/s** à l'embouchure (Source : rapport provisoire de présentation – projet de PGRI de la commune de Saint Pierre, juillet 2010 Hydrétudes).
- **La ravine de l'Anse** draine un bassin versant de 7.44 km². Le débit de **crue centennale est estimé à 145 m³/s** à l'embouchure (Source : rapport provisoire de présentation – projet de PGRI de la commune de Saint Pierre, juillet 2010 Hydrétudes).

Nom du cours d'eau	Surface du bassin versant (km ²)	Débit pour la crue centennale (m ³ /s)
Rivière St Etienne	205	5700
Rivière D'abord	55.3	1360
Ravine Blanche	37.58	710
Ravine des Cabris	22	396
Ravine des Cafres	19.2	424
Ravine de l'Anse	7.44	145

Tableau 5 : Tableau récapitulatif des données hydrographiques

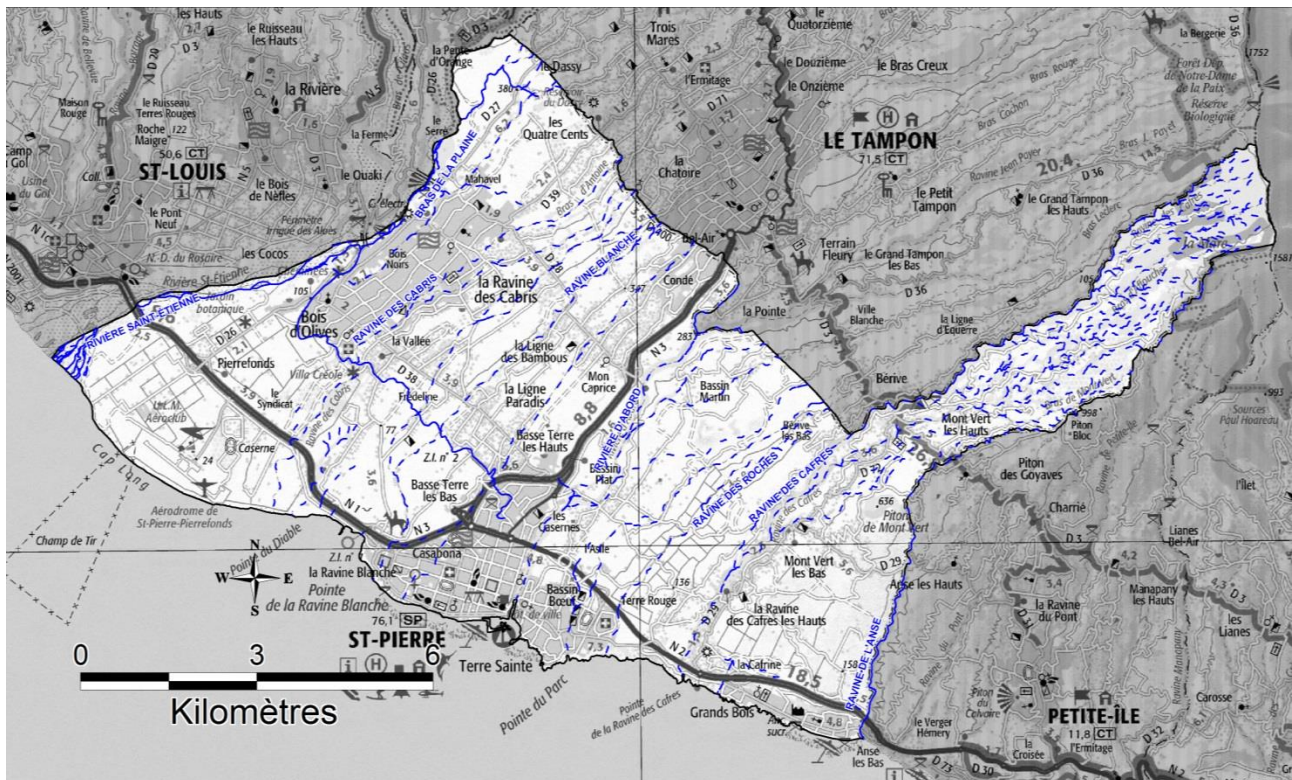
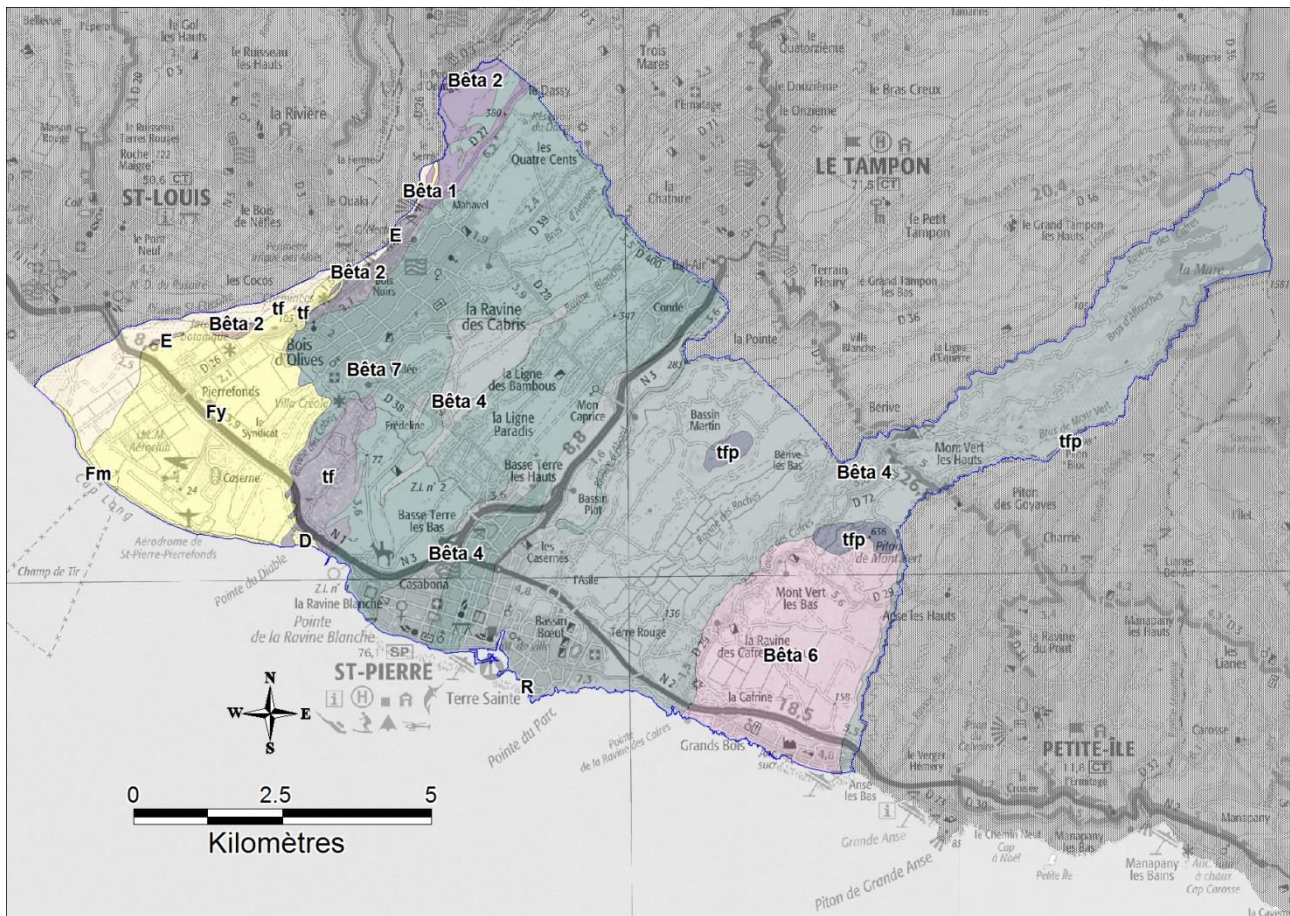


Figure 6 : Réseau hydrographique de Saint-Pierre (source : BDtopo2012®, fond ©IGN scan100® - 2010)

3.1.5. Contexte géologique

Le territoire communal se situe sur la jonction entre les massifs du Piton des Neiges à l'ouest et de la Fournaise (composant le socle du territoire communal). Il s'est édifié sur les pentes sud-ouest du massif du Piton de la Fournaise. Il a une forme conique et ses flancs sont inclinés d'une douzaine de degré vers la mer.



Légende :

- Alluvions récentes
- Alluvions anciennes
- Sables et galets de plage
- Alluvions fluviomarines
- Récifs coralliens
- Dépôts de glissements en masse, de coulées de débris, d'éboulis
- Pitons et projections
- Tufs en épanchages
- Coulées (basalte, hawaïtes, mugéarites)
- Coulées basaltiques à olivine

Figure 7 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de la commune de Saint-Pierre
(source : ©BRGM, fond ©IGN scan100® - 2002)

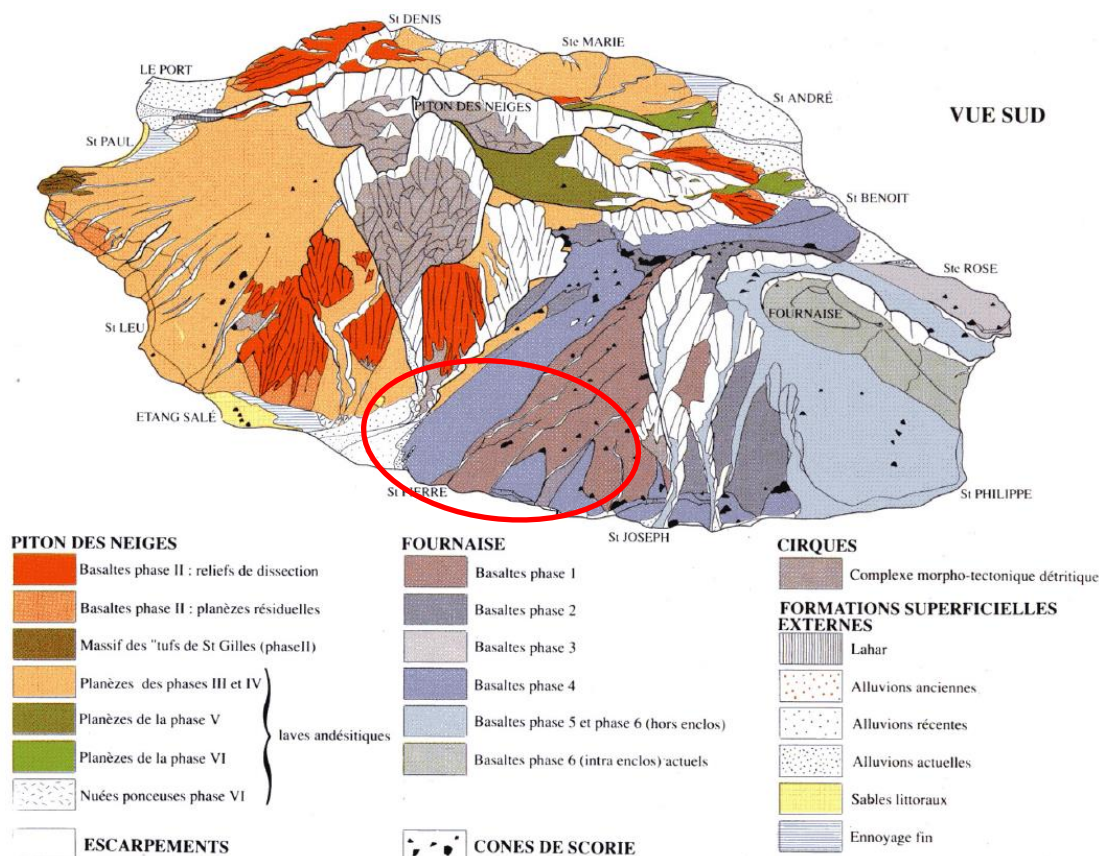


Figure 8 : Perspective morpho-géologique schématique de La Réunion (Raunet, 1991)

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 de la rivière St Etienne 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 du massif du Piton des Neiges (Bêta2) :

Les formations plus récentes issues de la phase III et IV (entre 350 000 et 70 000 ans) de l'activité du massif du Piton des Neiges sont les roches prédominantes de la commune de Saint-Pierre. 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 décamétrique 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.

Coulées basaltiques du massif du Piton de la Fournaise (Bêta4 et 7)

Issue de la Phase III et IV de La Fournaise, elles ont recouvert les terrains plus anciens sur la quasi-totalité des versants. Il s'agit pour l'essentiel, de coulées basaltiques (alternance de basaltes et scories) plus ou moins altérées en particulier à l'est de la commune. Cette altération est de nature argileuse et le paysage est marqué par de nombreux cônes de scories.

- **Les formations tardives :**

Tufs en épandage (tf)

Au niveau de la Rivière St Etienne et de l'embouchure de la ravine des Cabris affleure des coulées pyroclastiques d'une épaisseur pouvant atteindre quelques décamètres. Ces tufs pyroclastiques sont issus de la phase IV du Piton des Neiges (entre 230 000 et 70 000 ans) de l'activité du massif du Piton des Neiges. Ces formations sont constituées par des éléments rocheux divers (ponce noire souvent dominante, basaltes à olivine, laves aphyriques ou à phénocristaux de feldspath, trachyte, roche grenue) plus ou moins abondants, de taille millimétrique à centimétrique, parfois décimétrique, fortement cimentés par des produits cendreaux. Des bombes de lave vitreuse sombre se rencontrent parfois au sein de ces terrains.

En rive gauche, en bordure de la RD 26, les tufs reposent sur les basaltes anciens. Sur les autres affleurements, la base de la formation n'a pas été observée. D'après les forages, réalisés dans la plaine alluviale de Pierrefonds, les tufs surmontent des alluvions anciennes. Les faciès observés dans les berges ont une matrice abondante constituée de cendres de couleur grise et d'éléments ponceux ou basaltiques de taille centimétrique. Les éléments sont broyés. La taille des plus gros éléments ne dépasse pas 20 cm. Le tuf est une roche compacte, relativement dure. Toutefois, les éléments sont friables et sensibles à l'érosion éolienne et hydraulique (Figure 9).

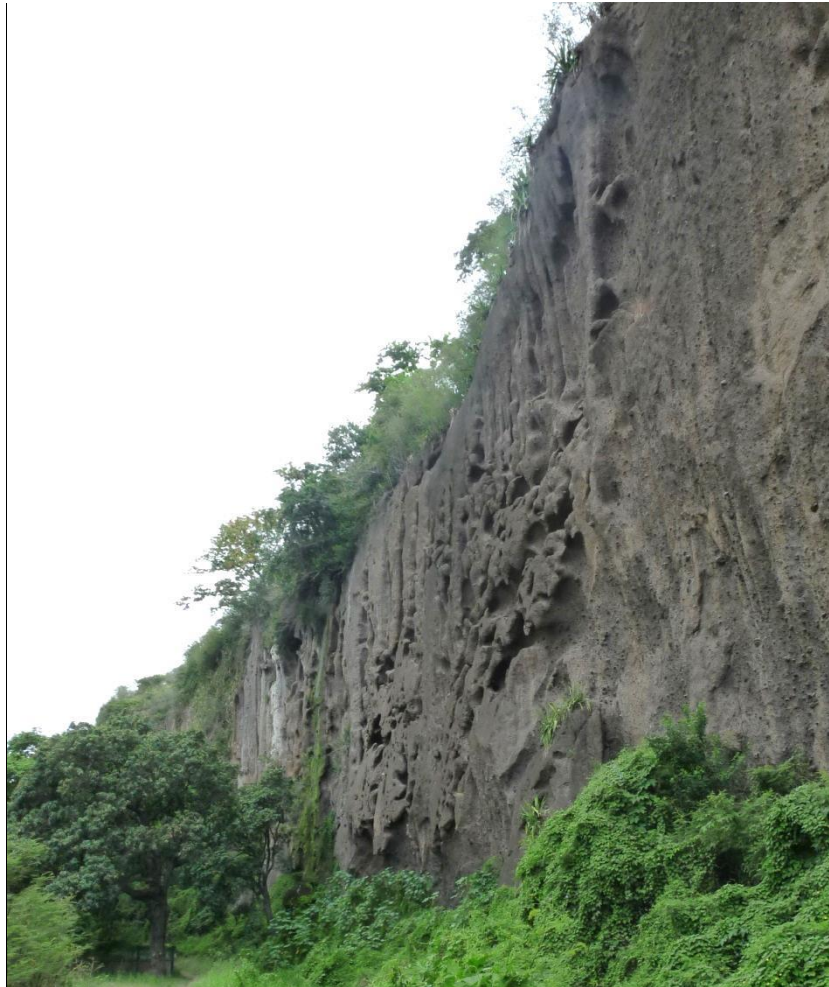


Figure 9 : Formes d'érosion des tufs au niveau de l'escarpement en bordure de la RD26

Les formations superficielles

Sur le territoire de la commune de Saint-Pierre, des formations superficielles sont également présentes. On distingue parmi les différentes formations superficielles :

- **des alluvions récentes (Fz et Fm).**

On les rencontre à l'exutoire des ravines débouchant sur le littoral et notamment sur la rivière Saint-Etienne. Il s'agit d'un mélange hétérogène de sables fins à grossiers, de graviers, de galets et de blocs basaltiques et andésitiques pouvant atteindre le m³. Sur la frange littorale, on distingue les alluvions marines, caractérisées par un remaniement (forme arrondie) important.

- **des alluvions anciennes (Fy)**

Elles présentent une grande extension au débouché des grandes principales rivières et constituent en particulier les plaines de St Pierre, St Louis, Le port, St Denis, St André, la Rivière de l'Est. L'épaisseur peut varier de quelques mètres à plus de 100 mètres.

- **des sables et galets de plage (D)**

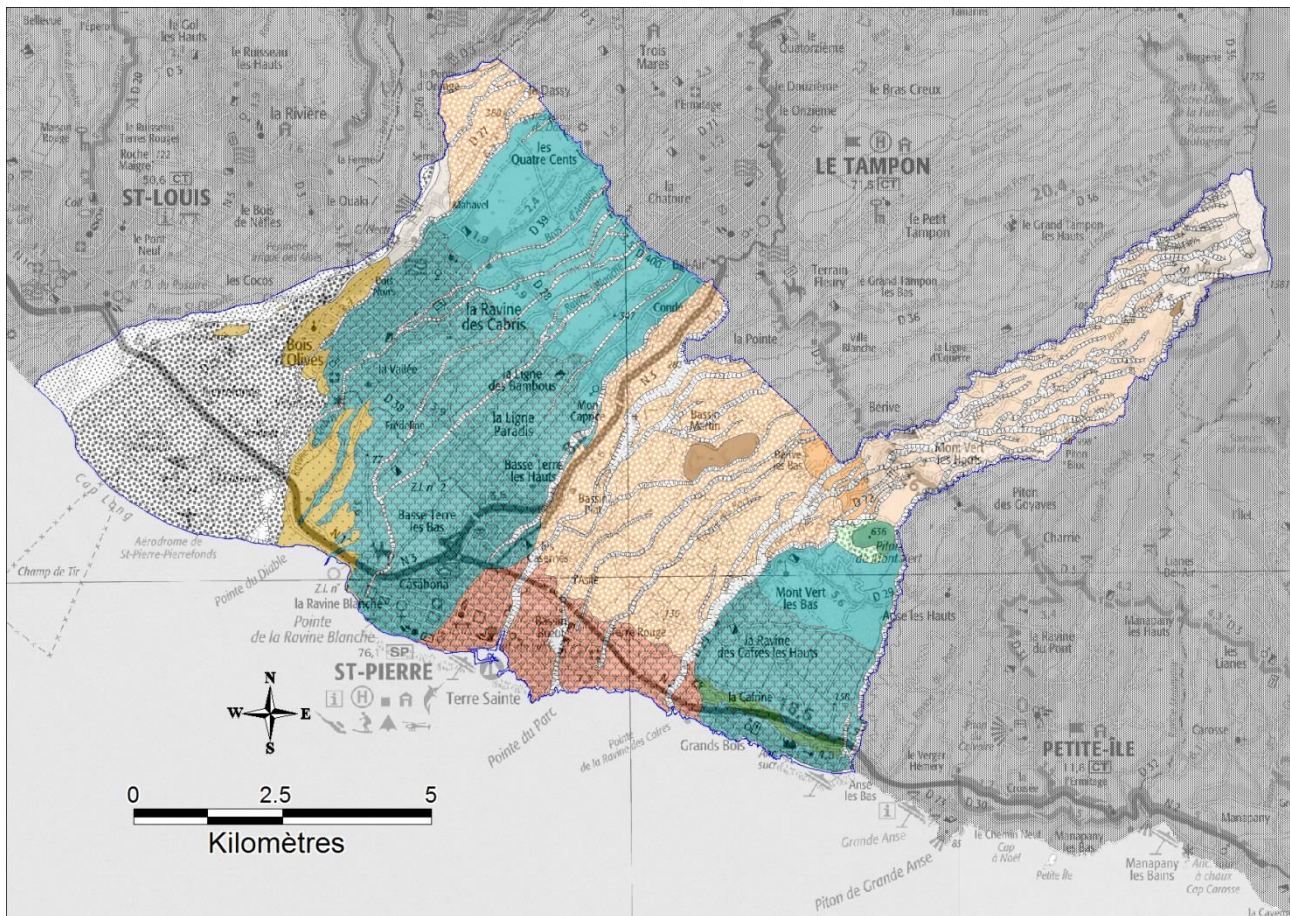
Composé essentiellement de sable et débris coralliens.

Les sols

L'ensemble des séries volcaniques présente une altération météorique poussée (action des eaux en milieu tropical), qui a affecté la texture et la structure du matériel originel. L'altération qui se développe depuis la surface descend à plusieurs mètres de profondeur. Les coulées de lave et les matériaux pyroclastiques (scories, cendres) les plus anciens qui ont subi plusieurs cycles d'altération sont, de ce fait, plus altérés et des sols se sont développés à partir de ces formations géologiques.

D'après la Figure 10, quatre grands ensembles se distinguent sur le territoire communal de Saint Pierre :

- dans l'Ouest, des sols peu évolués d'apport sur galets non altérés à matrice sablo-basaltique entre 130m et le littoral;
- des sols bruns andiques caillouteux sur coulées 'AA' et poches de cendres associés à de nombreux gratons dans la moitié Ouest et le Sud Est de la commune;
- des sols ferralitiques faiblement désaturés dans le Sud de la commune
- des sols bruns andiques épais sur cendres, parfois sur tufs avec quelques cônes volcaniques phase ancienne Fournaise (250000 ans; océanites, basaltes à olivine), dans la moitié Est de la commune.
- Andosols désaturés non perhydratés chromiques sur cendres épaisses, entre 500 et 1600 m d'altitude dans le Nord Est de la commune.



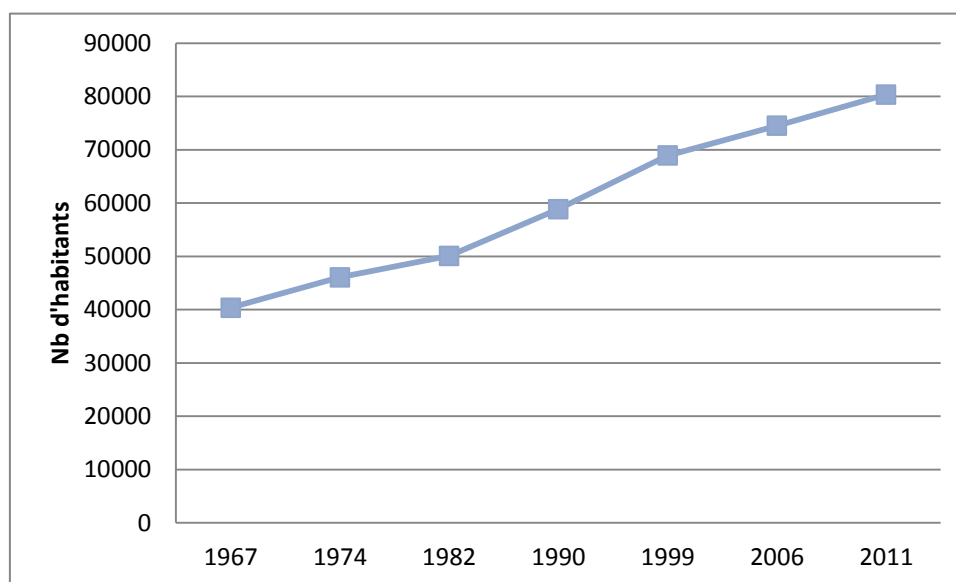
Légende

- Andosols désaturés perhydratés chromiques sur cendres assez épaisses, associés à des affleurements de gratons (pentes faibles)
- Grands escarpements à dissection et effondrements (tectonique post-volcanique)
- Andosols désaturés perhydratés chromiques sur cendres assez épaisses, associés à des affleurements de graton (pentes fortes)
- Andosols désaturés non perhydratés chromiques sur cendres épaisses (pentes fortes)
- Cônes volcaniques phase ancienne Fournaise (250000 ans; océanites, basaltes à olivine)
- Escarpements volcano-tectoniques ou intra-îlets, ravines, talus, anciennes falaises littorales moulées par des coulées postérieures
- Andosols désaturés non perhydratés chromiques sur cendres épaisses (pentes faibles)
- Sols bruns épais sur cendres associés à quelques ressauts rocheux (pentes fortes)
- Sols bruns andiques épais sur cendres, parfois sur tufs
- Sols bruns andiques caillouteux sur coulées 'AA' et poches de cendres associés à de nombreux gratons
- Cônes volcaniques phase récente Fournaise (- de 8000 ans; océanites, basaltes à olivine)
- Andosols vitriques chromiques profonds
- Sols bruns caillouteux peu épais sur coulées 'AA' associés à de nombreux gratons
- Sols bruns caillouteux très peu épais sur coulées 'AA'; blocailles de toutes tailles
- Sols ferrallitiques faiblement désaturés
- Sols peu évolués d'apport sur galets non altérés à matrice sablo-basaltique
- Sols bruns peu épais et tuf compact affleurant
- Sols bruns épais sur coulées 'AA'
- Sables et galets submersibles

Figure 10 : Carte morpho-pédologique à l'échelle du 1/50 000
(source : ©CIRAD (Raunet, 1991), fond ©IGN scan100® - 2002)

3.2. ENJEUX ET VULNERABILITE

Évaluée à 40355 personnes en 1967, la population de Saint-Pierre a connu depuis une régulière et franche augmentation, s'établissant selon l'estimation de l'I.N.S.E.E. à environ 80356 en 2011 (soit un accroissement démographique de près de 200% en près de 40 ans) et 81769 en 2014 d'après le dernier recensement.



	1967	1974	1982	1990	1999	2006	2011
Population	40355	46060	50082	58846	68915	74480	80356
Densité moyenne (hab/km ²)	420.4	479.8	521.7	613.0	717.9	775.9	837.1

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

La densité démographique lors du recensement de 2011 était de 837.1 hab. /km² (contre 326,1 hab. /km² sur l'ensemble de l'île de La Réunion).

La commune de Saint-Pierre se divise en plusieurs secteurs qui semblent s'organiser de façon rectiligne en fonction des routes majeures:

- le secteur urbain majeur se développant en bordure de la R.N. 1, le long du littoral, le centre-ville de Saint-Pierre, le quartier de Ravine Blanche et de Terre Sainte;
- les écarts habités, plus ou moins urbanisés, correspondant en particulier (liste non exhaustive) :
 - La Ravine des Cabris;
 - Bois d'Olive ;
 - La Ligne des Bambous ;
 - La Ligne Paradis ;
 - Bassin Martin ;

- Mont Vert ;
- Grands Bois.

Le parc de logement s'établissait en 2011 à 32326 unités (constitué à 91.9% de résidences principales), soit une augmentation de 368 % depuis le recensement de 1967, illustrant une forte pression foncière existant sur la commune de Saint-Pierre.

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 (RN1, RN2, RN3, RD3, RD26, RD27, RD28, RD29, RD38, RD72) ;
- 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 évènements recensés ayant affecté par le passé le territoire communal de Saint-Pierre 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 : « Saint-Pierre 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 :

1868

« Toutes nos ravines et rivières ont coulé comme on en l'avait pas vu depuis bien longtemps. Les cultures ont été ravagées. »

Rapport au Directeur de l'Intérieur, 4 mars 1868

1874

Suite au passage d'un cyclone tropical, la route qui traversait la Rivière Saint-Etienne est totalement détruite. Le radier de la rivière d'Abord a été emporté par les flots et la passe du Petit Bassin a été également emportée.

Eboulement rocheux au niveau des rampes Jean-Payet ; 20m de parapet enlevés ; 5 éboulis jugés importants

Rapport BRGM/RP-50701-FR ; Février 2001

1911

3 morts emportés par les flots.

Plusieurs éboulis ont eu lieu dont un très important au niveau des rampes Jean-Payet.

La route Hubert-Delisle a été sérieusement endommagée. Tous les radiers ont été emportés.

1948

« A la Ravine des Cabris (...) un grand nombre de maisons est détruit. Les tuyaux de la canalisation ont été enlevés sur plus de 200 mètres. Quant aux champs, ils ont été nettoyés (...) »

Le Progrès, 3 mars 1948

1964

Chute de bloc de 4m³ sur la RD13, PR3+250 suite au passage du Cyclone Gisèle ;

Le radier de la rivière Saint-Etienne a été emporté.

1973

Tous les radiers de la côte Ouest et Sud, sans exception, sont submergés. La sécurité de la circulation ne peut être assurée pour aucun d'entre vous. Soyez donc prudent. Ne tentez pas votre chance : les éléments aveugles sont plus forts que nous.

Communiqué du Préfet, 12 mars 1973

1980

Suite au passage d'Hyacinthe, la chaussée de la Rue Rodier s'est affaissée, et la boue a pénétré les maisons. Rue des Bons Enfants 1,5m d'eau et de boue. Idem rue François de Mahy, et près du Cimetière et Terre-Sainte. Maisons inondées recouvertes par des éboulis.

A Terre-Sainte, Rue pavée et ruelles emportées, Une trentaine de familles sinistrées à 80%.

A Grand Bois, maisons sinistrées, fleuves de boue.

12km de routes à refaire près de Grands Bois.

A Ravine Blanche, 91 familles sont touchées dont 79 n'ont plus rien.

JIR, 21 janvier 1980

1989

Cyclone Firinga :

Les chemins départementaux sont touchés. La route du Bassin Plat est rompue (trou béant).

A Ravine Blanche la mairie annexe est détruite, La route est creusée sur 1m de profondeur, les maisons inondées.

Grand Bois, cases rasées par le vent, 78 personnes évacuées.

Mont Vert les hauts, glissement de terrain d'ampleur décamétrique.

Rapport BRGM/RP-50701-FR ; Février 2001

1993

Inondation à Terre-Sainte

Glissement de terrain à Mont-Vert les Hauts, érosion de berge sur 3m sur le flanc Est du Rampart de la Ravine des Cafres.

1994

Cyclone Hollanda :

- Inondation à Terre sainte (40cm d'eau dans plusieurs cases)
- Le Bras d'Antoine et la Ravine des Cabris sont sortis de leurs lits. Ouverture d'une brèche au niveau du chemin Diagonal : allée des Béliers, chemins Volières et Apaya envahis par les eaux jusqu'au chemin Badamier. Au carrefour du chemin Badamier et de la ligne Paradis, nombreuses maisons inondées, familles évacuées.

Le Quotidien , 12 Février 1994

2000

Ravine Blanche, éboulement rocheux de taille décamétrique.

Rapport BRGM/RP-50701-FR ; Février 2001

2002

Cyclone Dina :

- Secteur ravine des Cabris : Débordement au niveau du chemin des Assises, du stade, sita, ducastaing, dumesnil, et de la rue Juliette Dodu.
- Secteur Bois d'Olives : Inondation chemin Bancoule
- Secteur La Concession : Débordement vers le chemin concession entraînant une inondation des cases. 10 Familles ont demandé à être hébergée

2003

Un glissement de terrain s'est déclenché lors des fortes pluies de la journée du 17 mai 2003.

Il a affecté l'arrière de la parcelle de Monsieur Payet qui correspond au sommet de la berge en rive gauche de la ravine du Bras de Mont Vert.

Note BRGM 2003 SGR/REU 05 juin 2003

2012

Un glissement de terrain s'est produit dans le rempart en rive gauche de la ravine des Cafres, parcelle HI003. Le volume mis en mouvement est estimé à plusieurs dizaine de m³.

Rapport BRGM/RP-61320-FR ; Juin 2012

2014

Eboulement survenu le 2 décembre 2014 mobilisant environ 200 m³ de matériaux tufs et a impacté directement le canal et le sentier La Corde, proche de la parcelle CO0463.

Rapport BRGM/RP-64189-FR ; Décembre 2014

4.2. ARRETES DE CATASTROPHES NATURELLES

Depuis 1993, 11 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	10/02/1994	12/02/1994	12/04/1994	23/04/1994
Inondations et coulées de boue	11/03/1994	13/03/1994	30/05/1994	12/06/1994
Inondations, et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	04/09/1995	05/09/1995	06/11/1995	10/12/1995
Inondations, et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	22/01/2002	23/01/2002	08/04/2002	18/04/2002
Inondations et coulées de boue	22/01/2002	23/01/2002	05/02/2002	08/02/2002
Mouvement de terrain	22/01/2002	23/01/2002	05/02/2002	08/02/2002
Inondations et coulées de boue	26/02/2007	27/02/2007	23/03/2007	28/03/2007
Chocs mécaniques liés à l'action des vagues	12/05/2007	13/05/2007	14/11/2007	16/11/2007
Inondations et coulées de boue	05/04/2009	05/04/2009	25/06/2009	01/07/2009
Inondations et coulées de boue	01/01/2014	03/01/2014	17/01/2014	18/01/2014

Tableau 7 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelles sur la commune de Saint-Pierre (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 11/06/2014)

Les ouvrages généraux de Météo-France (Soler, 1997 et Mayoka, 1998), indiquent les cyclones majeurs ayant concernés La Réunion, et plus ou moins directement Saint-Pierre, depuis 1980 (cf. Tableau 8).

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

Cette liste peut être complétée par le cyclone Bėjisa de janvier 2014 dont le mur de l'œil est passé à une dizaine de kilomètres de la pointe des Trois-Bassins avec des vents maxi instantanés enregistrés à 178 km/h au gîte de Bellecombe.

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 (terrassment, 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 de Saint-Pierre sont :

- les chutes de pierres ou de blocs, et les éboulements ;
- les glissements de terrain et coulées de boue associées ;
- les érosions de berge ;
- le ravinement, l'érosion des sols

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).

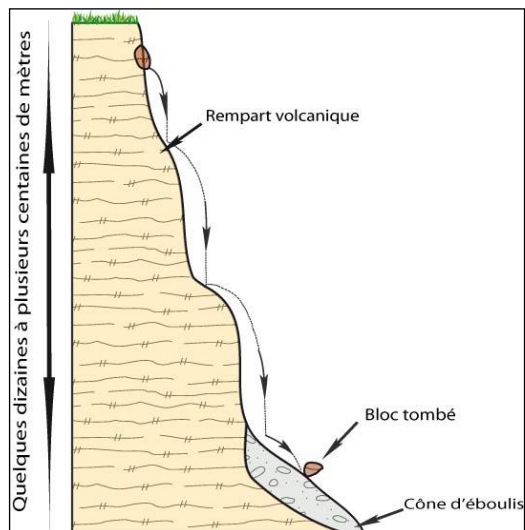


Figure 11 : Chute d'un bloc isolé

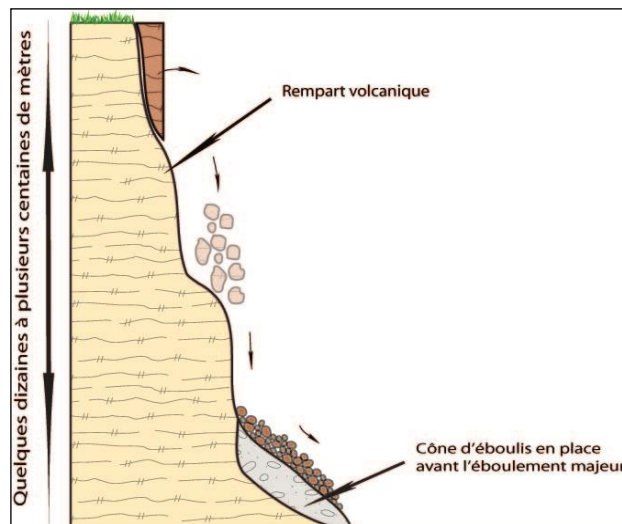


Figure 12 : Eboulement

Exemples de manifestations rencontrées :

- Versants de ravines encaissées

Le sentier la Corde, au niveau de la route de l'Entre-Deux (RD26), est affectée par des chutes de blocs et/ou d'éboulements significatifs comme en décembre 2014 où une masse de 200 m³ de matériaux (tufs) a impacté directement le canal Saint-Etienne et le sentier passant en pied de paroi (cf. Figure 13).



Figure 13 : Eboulement de 200 m³ sur le sentier La Corde- St Pierre (rapport BRGM RP-64189-FR)

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.

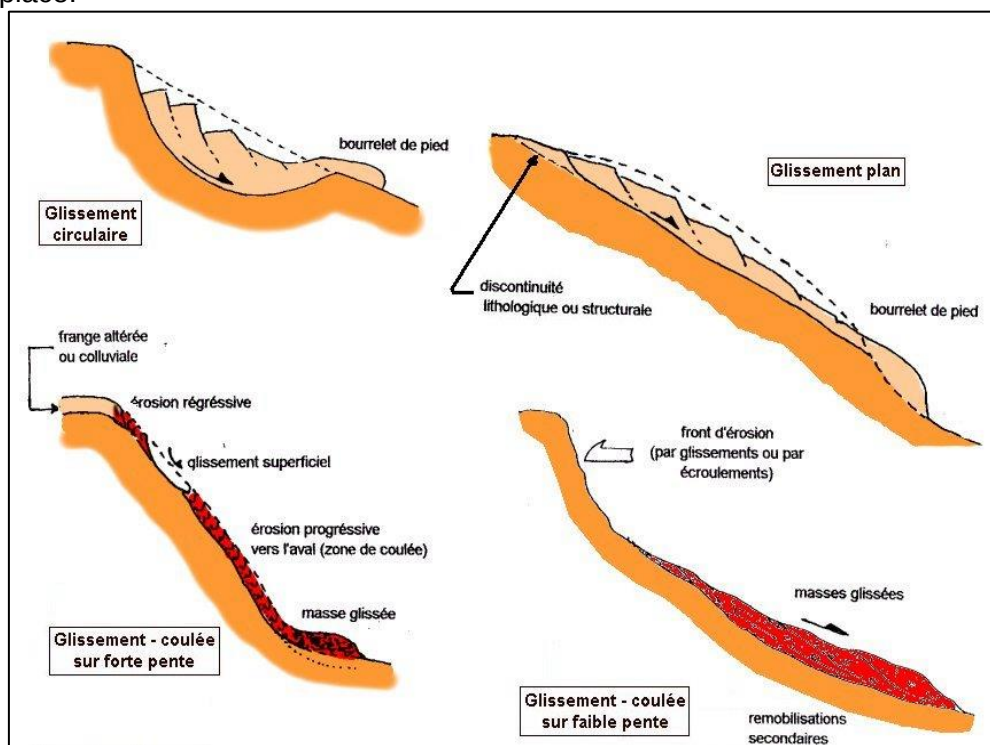


Figure 14 : Représentations schématiques des principaux types de glissement (source : ©BRGM, www.bdmvt.net)

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.

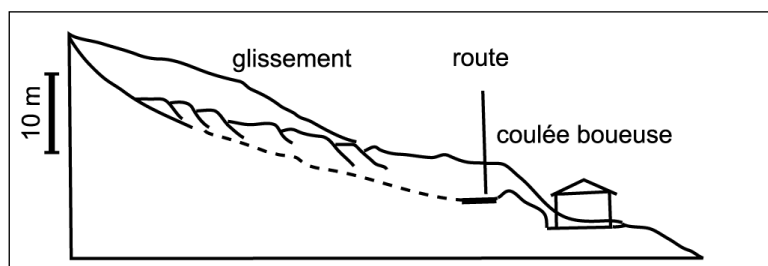


Figure 15 : Représentation schématique du glissement-coulée (exemple de Montauban, 1993 – cf. ci-après)

Exemples de manifestations rencontrées :

• Glissements au droit des versants de ravine

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 qui s'est produit sur le secteur de Mont Vert les Hauts, proche de la ravine des Cafres, suite à une fuite d'eau du réseau AEP en bordure de la RD3 le 21 juin 2012 illustre ce phénomène.



Figure 16 : Glissement de terrain à Saint-Pierre , Secteur Mont Vert les Huats, Ravine des Cafres- Juin 2012 (rapport BRGM/RP-61320-FR)

- **Glissements-coulées**

Quelques coulées de boues ont été référencées sur la commune, notamment en rive gauche de la Rivière Sait Etienne (Rapport BRGM RR-39853-FR). Celle-ci a été recoupé par les forages plus à l'aval, ce qui montre l'ampleur de l'évènement.

- **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. Sur le territoire de la commune de Saint-Pierre, les conditions pour que de tels phénomènes surviennent (précipitations abondantes, pentes généralement fortes, terrains meubles, éboulis stockés sur les pentes) peuvent être réunies.

Etant donné le caractère soudain et énergétique du phénomène, les effets des laves torrentielles sont potentiellement très destructeurs et meurtriers.

Sur la commune de Saint Pierre, le risque est relativement limité dans la mesure où les grandes zones urbanisées sont hors d'atteinte d'un évènement d'envergure. Il existe toutefois des possibilités d'embâcles liés à des écroulements de grande ampleur qui pourraient survenir sur la Rivière Saint Etienne et ses affluents.

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.

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 de Saint-Pierre :

- 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.).

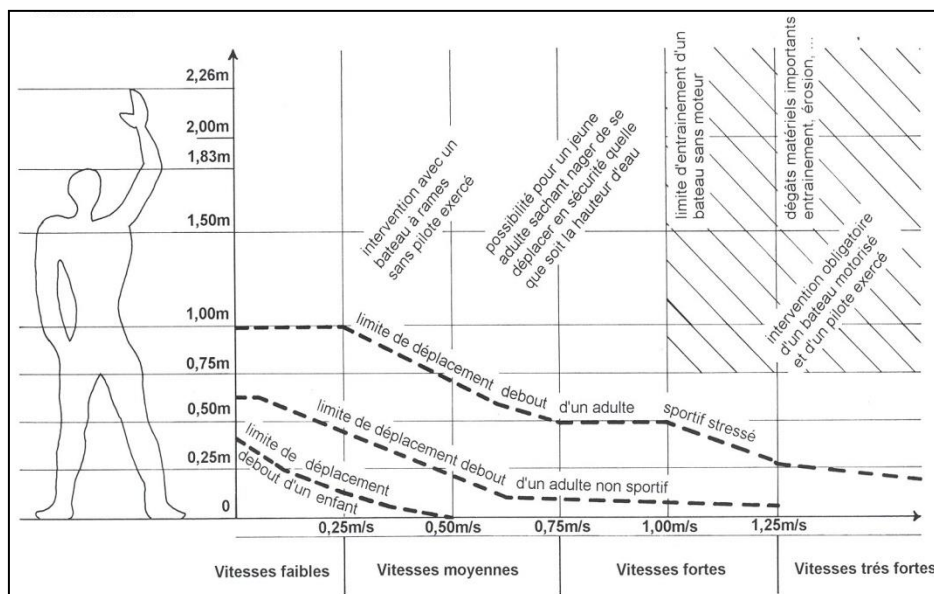


Figure 17 : Possibilité de déplacement des personnes en fonction des caractéristiques d'écoulement (source : Guide PPRi ruissellement péri-urbain M.E.D.D.E.)

Exemples de manifestations rencontrées :

Figure 18 : Destruction du pont aval de la Rivière St Etienne suite aux crues lors du passage du cyclone Gamède en février 2007 (DDE Sud Réunion)



Figure 19 : Chemin de Bassin-Plat soufflé sur plus de 300 m par les eaux de la rivière d'Abord suite au passage du cyclone Clotilda, 1987

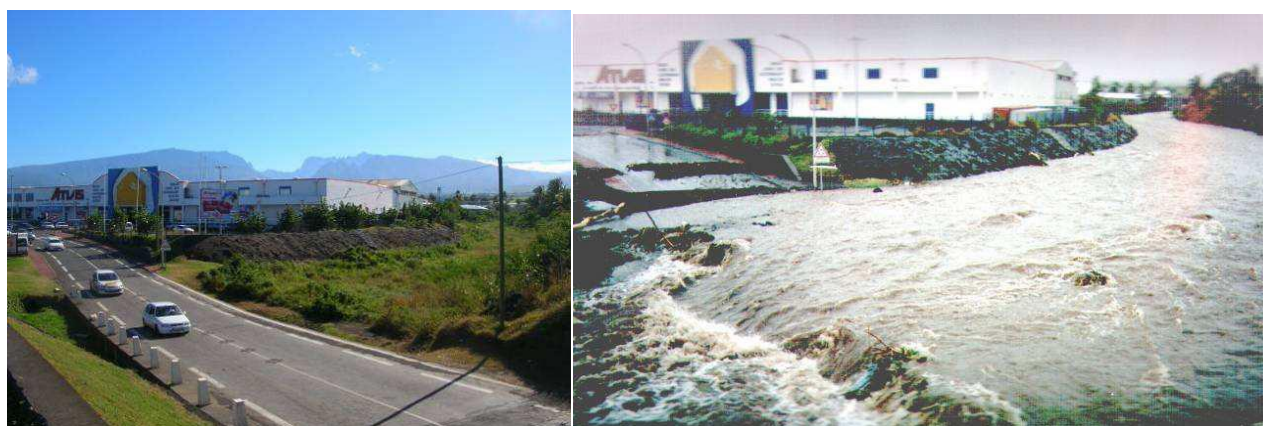


Figure 20 : Inondation au niveau de la ravine blanche ZI1- Dina 2002 (Source : photographie ORE)

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., 2008¹), 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.

5.1.1. Notion d'intensité et de fréquence

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.

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.

¹ 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.

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 le degré d'aléa et la nature des phénomènes naturels intéressant la zone.

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 à modéré qui traduisent la décroissance de l'intensité et/ou de la probabilité du phénomène avec l'éloignement. Cette gradation est théorique et elle n'est pas toujours représentée notamment du fait des contraintes d'échelle et de dessin.

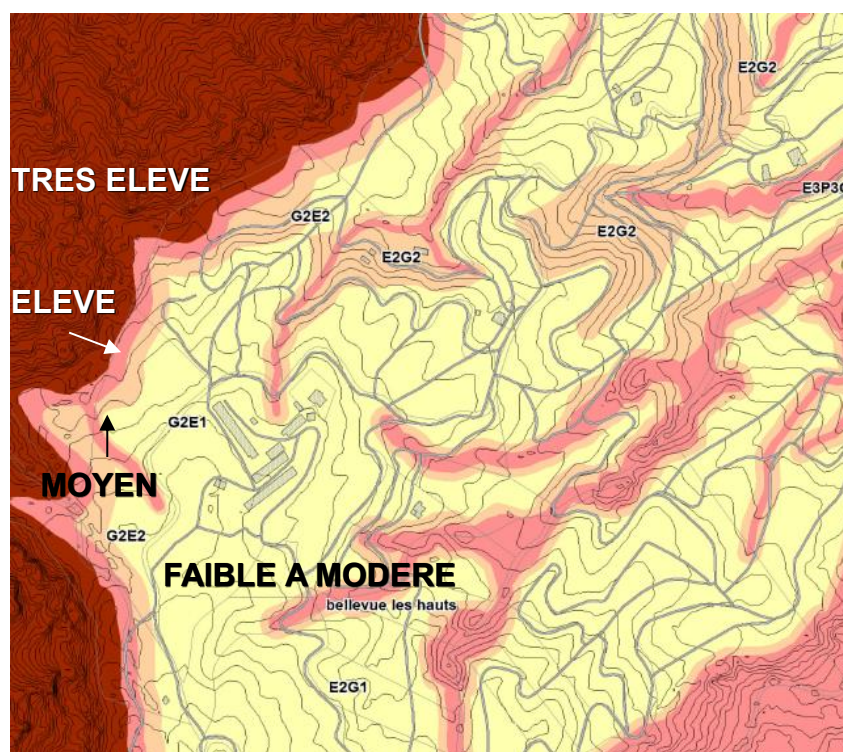


Figure 21 : Exemple de représentation de la notion de continuité du niveau d'aléa mouvements de terrain

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.**

La méthodologie de travail pour établir la carte d'aléa inondation s'appuie sur une démarche « à dire d'experts » (approche naturaliste), sans recours à des modélisations systématiques, hormis pour deux secteurs : l'exutoire de la Ravine Blanche en centre-ville de Saint-Pierre, qui a fait l'objet d'une modélisation 2D en décembre 2010 au niveau de la ZI n°1² ; la Rivière d'Abord, entre le secteur de Bassin Plat et son exutoire, qui a fait l'objet d'une modélisation 2D en novembre 2015, dont les résultats ont été analysés à la suite de l'enquête publique du projet de PPR³.

La démarche d'élaboration 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 phénomènes historiques connus (éléments de calage). Quelques calculs hydrauliques ponctuels d'écoulement sont menés afin de renforcer l'analyse « à dire d'experts » (notamment au niveau des ouvrages de franchissement afin d'évaluer les possibilités de débordement en crue centennale). 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 sur le territoire, et plus particulièrement au droit des secteurs à enjeux de la commune, avec notamment :
 - o ZI n°1 au niveau de l'exutoire de la Ravine Blanche, intégration des résultats d'une modélisation hydraulique récente (rapport RE10-002 Etude hydraulique 2D de décembre 2010, Hydrétudes) ;
 - o le zonage inondation a été mis en cohérence suite à la finalisation des cartes du PGRI de la planèze Tampon-Saint-Pierre en 2012 (basée sur un modèle hydraulique). Ce travail de mise en cohérence des cartes d'aléas inondation du PPR a fait l'objet de visites de terrain au droit des zones d'incohérence entre le zonage du PPRi approuvé en avril 2012 et le zonage du PGRI finalisé fin 2012. Cette analyse de terrain, réalisée par le BRGM a fait l'objet du rapport RP-62299-FR d'avril 2013 ;
 - o des visites de terrain régulières au droit des secteurs à enjeux pour préciser le zonage (cf. notamment le rapport BRGM RP-62494-FR au droit du projet de ZI n°4 de juin 2013 et le rapport BRGM/RP-64033-FR d'octobre 2014).

² Cf. annexe 4 du PPR : Etude hydraulique 2D de la Ravine Blanche, Réf. RE10-002 (Hydrétudes, décembre 2010)

³ Cf. annexe 6 du PPR : Rapport d'analyse des demandes de précisions de l'enquête publique, Réf. : RP-65456-FR (BRGM, décembre 2015)

- une **mise en cohérence avec la cartographie de l'aléa mouvements de terrain** ;

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 1/22 500 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 10).

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

Tableau 9 : 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.

• Cote de référence

Il s'agit du niveau d'eau maximal atteint (en m NGR) lors d'une crue d'occurrence centennale. L'intégration des résultats de la modélisation des écoulements de la Ravine Blanche à son exutoire, dans les cartographies de l'aléa inondation, permet de connaître ces niveaux en différents points de la zone inondée correspondante. Les cotes de référence sont indiquées à titre informatif sur la cartographie de l'aléa inondation pour ce secteur de l'exutoire de la Ravine Blanche afin de faciliter l'application des règles et prescriptions du règlement du PPR. Il convient

de retourner aux données brutes de la modélisation pour disposer de la cote de référence au droit du projet considéré.

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 3 février 2015, 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 de Saint-Pierre (arrêté préfectoral n°2015-410/SG/DRCTCV en date du 12 mars 2015).

La cartographie est élaborée à partir d'une approche « à dire d'experts », sans recours à des modélisations et/ou sondages systématiques, 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 2013 ;
- 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 et fait l'objet de plusieurs rapports du BRGM (dont notamment le rapport RP-62494-FR de juin 2013 et le RP-64033-FR d'octobre 2014) ;
- 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 2012 et les orthophotos de 2011) font également partie des données fréquemment utilisées dans la démarche de précision de la cartographie.

La cartographie mouvements de terrain est présentée sur fonds topographiques :

- à l'échelle 1/22 500 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 10) ;

5.3.2. Facteurs de prédisposition et facteurs non permanents

Afin de mieux cerner les mouvements de terrain, il est nécessaire de déterminer dans quels contextes ils peuvent se manifester. Pour cela, des facteurs de prédisposition (permanents) et des facteurs non permanents (aggravants ou non) ont été différenciés :

- **facteurs de prédisposition**
 - géologie : nature, altération, fracturation, épaisseur des faciès ;
 - morphologie : pentes, encaissement.
- **facteurs non permanents**
 - 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 ...

La définition et l'affinage des critères de prédisposition font appel à l'expérience du BRGM, sur les phénomènes naturels à La Réunion, ainsi qu'à un inventaire des phénomènes à risque sur la commune et à proximité immédiate (recherche historique en mairie, enquête auprès des habitants, etc.). On peut identifier trois principales catégories de terrain, pour lesquelles la nature des phénomènes à risques associés et les critères d'évaluation d'aléas varient sensiblement :

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

Tableau 10 : Type de phénomène rencontrés en fonction des catégories de terrain

Il est toutefois possible de procéder à des sous-classes de formations géologiques en fonction des besoins.

5.3.3. Méthodologie d'évaluation de l'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 : plus les terrains seront indurés (roche, etc.) et moins ils seront instables vis-à-vis de la pente, et inversement.

Peuvent s'ajouter au facteur de base des facteurs locaux, 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'indices d'instabilité ou 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.

L'intensité d'un phénomène naturel à risque est donc représentée par un chiffre, comme suit :

Niveau d'intensité	Chiffre
Nul à très faible	0
Faible	1
Moyen	2
Fort	3
Majeur	4

Tableau 11 : Intensité du phénomène

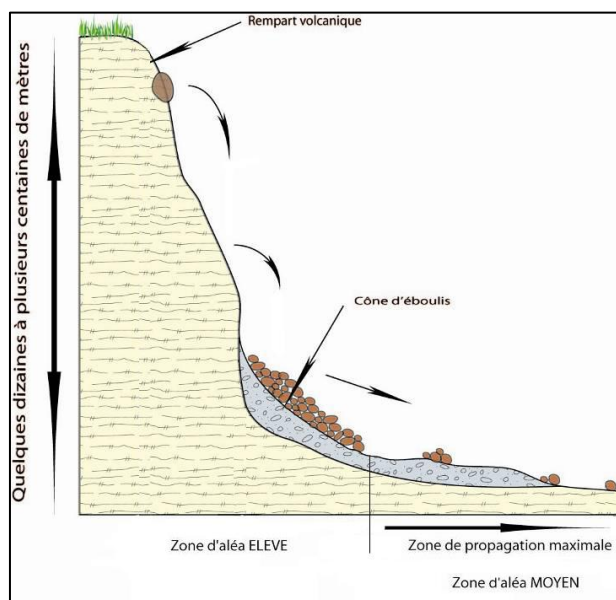


Figure 22 : Principe de décroissance de l'intensité du phénomène chute de blocs avec l'éloignement de la source de départ

Le niveau d'intensité ne doit pas être confondu avec le niveau d'aléa, ce dernier résultant essentiellement du croisement de l'intensité de divers phénomènes à risque sur une même zone.

De façon pratique, il convient de retenir que le zonage d'intensité distingue des secteurs homogènes où le niveau d'exposition a été considéré constant. Dans chaque zone homogène, on retrouve un contexte géomorphologique similaire à celui existant au droit d'une zone ayant été affecté par l'évènement de référence connu ou prévisible. 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).

La nature et l'intensité des phénomènes à risque sont reportés sur les cartes d'aléas par une lettre (nature) suivie d'un chiffre (niveau d'intensité).

Phénomène	Intensité du phénomène	Symbole
Chute de pierres, de blocs et éboulements	Faible	P1
	Moyen	P2
	Fort	P3
	Majeur	P4
Glissements de terrain	Faible	G1
	Moyen	G2
	Fort	G3
	Majeur	G4
Erosion (érosion de berges, ravinement)	Faible	E1
	Moyen	E2
	Fort	E3
	Majeur	E4

Tableau 12 : Codification des aléas mouvements de terrain selon l'intensité

5.3.4. Qualification de l'aléa mouvements de terrain

Comme pour l'évaluation de l'intensité, la méthode consiste en une démarche naturaliste de type expertise. En combinant à cette approche naturaliste un historique des phénomènes naturels dans la zone et l'expérience du bureau d'études, il est possible de définir une série de contextes, auxquels seront rattachés des critères physiques afin de définir un niveau d'aléa en accord avec l'évènement de référence prévisible sur la zone considérée.

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 à modéré** : 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 urbains à enjeux 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.

Pour évaluer l'aléa, il est nécessaire d'intégrer l'ensemble des phénomènes naturels mouvement de terrain sur la zone considérée ; le phénomène le plus intense conditionnant le niveau d'aléa sauf pour l'aléa faible (cf. Tableau 13).

Intensité du phénomène	Niveau d'aléa	Exemple de types de zones	Echelle à laquelle l'aléa peut être traité
si un phénomène d'intensité 1 et/ou un phénomène d'intensité 2	Faible à modéré	P1, G1, P1G1, P2, G2, G2P1, P2G1	Echelle de la parcelle individuelle
si plus d'un phénomène d'intensité 2	Moyen	P2G2, E2G2, E2P2	Echelle du versant ou du regroupement de propriétaires
si au moins un phénomène d'intensité 3	Elevé	P3, E3, G3 et toute combinaison comprenant un de ceux-ci	Parades techniques difficiles ou coûteuses
si au moins un phénomène d'intensité 4	Très élevé	P4, E4, G4 et toute combinaison comprenant un de ceux-ci	Pas de parade technique (financièrement envisageable pour des projets « classiques »)

Tableau 13 : Caractérisation du niveau d'aléa mouvements de terrain en fonction de l'intensité du phénomène

5.4. EXEMPLES DES CARTOGRAPHIES D'ALEAS ET DU ZONAGE REGLEMENTAIRE AU DROIT DE SECTEURS A ENJEUX DE LA COMMUNE

Afin d'illustrer les zonages inondation et mouvements de terrain élaborés, et la traduction réglementaire retenue, quelques exemples de secteurs à enjeux de la commune sont présentés ci-dessous :

- Exutoire de la Ravine Blanche ;
- Secteur de Bassin Plat – Rivière d'Abord ;
- Centre-Ville – exutoire de la Rivière d'Abord ;
- Secteur de Grand Bois ;
- ZI n°4 ;

Les principes de traduction réglementaire des aléas sont détaillés dans le règlement du projet de PPR et illustrés par la grille de croisement suivante. Les règles et prescriptions définies et propres à chaque zone ainsi que les différentes dispositions réglementaires applicables au titre du PPR de Saint-Pierre sont décrites dans le règlement du projet.

Transcription réglementaire aléa/enjeux			MOUVEMENTS DE TERRAIN				
			Très élevé élevé	Moyen		Modéré Faible	Nul
				Autres secteurs	Secteurs urbains à enjeux		
INONDATION	fort	Hors centre urbain	R1	R1	R1	R1	R1
		Centre urbain				R1B1	
	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 de Saint-Pierre

Les légendes associées aux extraits cartographiques présentés sont les suivants :

Aléas MVT :

	TRES ELEVE
	ELEVE
	MOYEN
	FAIBLE A MODERE
	NUL

Aléas inondation :

	FORT
	MOYEN
	FAIBLE
	NUL

Zonage réglementaire :

	B2
	B2u
	B3
	R1
	R1B1
	R2

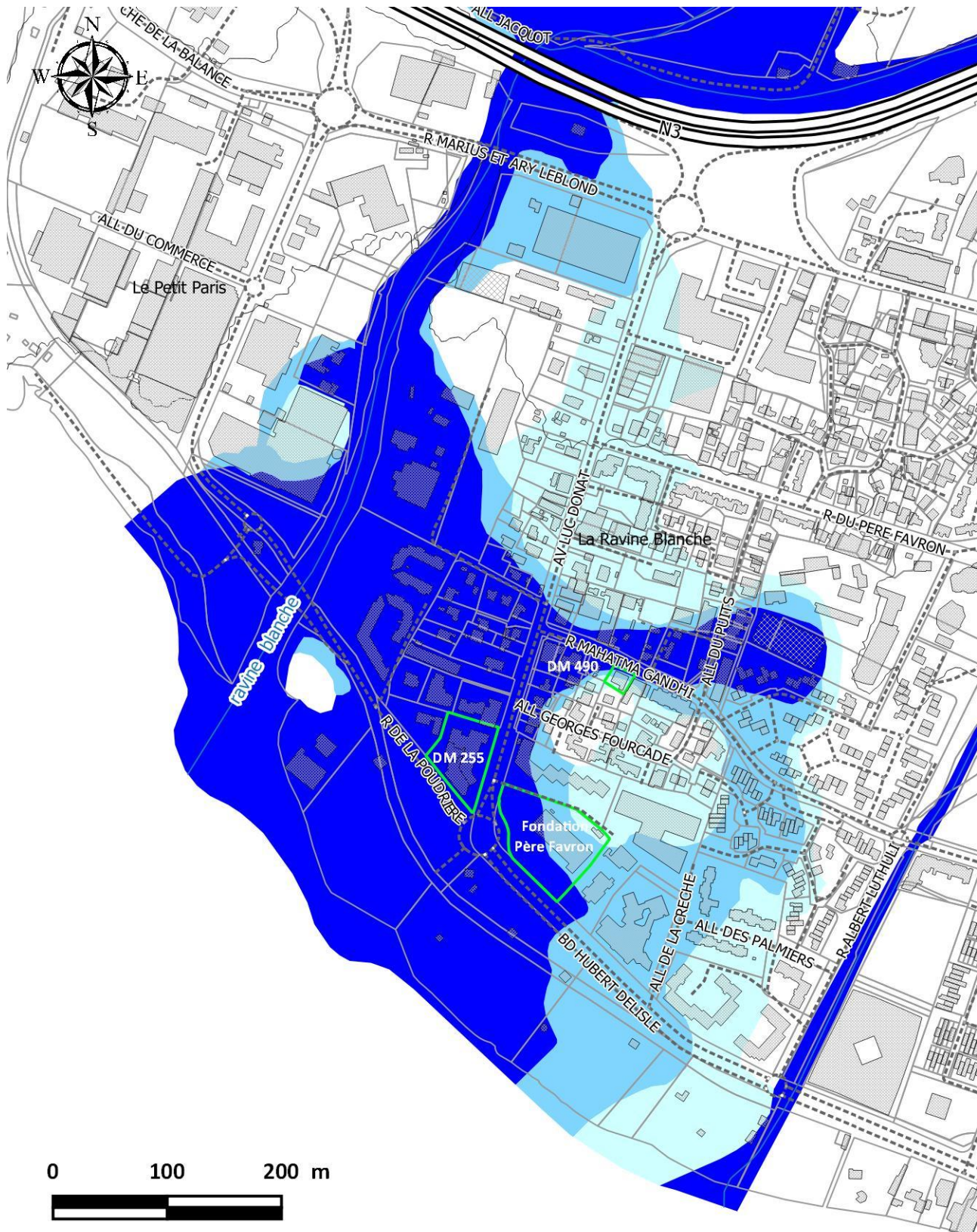
Exutoire de la Ravine Blanche

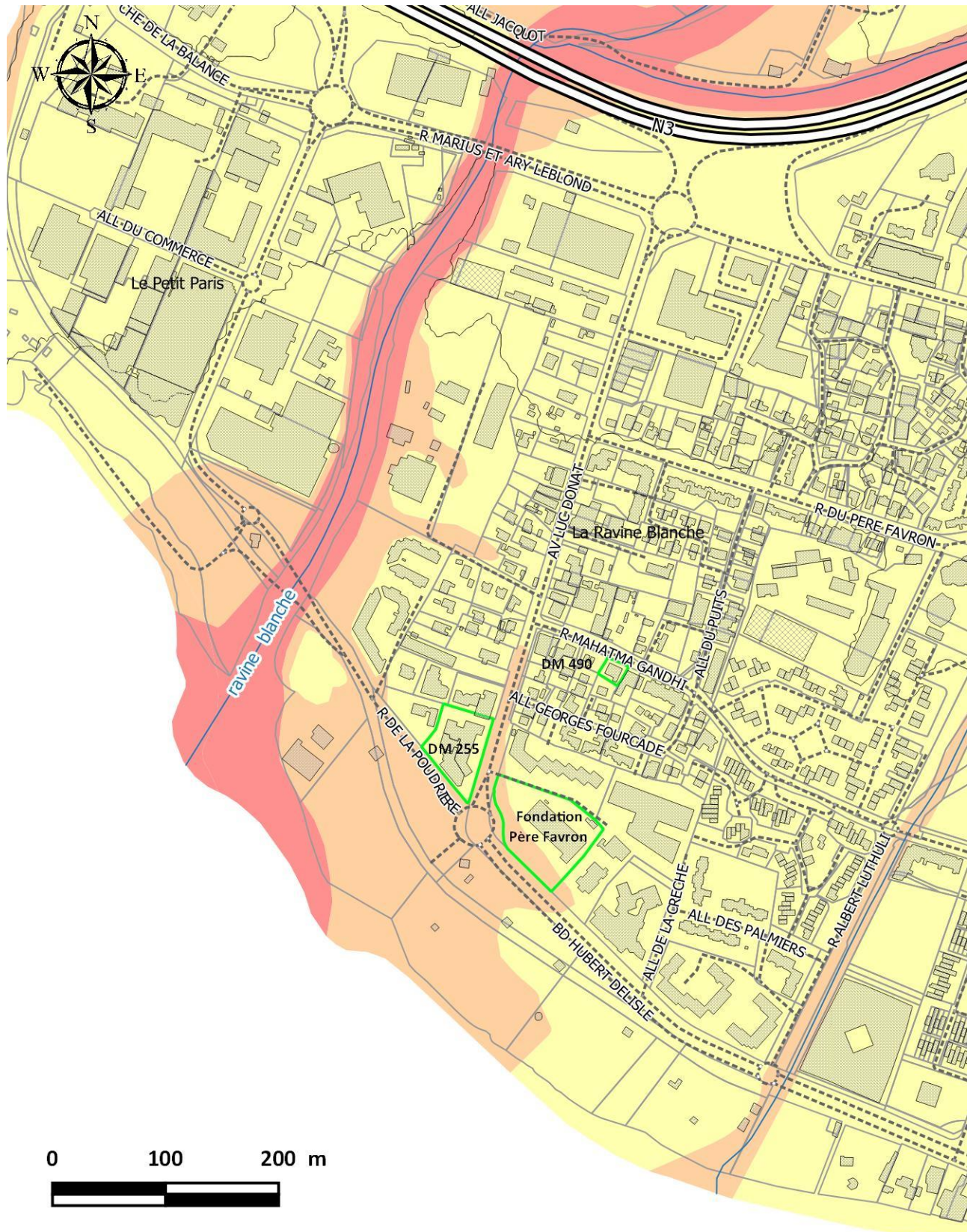
Ce secteur a fait l'objet en 2010 d'une étude hydraulique intégrant un modèle mathématique des écoulements de la Ravine Blanche pour une crue centennale (rapport d'Hydrétudes RE10-002 de décembre 2010). Les résultats de cette étude ont été analysés et intégrés au projet de cartographie de l'aléa inondation. Suite à l'enquête publique, des précisions ont été apportées au zonage afin notamment de tenir compte de l'occupation du sol dans les zones d'expansions de crue, qui peut avoir un impact sur l'inondabilité des terrains. Les parcelles du secteur concernées par des requêtes formulées lors de l'enquête publique sont présentées sur l'extrait cartographique suivant.

Une mise en cohérence de l'aléa MVT a ensuite été effectuée pour tenir compte des phénomènes érosifs sur la période de référence (siècle à venir), avec notamment la prise en compte du lit mineur en aléa élevé et les zones de débordement présentant de fortes vitesses en aléa moyen.

La traduction réglementaire des aléas du secteur tient compte du caractère urbain et historique de ce secteur de la ville de Saint-Pierre. Ainsi, les zones de débordement cartographiées en aléa fort inondation, conditionnées uniquement par de fortes hauteurs d'eau (comprises entre 1 et 2 m) et de faibles vitesses d'écoulement (inférieures à 1m/s), présentent une traduction réglementaire en zone R1B1, qui permet de concilier la prévention des risques et la nécessité d'assurer la continuité de vie et le renouvellement urbain, tout en permettant de réduire la vulnérabilité des personnes exposées.

Les parcelles du secteur concernées par des requêtes formulées lors de l'enquête publique sont présentées par un encadré vert sur les extraits cartographiques suivants.





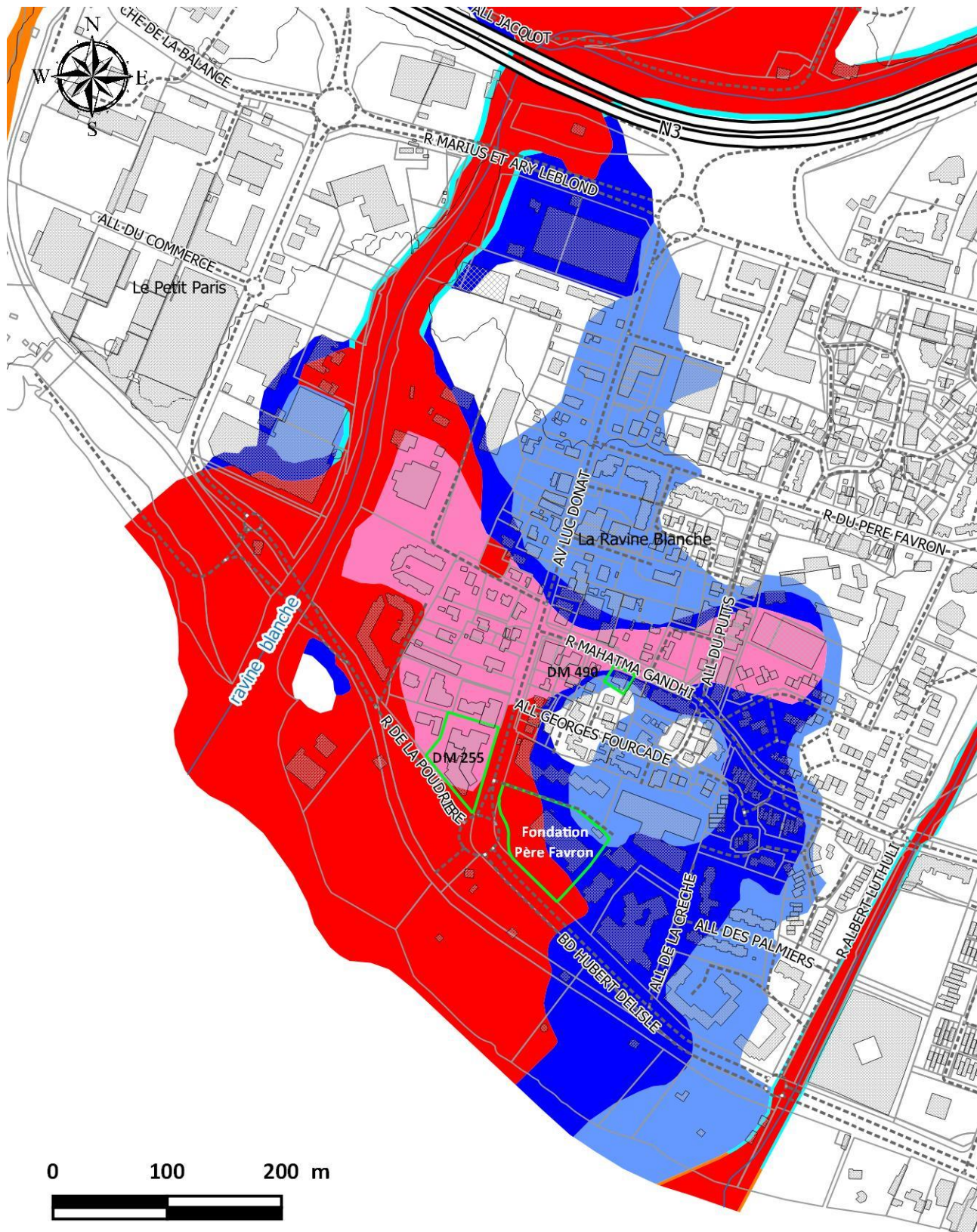


Figure 23 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et de la carte réglementaire au droit de l'exutoire de la Ravine Blanche

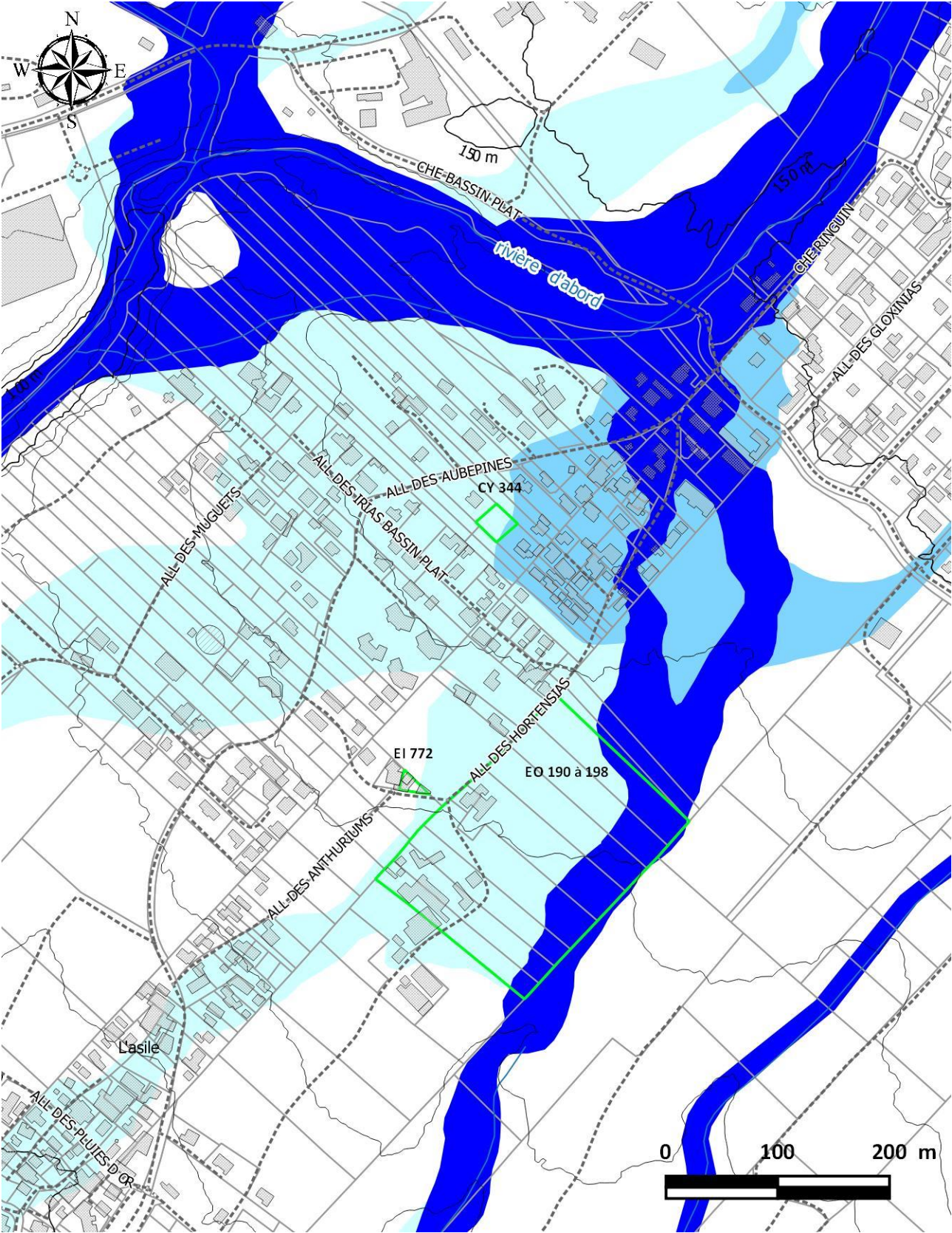
Bassin Plat – Rivière d'Abord

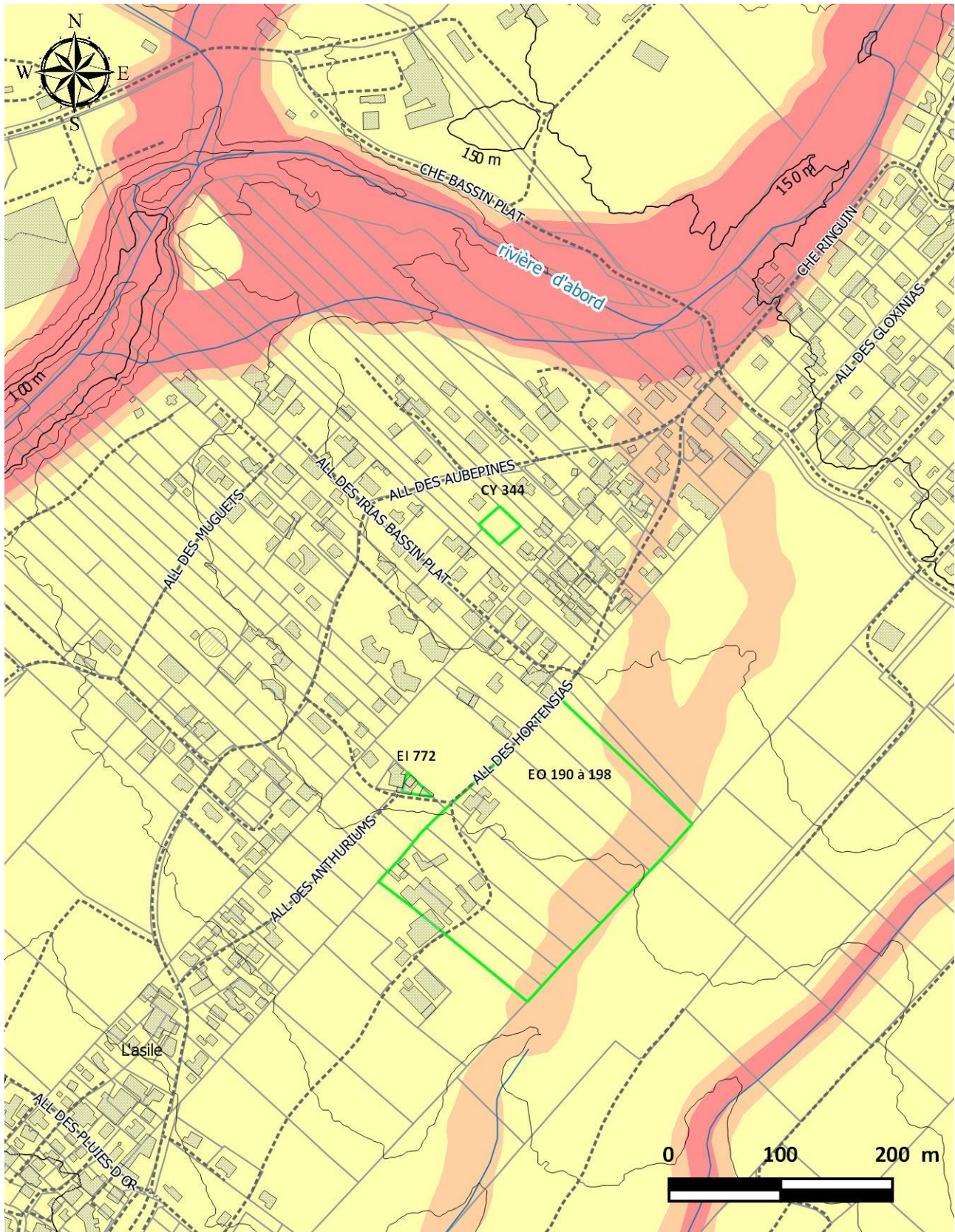
Les résultats de la modélisation mathématique des écoulements de la Rivière d'Abord pour une crue centennale, fournis par la Mairie de Saint-Pierre lors de l'enquête publique (rapport d'Hydrétudes de Novembre 2015, réf. RE15-114), ont été analysés et intégrés à la cartographie de l'aléa inondation du PPR de Saint-Pierre. Une visite de terrain complémentaire a permis de confirmer les conditions d'écoulement à l'aval du point de débordement (radier du Chemin de Bassin Plat), au droit du quartier urbanisé de Bassin Plat.

Une mise en cohérence de l'aléa MVT a ensuite été effectuée pour tenir compte des phénomènes érosifs sur la période de référence (siècle à venir), avec notamment la prise en compte des fortes vitesses d'écoulement (supérieures à 1 m/s) au droit des zones de débordement en aléa moyen.

Le zonage réglementaire du risque est principalement conditionné par l'aléa inondation dans ce secteur, hormis aux abords immédiats de l'encaissement de la Rivière d'Abord (aléa moyen MVT traduit en R2 ou B2u selon les capacités de sécurisation des différents secteurs concernés).

Les parcelles du secteur concernées par des requêtes formulées lors de l'enquête publique sont présentées par un encadré vert sur les extraits cartographiques suivants.





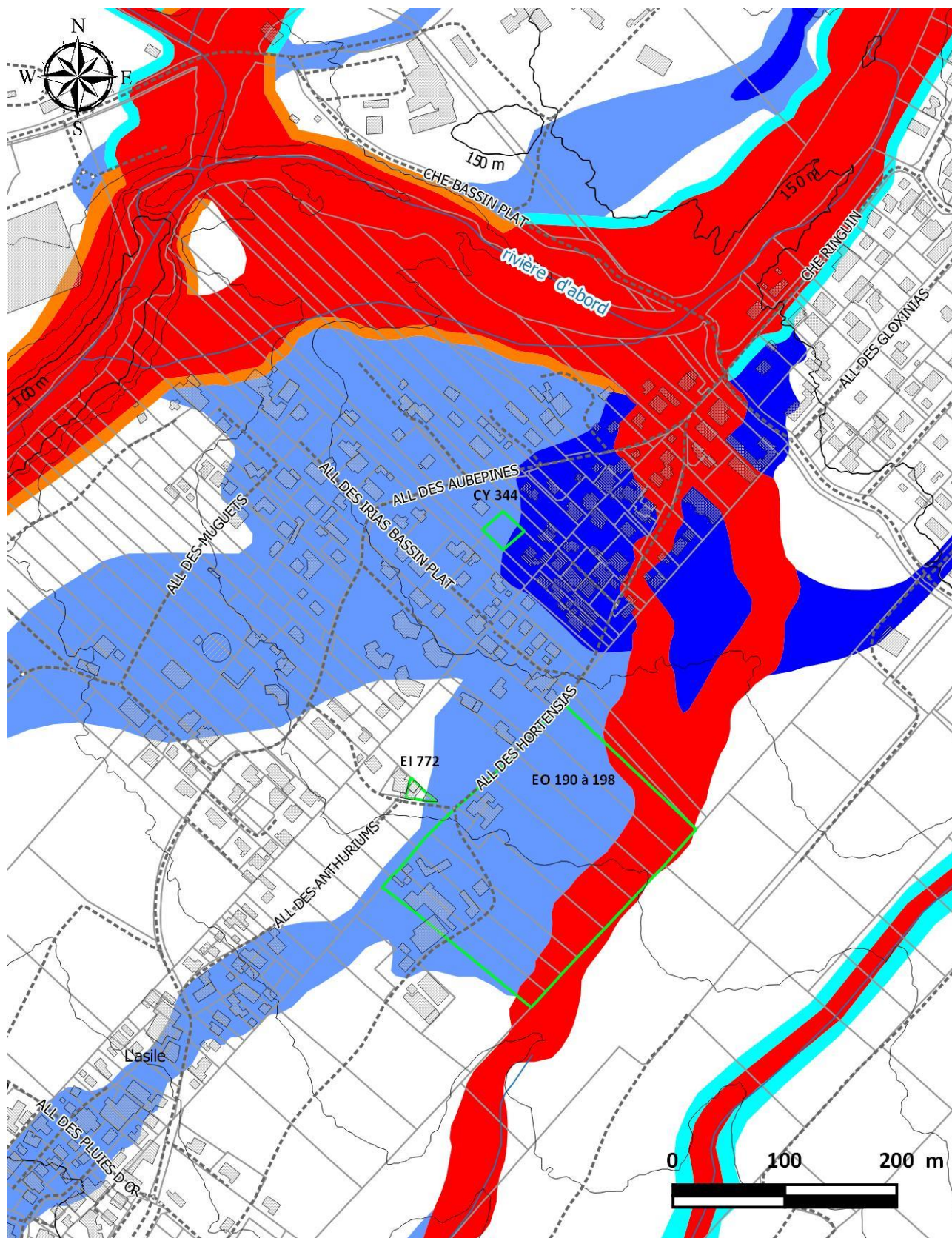


Figure 24 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et de la carte réglementaire au droit de Bassin Plat

Centre-Ville – exutoire de la Rivière d'Abord

Les résultats de la modélisation mathématique des écoulements de la Rivière d'Abord pour une crue centennale, fournis par la Mairie de Saint-Pierre lors de l'enquête publique (rapport d'Hydrétudes de Novembre 2015, réf. RE15-114), ont été analysés avec une intégration partielle des résultats cartographiques au niveau de l'exutoire de la Rivière d'Abord dans la cartographie de l'aléa inondation du PPR de Saint-Pierre.

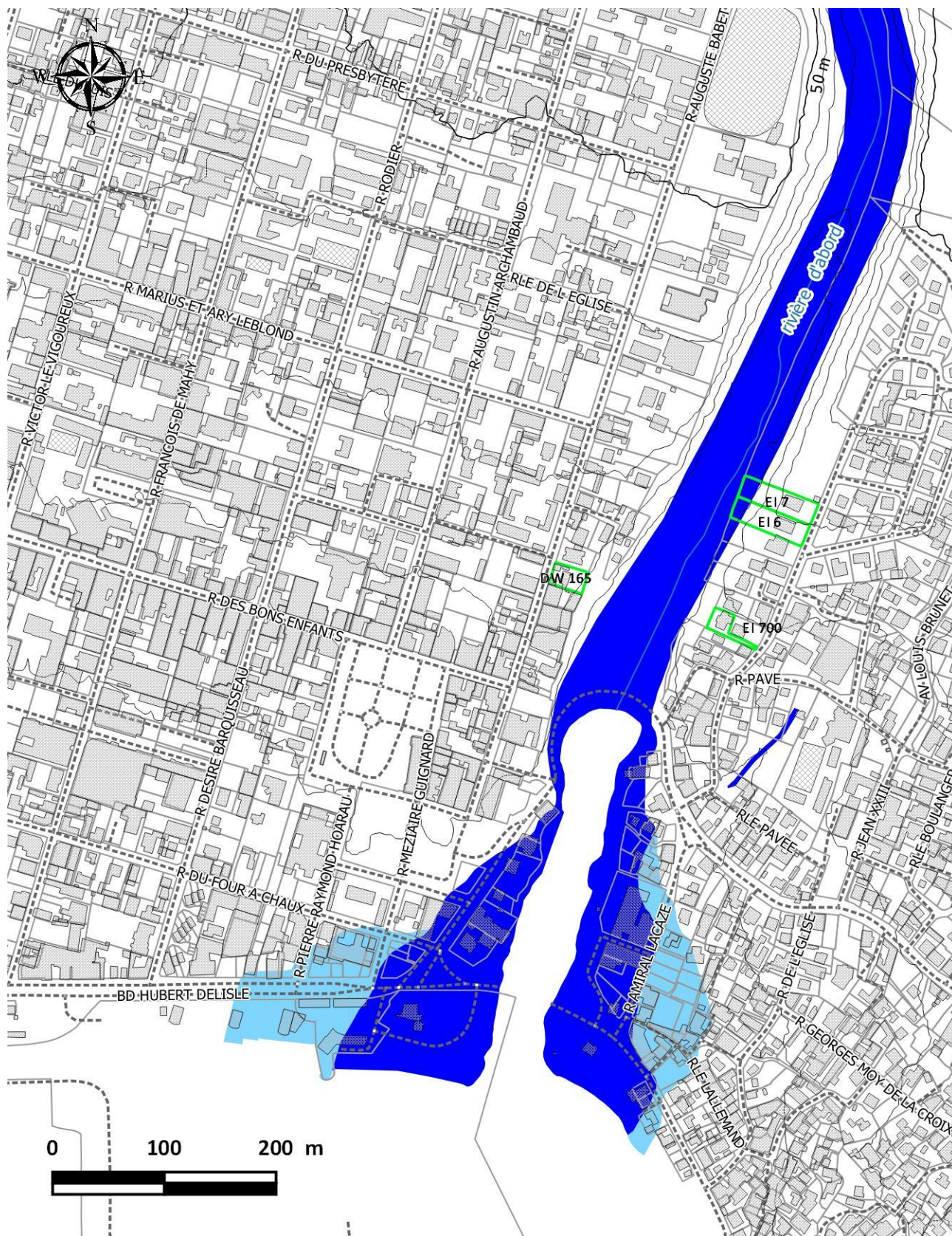
Une visite de terrain effectuée suite à l'enquête publique confirme la faiblesse des berges du secteur à l'aval du radier (hauteur de 2 à 4 m en moyenne). Toutefois, l'hypothèse considérée par le bureau d'études d'un niveau de mer à + 2 m NGR concomitante avec une crue centennale de la Rivière d'Abord, fixe pendant toute la durée de la crue modélisée, correspond à une situation climatique très exceptionnelle qui n'est pas justifiée et ne semble pas réaliste dans ce secteur (conjonction de deux phénomènes exceptionnels peu probables en simultanée). Les principes cartographiques de débordement issus du modèle sont donc retenus mais les contours des niveaux d'aléas sont adaptés à partir des observations de terrain afin de tenir compte de cette surévaluation dans les hypothèses aboutissant à des niveaux d'aléas trop impactants au niveau de l'exutoire.

Concernant l'aléa MVT, la Rivière d'Abord à son exutoire présente un encaissement qui se réduit progressivement vers l'aval, avec des hauteurs significatives au niveau du pont de la RN2, de l'ordre de 50 m à quelques mètres au niveau de l'exutoire. L'aléa MVT cartographié tient compte des phénomènes gravitaires (chutes de blocs, éboulement et érosion) pouvant se développer dans de tels contextes, avec un aléa élevé au droit du lit et des pentes les plus fortes de l'encaissement et un aléa moyen matérialisé en recul de l'encaissement (bande de 10 m) afin de tenir compte des risques de recul sur la période de référence.

Etant donné les fortes hauteurs d'eau (supérieures à 2 m) au droit des zones de débordement cartographiées en aléa fort inondation, une zone R1 est retenue au zonage réglementaire. L'aléa moyen inondation est traduit en zone B2.

Par ailleurs, la sécurisation durable des falaises matérialisant l'encaissement de la Rivière d'Abord est délicate à l'échelle d'un projet d'aménagement, lorsque ces dernières présentent des hauteurs et des menaces potentielles significatives. Seuls les secteurs situés en recul de faible hauteur d'encaissement (de l'ordre de 10 m), et conditionnés par un aléa moyen MVT, sont traduits en B2u au zonage réglementaire du PPR.

Les parcelles du secteur concernées par des requêtes formulées lors de l'enquête publique sont présentées par un encadré vert sur les extraits cartographiques suivants.



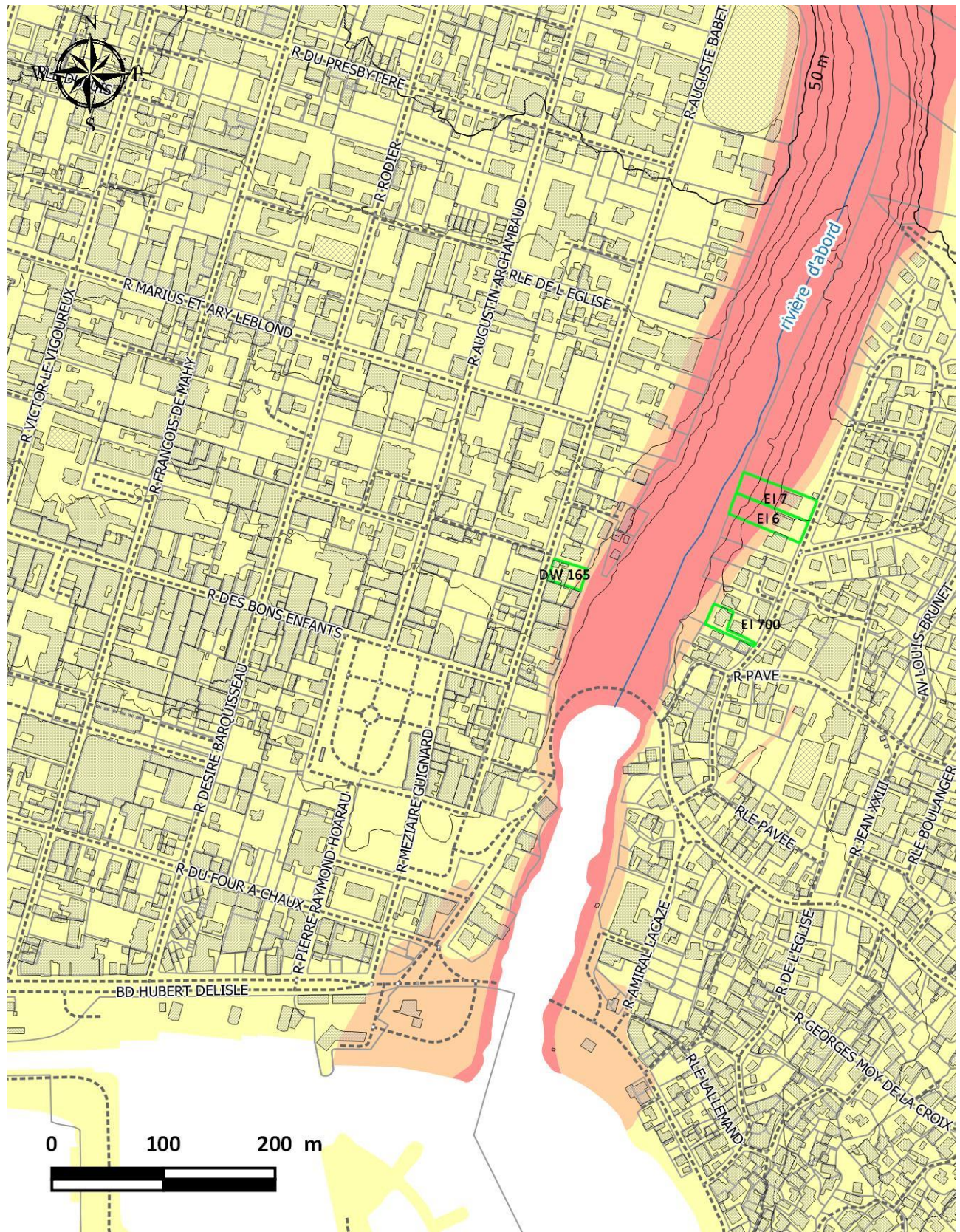




Figure 25 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et de la carte réglementaire au droit de l'exutoire de la Rivière d'Abord – Centre-ville

Secteur de Grand Bois

Dans le cadre de l'enquête publique du PPR, une étude de précision des aléas à l'échelle de ce secteur de Grand Bois (au droit de terrains pentus dominant le quartier (AnteaGroup, 2015)) a été fourni par un pétitionnaire et a permis de préciser le zonage de l'aléa MVT et le zonage réglementaire.

Une visite de terrain complémentaire a permis de confirmer les zones de ruptures de pentes et la nature des terrains en place, avec notamment la présence de formations basaltiques démantelés générant la présence de nombreux blocs en surface des pentes du secteur. Ces blocs ne semblent pas associés à des chutes de blocs anciennes et le risque de remobilisation sur la période de référence (siècle à venir) est jugé peu probable pour la majorité des blocs observés. Un déchaussement de ces blocs liés à de fortes pluies ou des actions anthropiques non maîtrisées peut néanmoins être à l'origine de ces remobilisations. Les nombreux obstacles dans les pentes (végétation, replat, blocs) limitent les risques de propagation aux zones les plus pentues (au-delà de 30 à 35°). Toutefois, aucun couloir actif n'a été identifié sur le secteur et la plupart des blocs sont recouverts de végétation.

Les observations de terrains ne mettent pas en avant de ressauts verticaux ponctuels dans les pentes du secteur, qui pourraient être à l'origine de départ de blocs plus probables et plus fréquents sur la période de référence considérée (le siècle à venir). L'absence de talus redressés tend également à limiter le risque de départ spontané de blocs.

Ces éléments permettent de confirmer et de préciser l'emprise de l'aléa moyen MVT au droit du secteur.

Ces observations confirment également la possibilité de sécurisation de ce secteur concerné par de nombreux projets d'aménagement (collectif et individuel). En effet, une élimination des blocs permettra dans les secteurs les plus pentus de réduire significativement l'aléa et des pratiques de terrassement associées à la réalisation d'ouvrages de soutènement pour la création de plateforme permettront de sécuriser durablement les terrains, à l'instar de l'aménagement de la ZAC Cap Austral réalisée à l'Ouest du site. Ces observations confirment un zonage réglementaire en B2u au droit du secteur.

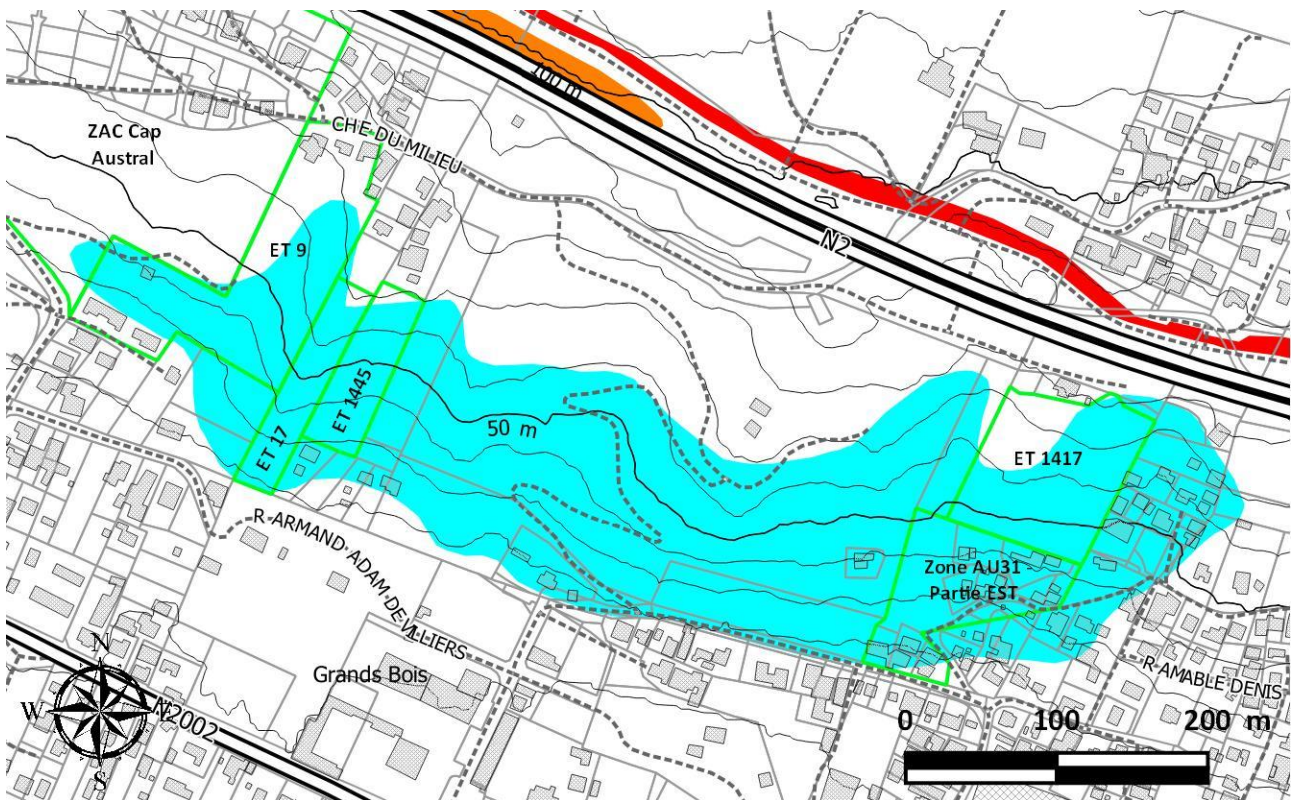
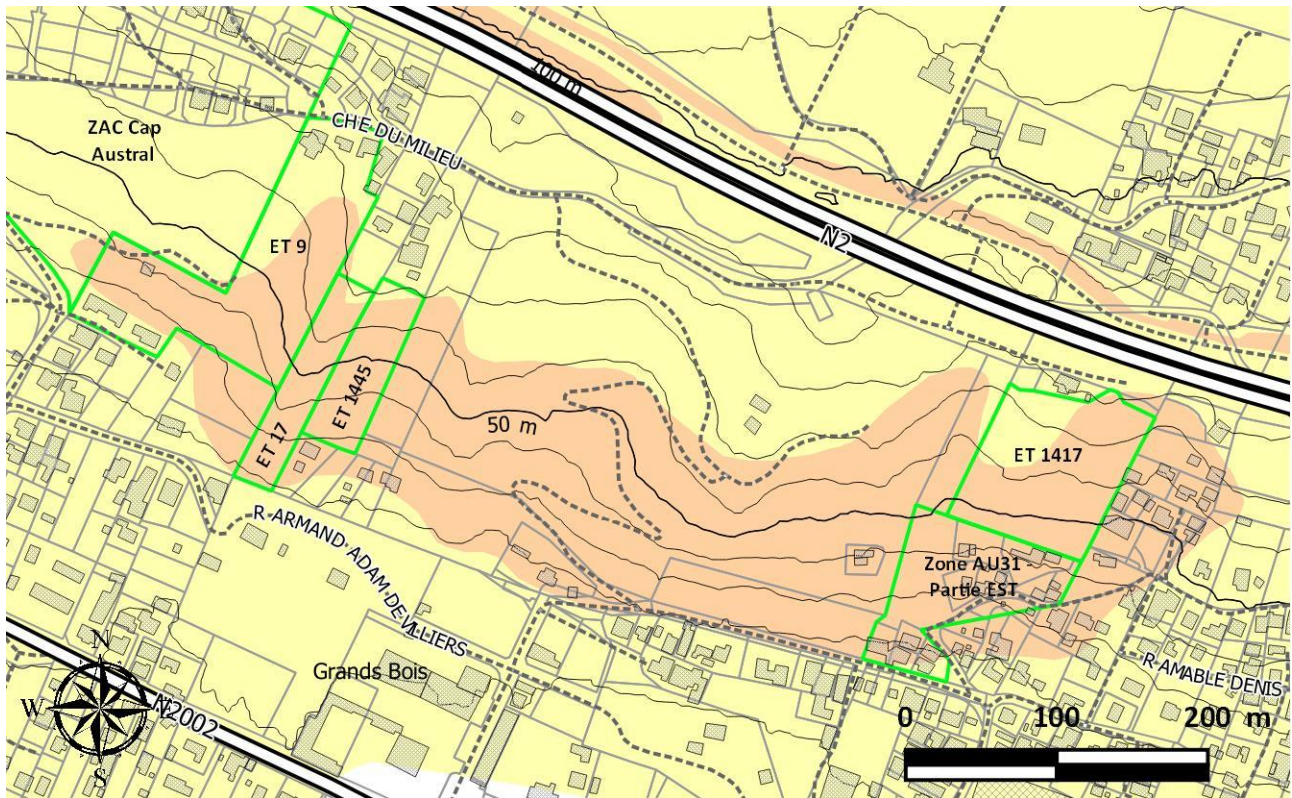


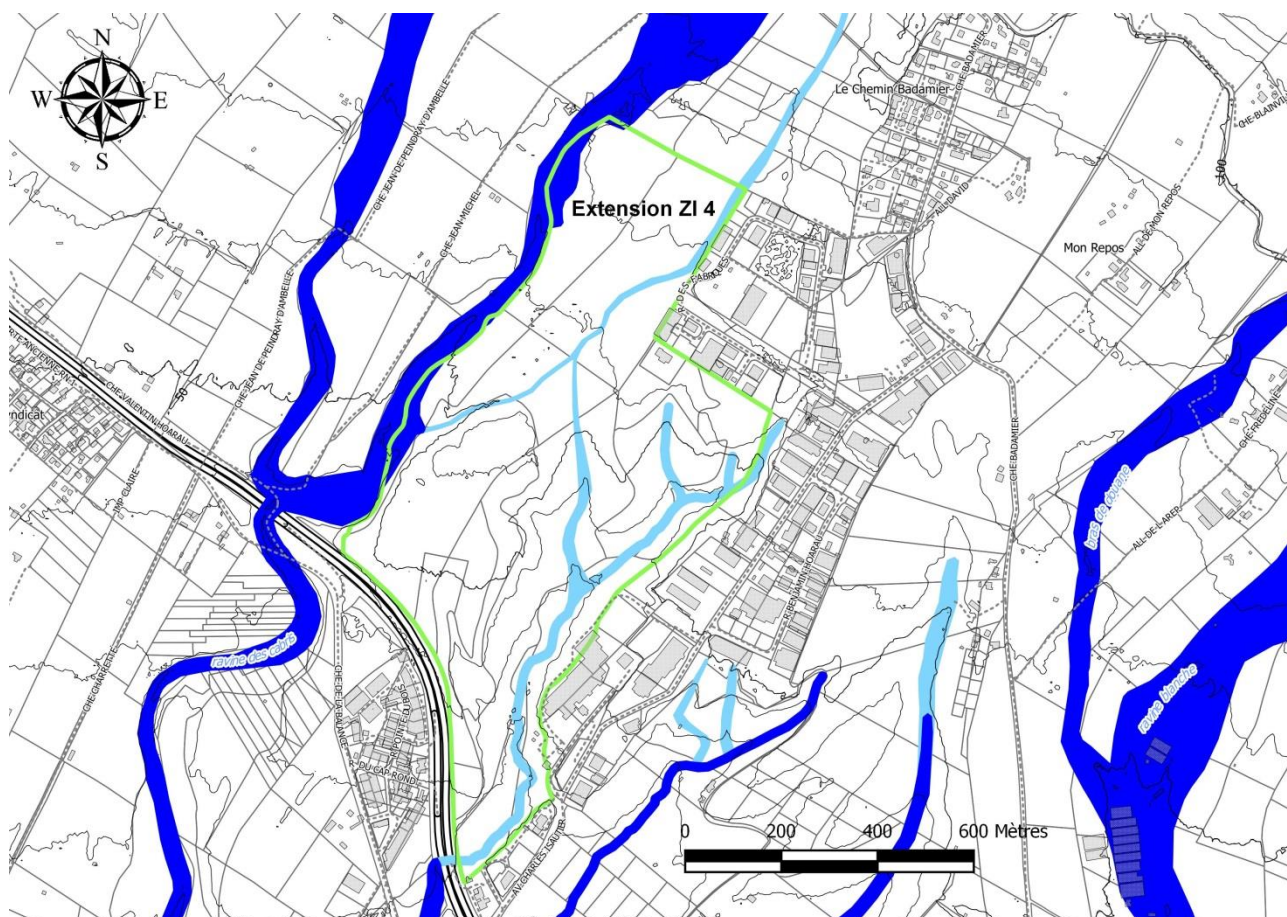
Figure 26 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et de la carte réglementaire au droit de Grand Bois

Projet de ZI n°4

Le terrain d'assise du projet d'aménagement de la ZI n°4 a fait l'objet d'une analyse détaillée dans le cadre de l'élaboration des cartes d'aléas. Une visite de terrain a permis de préciser le zonage des aléas au droit des terrains d'assise du projet dont les résultats sont présentés au sein du rapport BRGM/RP-62494-FR de juin 2013, fourni en annexe 4 du dossier PPR de la commune de Saint-Pierre.

Cette analyse a permis notamment de préciser le positionnement des axes d'écoulement du secteur et de préciser l'aléa érosion dans un secteur composé de tufs particulièrement sensibles à l'érosion.

Concernant la traduction réglementaire des aléas, les aléas moyen MVT du secteur sont jugés sécurisables dans le cadre du projet d'aménagement projeté, notamment par le biais par exemple de terrassement visant à éliminer certains talus et donc certaines menaces potentielles. Une traduction réglementaire en B2u est retenue au PPR de la commune de Saint-Pierre.



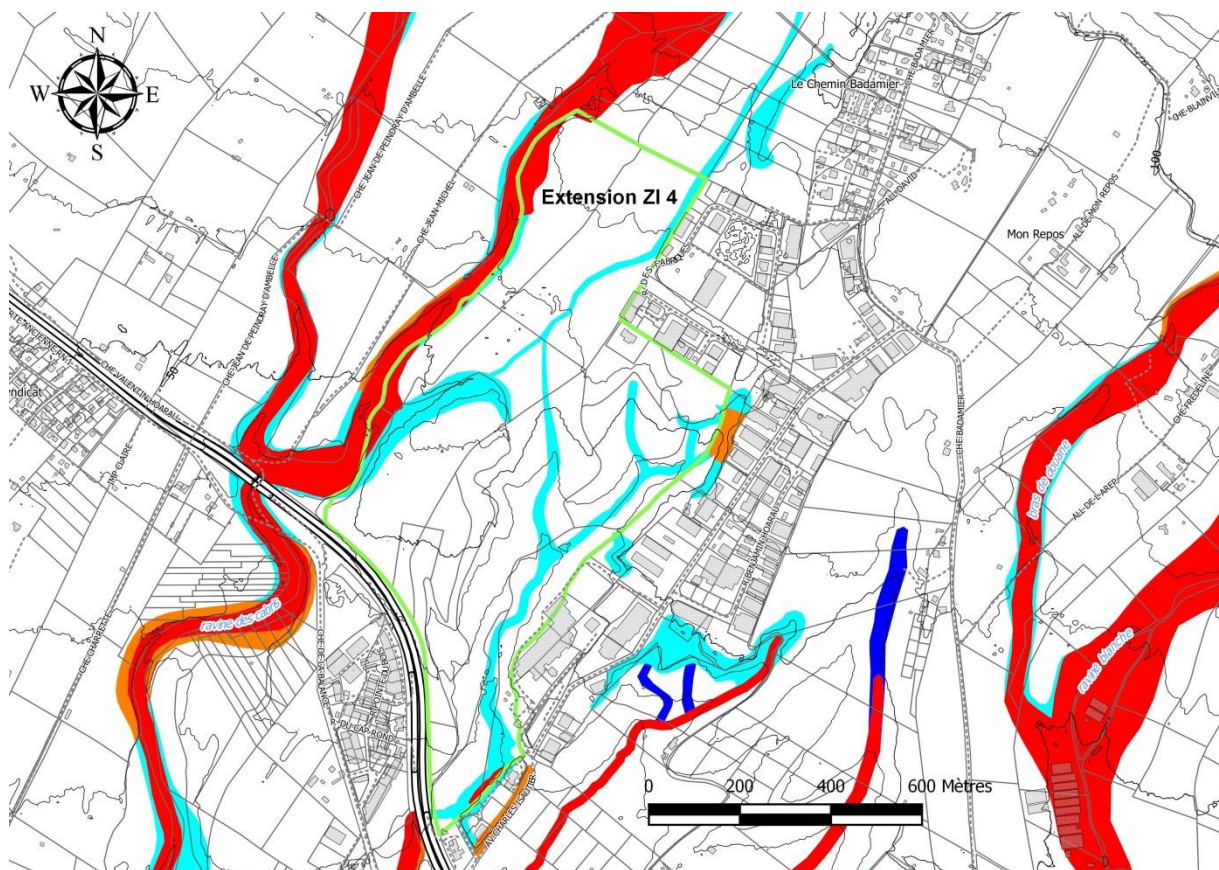
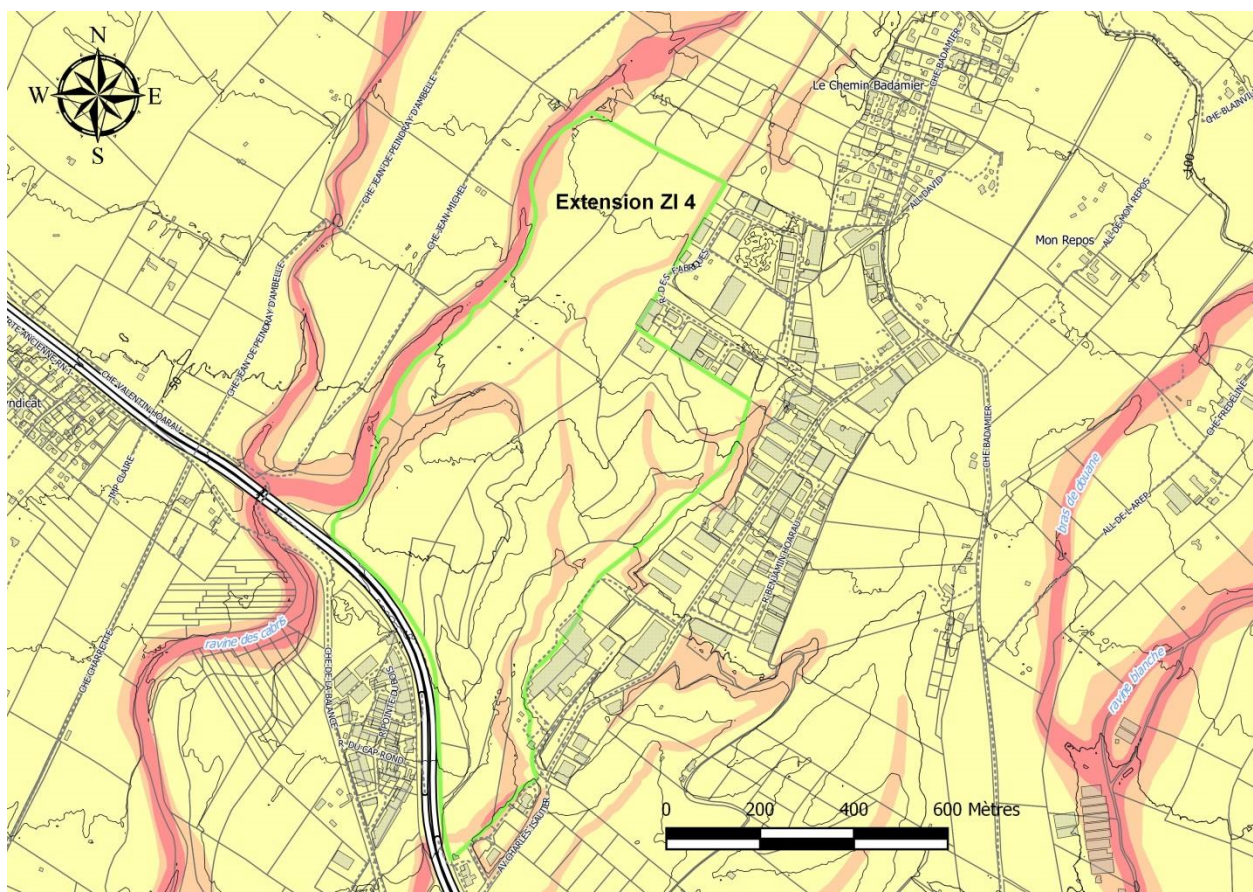


Figure 27 : Extraits de la cartographie de l'aléa inondation, mouvements de terrain et de la carte réglementaire au droit de la ZI n°4

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
PPRI.	Plan de Prévention des Risques Littoraux
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.

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.

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 ;
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).

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.

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)



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

BRGM Réunion

5 Rue Sainte Anne
97400 SAINT DENIS

Tél. : 02 62 21 22 14