

DEPARTEMENT DE LA REUNION

Commune de Saint-Philippe



PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES

« Inondations et mouvements de terrain »

NOTE DE PRESENTATION

Mai 2026

Enquête Publique



**PRÉFET
DE LA RÉGION
RÉUNION**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Géosciences pour une Terre durable

brgm

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	11
1.1. Organisation de la gestion des risques.....	11
1.2. Prévention des risques naturels	12
1.3. Plan de Prévention des Risques (P.P.R.) naturels prévisibles	13
1.4. Catastrophes naturelles à La Réunion.....	13
2. PRESENTATION DU PPR	14
2.1. Contexte réglementaire du PPR.....	14
2.2. Procédure réglementaire	15
2.2.1. Secteurs géographiques concernés	15
2.2.2. Etat des réflexions menées	15
2.2.3. Démarches à mener	16
2.3. Assurances et infractions au PPR	17
2.3.1. Rappel du régime d'assurance en vigueur	17
2.3.2. Infractions au PPR et sanctions.....	20
2.4. Expropriation et Mesure de sauvegarde	20
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 et analyse hydrologique	29
3.1.5. Contexte géologique	32
3.2. Enjeux et vulnérabilité	34
4. APPROCHE HISTORIQUE ET CARACTERISATION DES PHENOMENES NATURELS	37
4.1. Phénomènes historiques.....	37
4.2. Arrêtés de catastrophes naturels.....	38
4.3. Caractérisation des mouvements de terrain	39
4.3.1. Chutes de pierres ou de blocs, éboulements (P)	40
4.3.2. Glissements de terrain et coulées boueuses associées (G)	42
4.3.3. Erosions de berge et ravinement.....	45

4.4.	Caractérisation des phénomènes d' inondation	46
5.	CARACTERISATION ET CARTOGRAPHIE DES ALEAS	49
5.1.	Définitions et notions générales.....	49
5.1.1.	Notion d'intensité et de probabilité d'occurrence	49
5.1.2.	Remarques relatives aux règles de zonage	50
5.2.	Aléa inondation	51
5.2.1.	Méthode d'évaluation de l'aléa	51
5.2.2.	Caractérisation de l'aléa inondation	52
5.3.	Aléa mouvements de terrain.....	53
5.3.1.	Méthode d'évaluation de l'aléa	53
5.3.2.	Règles générales de qualification de l'aléa MVT.....	54
5.3.3.	Qualification de l'aléa mouvements de terrain.....	56
5.4.	Principes de traduction réglementaire	58
6.	LEXIQUE DES SIGLES ET TERMES TECHNIQUES	61
7.	PRINCIPAUX TEXTES OFFICIELS	63
7.1.	Législation - Réglementation	63
7.2.	Principales circulaires.....	63
7.3.	Publication de guides	63
8.	ANNEXE 1 : GRILLES D'AIDE A LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA MVT (EXTRAIT DU RAPPORT BRGM/RP-66346-FR DE NOVEMBRE 2016).....	163

Liste des tableaux

Tableau 1 : Evénements météorologiques majeurs survenus à la Réunion.....	13
Tableau 2 : Précipitations journalières décennales et centennales issues du modèle SHYREG (2012) ou du GEDC, 1992 (en mm).	27
Tableau 3 : Cumul de pluie moyen par jour entre 1981 et 2010 (Bulletin climatologique 2017 – Meteo France).	28
Tableau 4 : Maximum des précipitations journalières, précipitations annuelles cumulées, nombre de jours dans l'années avec précipitations et évènement climatique associé sur la période 2010-2021 observés sur la station du Baril.	28
Tableau 5 – Principales ravines et caractéristiques des bassins versants associés	30
Tableau 6 – Estimation des débits de crue sur les principales ravines de Saint-Philippe (Hydretudes, 2012)	32

Tableau 7 – Principaux évènements historiques connus ayant impacté la commune de Saint-Philippe.....	38
Tableau 8 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelle sur la commune de Saint-Philippe (source : www.géorisques.gouv.fr).....	39
Tableau 9 : Types de phénomènes rencontrés en fonction des catégories de terrain	40
Tableau 10 : Caractérisation de l'aléa inondation pour la crue centennale en fonction des vitesses et des hauteurs d'eau	52
Tableau 11 : Echelle qualitative de probabilité d'occurrence (LCPC, guide technique sur les études spécifiques d'aléa lié aux éboulements rocheux, 2004).....	55
Tableau 12 : Principe de grille de qualification des aléas	56
Tableau 13 : Définition du niveau d'aléa MVT résultant en fonction des différents aléas caractérisés	57
Tableau 14 : Principe de traduction réglementaire des aléas du PPR de Saint-Philippe	59

Liste des figures

Figure 1 : Délimitation du territoire communal de Saint-Philippe (©IGN Scan100® - 2010).....	23
Figure 2: Précipitations moyennes annuelles sur la période 1981-2010 (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-Philippe (©IGN Scan25® - 2015)	27
Figure 5 : Réseau hydrographique de Saint-Philippe (source : BDtopo2016®, fond ©IGN scan25® - 2015)	31
Figure 6 : Carte géologique de la commune de Saint-Philippe d'après la carte géologique à 1/100 000 (BRGM, LGSR, 2006).	33
Figure 7 : Evolution de la population de Saint-Philippe (source : ©I.N.S.E.E.).....	34
Figure 8 : Chute d'un bloc isolé.....	42
Figure 9 : Eboulement.....	42
Figure 10: Coupe type d'un glissement circulaire	43
Figure 11 : Représentation schématique du glissement-coulée.	44
Figure 12 : Possibilité de déplacement des personnes en fonction des caractéristiques d'écoulement	47
Figure 13 : Exemple de représentation de la notion de continuité du niveau d'aléa.....	50

Préambule

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

Ce dossier comporte plusieurs documents informatifs et réglementaires :

✓ les documents informatifs :

- une cartographie des aléas naturels (mouvements de terrain et inondations) à l'échelle du 1/ 20 000 et du 1/5 000 ;
- une cartographie de localisation des phénomènes naturels historiques (inondations et mouvements de terrain) à l'échelle 1/19 000 ;
- une cartographie des équipements sensibles (enjeux) de la commune à l'échelle 1/19 000.

✓ les documents réglementaires :

- la note de présentation : elle décrit succinctement le territoire d'étude et les phénomènes naturels qui le concernent, ainsi que les règles méthodologiques adoptées ;
- une cartographie du zonage réglementaire à l'échelle du 1/ 20 000 et du 1/5 000 ;
- le règlement associé au zonage réglementaire ;
- le rapport d'analyse des requêtes sur les cartes d'aléas du BRGM (PAC de juin 2023 ; RP-74324-FR).

La loi précitée inscrit en tête de ses dispositions **le principe de précaution**. Celui-ci fonde les services instructeurs à engager des P.P.R. sans tarder en s'appuyant sur les connaissances disponibles. En conséquence, la conduite du P.P.R. 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.

L'Ile de La Réunion, de par sa vulnérabilité face aux événements cycloniques, est la région française la plus exposée aux aléas naturels. Elle subit régulièrement les effets dévastateurs des conditions météorologiques (pluies, vent, houles et surcote cyclonique) induites par les cyclones (cf. ci-après tableau des événements majeurs historiques).

La commune de Saint-Philippe, peuplée de 5 085 habitants (INSEE RP2020), est affectée par des phénomènes de mouvements de terrain et/ou d'inondations, comme en témoigne la carte des phénomènes historiques (Annexe 2 du dossier de PPR), impactant plus ou moins durement les activités humaines.

Dans un contexte de développement de l'urbanisation et d'augmentation inhérente de la vulnérabilité, le nombre et la diversité des phénomènes naturels auxquels sont exposés des enjeux importants sur le territoire communal ont justifié de la part du Service instructeur des PPR (Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement ou DEAL) l'élaboration d'un PPR multirisques (« inondations et mouvements de terrain ») de la commune de Saint-Philippe.

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 initialement par le décret du 11 octobre 1990 modifié et par la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 et désormais codifiées aux articles L. 125-2, L. 125-5 et R. 125-5 et suivants du code de l'Environnement. Ces dispositions prévoient 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. tableau des événements majeurs historiques présenté en 1.4).

La commune de Saint-Philippe est particulièrement concernée par cette politique de prévention car elle est exposée aux aléas liés aux cyclones, pluies et mouvements de terrain importants, elle connaît aussi une évolution croissante de sa démographie et de son économie. Il y a donc nécessité pour la sécurité de la population communale de mettre en place des mesures de prévention efficaces.

Les responsabilités et obligations du maire, en particulier en ce qui concerne l'information préventive des citoyens et les mesures de sauvegarde qui les concernent, sont définies dans la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003, et notamment son article 40 :

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

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

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

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

« Le plan communal de sauvegarde regroupe l'ensemble des documents de compétence communale contribuant à l'information préventive et à la protection de la population. Il détermine, en fonction des risques connus, les mesures immédiates de sauvegarde et de

protection des personnes, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population. Il peut désigner l'adjoint au maire ou le conseiller municipal chargé des questions de sécurité civile. Il doit être compatible avec les plans d'organisation des secours arrêtés en application des dispositions de l'article L.741-1 à L.741-5. Il est obligatoire dans les communes dotées d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé ou comprises dans le champ d'application d'un plan particulier d'intervention. Le plan communal de sauvegarde est arrêté par le maire de la commune. [...] La mise en œuvre du plan communal ou intercommunal de sauvegarde relève de chaque maire sur le territoire de sa commune. Un décret en Conseil d'État précise le contenu du plan communal ou intercommunal de sauvegarde et détermine les modalités de son élaboration. »

1.3. PLAN DE PREVENTION DES RISQUES (P.P.R.) NATURELS PREVISIBLES

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

La commune de Saint-Philippe est dotée d'un Plan de Prévention des Risques inondations approuvé par l'arrêté préfectoral n°637 du 12 mai 2012. La procédure de révision du Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles sur la commune de Saint-Philippe a été prescrite par l'arrêté préfectoral n°2023-1164 du 12 juin 2023.

Sont pris en compte dans la présente élaboration du Plan de Prévention des Risques de la commune de Saint-Philippe les risques relatifs aux crues par débordement des ravines, les chutes de pierres ou de blocs, les éboulements, les glissements de terrain et coulées de boue associées, les érosions de berge et le ravinement sur l'ensemble du territoire communal.

1.4. CATASTROPHES NATURELLES A LA REUNION

1875 Salazie « le Grand sable » : 63 personnes ensevelies par un glissement	Février 1987 tempête Clotilda : 9 morts ; dégâts très importants	Mars 2006 Tempête tropicale modérée Diwa : 4 morts, pluies importantes
Janvier 1948 Cyclone : 16 morts ; dégâts énormes	Janvier 1989 cyclone Firinga : 4 morts ; dégâts très importants	Février 2007 Cyclone Gamède : 2 morts, dégâts importants
Février 1962 cyclone Jenny : 36 morts ; dégâts importants	Janvier 1993 cyclone Colina : 2 morts ; dégâts importants	Janvier 2014 Cyclone Béchisa : 1 mort, dégâts importants
Janvier 1966 cyclone Denise : 3 morts ; dégâts importants	Février 1998 tempête Anacelle : 1 mort ; dégâts importants	Janvier 2018 Tempête tropicale modérée Berguitta : pluies et dégâts importants dans le sud-ouest de la Réunion
Janvier 1980 tempête Hyacinthe : 25 morts ; 1 milliard de francs de dommages	Janvier 2002 cyclone Dina : 2 morts, dégâts très importants	Avril 2018 Forte tempête tropicale Fakir : 2 morts

Tableau 1 : Evénements météorologiques 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 P.P.R. :

« 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 (article L.562-4 du Code de l'Environnement). Il est annexé au Plan Local d'Urbanisme, conformément à l'article L.153-60 du Code de l'Urbanisme.

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

2.2. PROCEDURE REGLEMENTAIRE

2.2.1. Secteurs géographiques concernés

La procédure réglementaire est définie par les articles R.562-1 à R.562-9 du code de l'environnement. Le point de départ de la présente procédure d'élaboration du PPR est l'arrêté préfectoral de prescription n°2023-1164 du 12 juin 2023.

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

2.2.2. Etat des réflexions menées

Le projet de Plan de Prévention des Risques est élaboré par les services de l'Etat, à savoir 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 :

- 10 mai 2012 : Approbation du PPR inondation de Saint-Philippe ;
- 28 mars 2022 : réunion de présentation en mairie de la procédure de révision du PPR, de la démarche d'élaboration des cartographies des aléas inondations et mouvements de terrain sur l'ensemble du territoire communal ;
- 2022-2023 : finalisation de l'étude hydraulique de précision de l'aléa inondation sur les secteurs de secteurs ravine Arzule ;
- 26 mai 2023 : Porter à connaissance des cartographies des aléas « inondation et mouvements de terrain » par Monsieur le préfet à M. le maire de Saint-Philippe ;
- 12 juin 2023 : Prescription de la révision du PPR « inondation et mouvements de terrain » de Saint-Philippe (arrêté préfectoral n° 2023 – 1164) ;
- du 28 mai 2024 au 28 juin 2024 : organisation d'une phase de concertation renforcée avec le public sur le projet de cartographie des aléas inondation et mouvements de terrain, du zonage réglementaire et du règlement associé.

- Décembre 2024 – mars 2025 : analyse des demandes de précision reçues lors de la phase de concertation renforcée comprenant des visites de terrain complémentaires réalisées le 29 octobre 2024 et le 6 décembre 2024, en présence d'un représentant de la DEAL et des occupants des parcelles concernées (rapport BRGM/RP-71690-FR).
- Octobre 2025 : finalisation du projet de PPR pour le lancement de la phase de consultation pour avis des personnes publiques (R. 562-7 du code de l'environnement) et de l'enquête publique).

Les consultations officielles des partenaires publiques associés (le conseil municipal, l'ONF, la CASUD, la Chambre d'agriculture, la DAAF) se sont déroulées du 23 octobre 2025 au 30 décembre 2025.

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

Lors de la phase de consultation officielle, certains partenaires ont fait un retour sur les documents transmis. L'ONF ne reporte aucune remarques particulières si ce n'est la présence d'espaces forestiers potentiellement concernés par un aléa fort inondation et un aléa MVT moyen à très élevé, impliquant un zonage réglementaire R1 et R2 avec des impacts non négligeables sur l'aménagement des espaces naturels et touristiques ou du stockage de bois sur la commune de Saint-Philippe.

2.2.3. Démarches à mener

Après la phase d'élaboration, le dossier est soumis à des consultations officielles 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.

Un bilan de la concertation est en cours de rédaction et sera joint au dossier d'enquête publique. Ce bilan rappelle quelle a été la concertation menée tout au long des études d'élaboration du projet de PPRn qui s'achève après les consultations officielles.

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

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

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

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

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

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

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 installées postérieurement à la publication d'un PPR sur des terrains classés inconstructibles par ce plan. Le Bureau Central de Tarification (B.C.T.) est saisi des contentieux éventuels.

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

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

Etat de catastrophe naturelle

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

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

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

Règlement des sinistres

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

Dispositions nouvelles pour l'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles

Par arrêtés du 05 septembre 2000 du ministère de l'économie, des finances et de l'industrie (publiés au journal officiel du 05 septembre 2000), certains articles du code des assurances ont été modifiés pour renforcer le lien entre l'indemnisation des dommages résultant des catastrophes naturelles et les mesures de prévention de ces risques. Les nouvelles dispositions adoptées ont pour objet d'une part l'augmentation des franchises, et d'autre part leur modulation en fonction de la répétitivité des risques naturels survenus et des mesures de prévention prises tendant à les réduire.

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

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

Ces mesures cessent de s'appliquer à compter de la prescription d'un PPR pour le risque faisant l'objet de l'arrêté portant constatation de l'état de catastrophes naturelles dans la commune

concernée. Elles reprennent leurs effets en l'absence d'approbation du plan précité dans le délai de cinq ans à compter de la prescription correspondante.

2.3.2. Infractions au PPR et sanctions

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

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

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

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

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

2.4. EXPROPRIATION ET MESURE DE SAUVEGARDE

Le PPR n'emporte aucune mesure d'expropriation. Une procédure d'expropriation indépendante du PPR est prévue par les articles 11 et suivants de la loi du 02 février 1995. Elle vise à régler les situations où le déplacement des populations, dont la vie serait menacée, s'avère le seul moyen de les mettre en sécurité à un coût acceptable. Cette mesure implique une analyse particulière des risques, car la notion de menace grave pour les vies humaines est fondée sur des critères beaucoup plus restrictifs que ceux qui président à la délimitation du zonage PPR, le plus souvent établis sur la constructibilité ou les usages des sols. Pour cette raison, le classement en zone « rouge » d'un PPR n'est jamais à lui seul un motif d'expropriation.

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

2.5. RESPONSABILITES

2.5.1. Etablissement du PPR

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

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

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

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

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

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

2.5.2. Autorisation d'occuper le sol

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

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

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

3. Présentation de la commune

3.1. CONTEXTE DE LA ZONE D'ETUDE

3.1.1. Situation géographique

Le territoire de la commune de Saint-Philippe, d'une superficie de 153,94 km², est situé au sud-est de l'île de La Réunion sur le massif du Piton de la Fournaise (Figure 1). C'est la commune la plus australe de France. Le territoire communal s'étend du littoral jusqu'au sommet de La Fournaise à 2621 m d'altitude (sommet du cratère Bory). Sa limite ouest est marquée par la ravine de Basse vallée et le rempart de l'Enclos Fouqué alors que sa limite Nord traverse l'Enclos et les Grandes Pentes dans leur partie centrale. Saint-Philippe est limitrophe avec les communes de Saint-Joseph à l'ouest et de Sainte-Rose au Nord.

Saint-Philippe appartient à la Communauté d'Agglomération du Sud (CASUD).



Figure 1 : Délimitation du territoire communal de Saint-Philippe (©IGN Scan100® - 2010)

3.1.2. Contexte géomorphologique

Le territoire peut schématiquement être scindé en trois grandes entités morphologiques :

- Le flanc sud du Piton de la Fournaise, résultant des différentes phases d'épanchement volcanique de l'édifice, antérieures la formation de l'Enclos Fouqué (> 4700 ans) ou lors d'éruptions « hors Enclos » plus récentes. Ce flanc est caractérisé par deux zones de fortes pentes (20-30° en moyenne) :
 - zone amont : altitude ~ 2000-2100 m, secteur des Puys Ramond ;
 - zone centrale : altitude ~1000-1200 m.

Ces zones sont séparées par une zone de plateau au niveau des Pitons de Fourche (altitude 1600 m, pente < 10°). En dessous de 1000 m d'altitude, la pente devient régulière en direction du littoral avec des valeurs de l'ordre de 15°. Les hauts de la commune sont incisés par un grand nombre de talwegs et autres ravines, pour la plupart aux écoulements non pérennes. Les ravines de Basse Vallée, Pérote, Bétail, du Baril, Mare Longue, Ango, Citrons Galets et de Pont Rouge constituent les principaux axes de drainage de ce chevelu hydrographique très ramifié. De nombreux cônes stromboliens liés à l'activité du Piton de la Fournaise sont présents sur ce flanc : Puys Ramond, Piton Gueule Ronde, Pitons de Fourche, Piton de Takamaka, Piton Ango...etc.

- la zone littorale entre la côte océanique et l'altitude 200 m environ, caractérisée par des pentes dans l'ensemble peu marquées (0-10%) à l'exception des encaissements des cours d'eau. Ce domaine est en grande partie dédié à l'urbanisation et aux activités agricoles ;
- La zone de l'Enclos-Fouqué et des Grandes Pentes du Piton de la Fournaise séparée du flanc sud par le rempart du Tremblet. Ce secteur concentre la majorité des éruptions actuelles du Piton de la Fournaise. Aucune habitation ni aucun enjeu n'est donc présent dans ce secteur, à l'exception de la RN2 qui le traverse entre 100-150 m d'altitude.

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-Philippe est ainsi affectée par les alizés. Elle est également soumise au régime de brise (brise de mer/brise de terre).

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.

Pluviométrie

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).

La commune de Saint-Philippe, située sur la façade sud-est de l'île de La Réunion, présente les caractéristiques de la côte « au vent » de l'île. Les précipitations y sont très abondantes, avec une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 3000 mm et 3600 mm sur le littoral, entre 4000 et 5000 mm sur les hauts du flanc sud et supérieure à 5000 mm dans l'Enclos (Atlas climatique de la Réunion, Météo France, cf. figure 2).

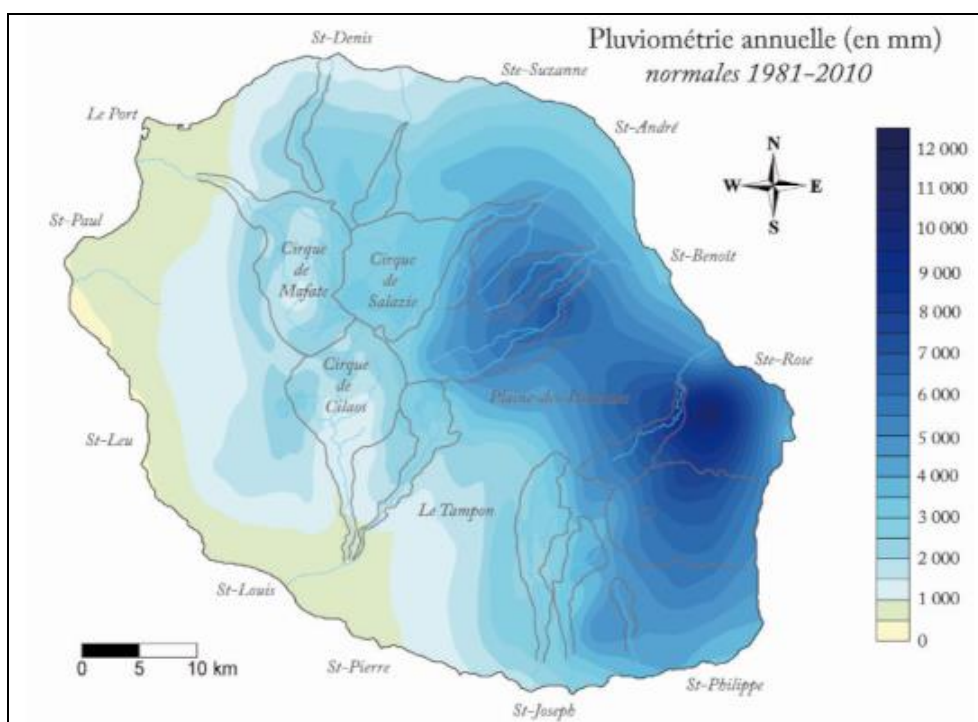


Figure 2: Précipitations moyennes annuelles sur la période 1981-2010 (source : ©Météo France)

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-Philippe est principalement concernée par les régions 4 et 7 :

- La région 4 correspond à la zone qui s'étend du sommet du Piton des Neiges au Piton de la Fournaise intégrant la Plaine de Cafres, le Plaine des Palmistes et le plateau de Bébou/Bélouve. C'est l'une des régions les plus arrosées de l'île.
- La région 7, située dans l'Est de l'île correspond à la côte « au vent », directement soumise aux alizés et au régime de brise. Elle s'étend de Saint-Benoît à Saint-Philippe. C'est la partie la plus arrosée de l'île.

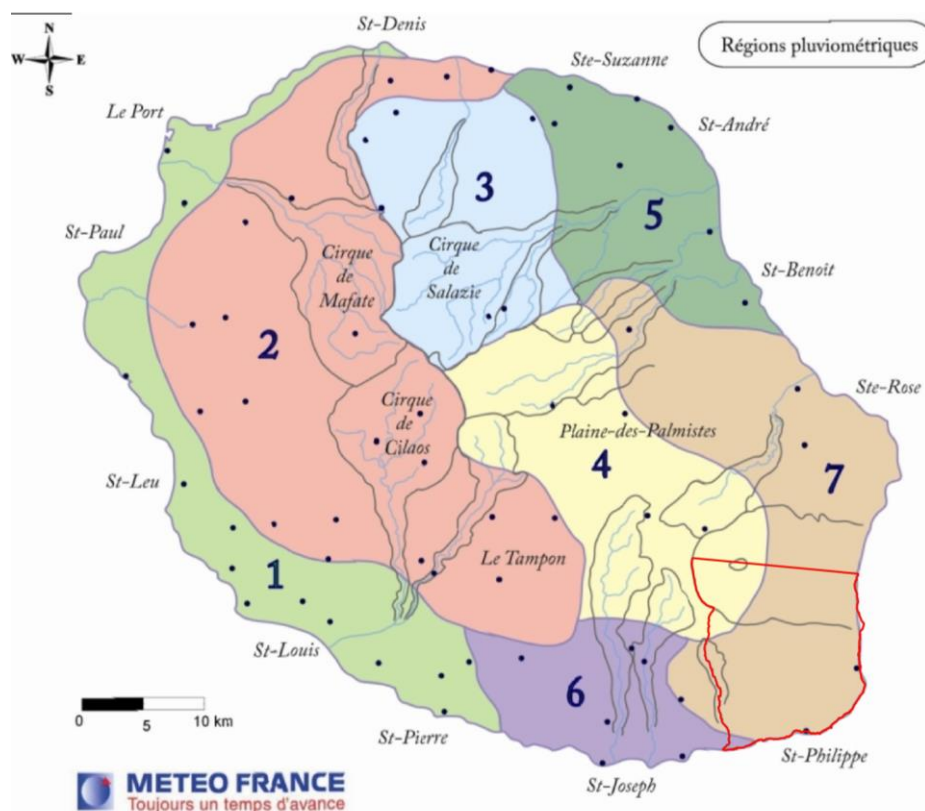


Figure 3 : Régions pluviométriques déterminées par ©Météo-France Réunion (2010)

Concernant les stations météorologiques, quatre stations sont installées aujourd'hui sur le territoire de Saint-Philippe :

- Station de Saint-Philippe (altitude : 30 m, installée en 1966) ;
- Le Baril (Réseau Météo France, altitude : 115 m, installée en 1989) ;
- Le Tremblet (Réseau Météo France, altitude : 90 m, installée en 1953) ;
- Cratère Bory (Réseau OVPF, altitude : 2580 m, installée en 1966).

Toutefois, pour élargir le champ d'informations, et compte tenu du zonage pluviométrique au droit de la commune de Saint-Philippe (cf. Figure 4), les données pluviométriques des stations situées à proximité immédiate de la limite communale peuvent également être considérées :

Ainsi on peut citer les données des stations météorologiques suivantes :

- Bellecombe (commune de Sainte-Rose, altitude : 2245 m, installée en 1966) ;
- La Crête (Réseau CIRAD, commune de Saint-Joseph, altitude : 650 m, installée en 1968) ;

Deux stations, situées aux lieux-dits Foc-Foc (2290 m) et Piton Chisny (2335 m), ont été fermées en 1982 et 1990 respectivement. Les données recueillies sur leur période de fonctionnement permettent néanmoins d'obtenir des chroniques pluviométriques sur 24 ans pour Foc-Foc et 14 ans pour Chisny. Le plateau pluvieux de Foc-Foc constitue l'un des sous-bassins versants de réception des pluies de la ravine Basse Vallée, qui s'écoule en aval sur le territoire de Saint-Philippe.

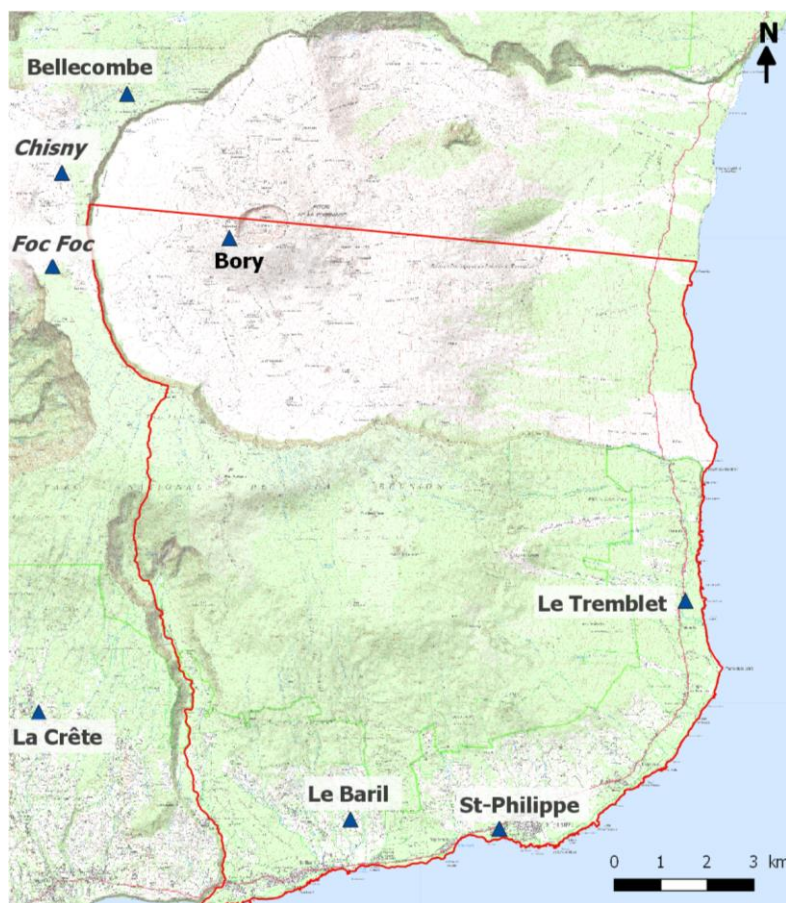


Figure 4 : Localisation des stations météo à proximité de Saint-Philippe (©IGN Scan25® - 2015)

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.

Plus récemment, le modèle de pluie régionalisé SHYREG (IRSTEA, 2012), permet d'obtenir des estimations des pluies décennales et centennales actualisées pour les trois stations toujours actives.

A partir de ces données, les valeurs caractéristiques pour les stations de Saint-Philippe sont les suivantes :

Nom station	Altitude (m)	Pluie Journalière Décennale (en mm)	Pluie Journalière Centennale (en mm)
Saint-Philippe	27	384 (GEDC, 1992)	614 (GEDC, 1992)
Le Tremblet	90	461 (Shyreg, 2012)	736 (Shyreg, 2012)
Le Baril	115	518 (Shyreg, 2012)	883 (Shyreg, 2012)
La Crête	650	733 (Shyreg, 2012)	1135 (Shyreg, 2012)
Bellecombe	2245	995 (Shyreg, 2012)	1676 (Shyreg, 2012)
Foc-Foc	2290	977 (GEDC, 1992)	1563 (GEDC, 1992)

Tableau 2 : Précipitations journalières décennales et centennales issues du modèle SHYREG (2012) ou du GEDC, 1992 (en mm).

La comparaison entre les pluies journalières maximales observées sur les différentes stations proches et sur le territoire de Saint-Philippe depuis leur ouverture, ainsi que l'analyse des cumuls de pluies caractéristiques confirment le zonage pluviométrique à considérer :

- Pluies fréquentes à proximité de la côte et plus fréquentes qu'en altitude pour les cumuls de pluie faibles et pluies fréquentes (zonage 7) ;
- Pluies fréquentes en altitude avec des cumuls souvent importants voire exceptionnels (zonage 4).

Station	Altitude (m)	Nombre de jours moyens (période 1981-2010) où le cumul de pluie (en mm) est inférieur à :				Maximum journalier absolu depuis l'ouverture	
		1	10	50	100	Valeur (en mm)	Date
Le Tremblet	90	237,3	107,7	19,2	5,6	482	06/04/2009
Le Baril	115	221,2	105,5	18,9	5,8	444,2	28/02/1993
La Crête	650	175,2	89,5	26,5	10,5	909	29/01/1989
Bellecombe	2245	198,6	85,5	22,9	12,1	1131	24/02/2007

Tableau 3 : Cumul de pluie moyen par jour entre 1981 et 2010 (Bulletin climatologique 2017 – Meteo France).

Une analyse statistique de la pluviométrie journalière enregistrée à la station du Baril de 2010 à 2021 montre des valeurs annuelles cumulées de 4483 mm avec près de 214 jours de pluie par an en moyenne.

Le Baril (165 m)	Année	Précipitations journalières maximales en mm	Précipitations annuelles cumulées en mm	Nombre de jours dans l'année avec précipitations	Evènement climatique
	2010	308,6	4834,2	229	Fortes pluies de janvier
	2011	93,8	3429	215	Fortes pluies de février
	2012	208,4	3453,4	214	Fortes pluies de mars
	2013	175	4564	205	Cyclone tropical Dumile
	2014	433,4	4078	203	Fortes pluies d'avril
	2015	440,6	5114,8	209	Fortes pluies de décembre
	2016	160,4	4929,5	243	Fortes pluies de juillet
	2017	294,9	4708,1	198	Fortes pluies de novembre
	2018	368	5910,7	206	Cyclone tropical intense Dumazile
	2019	-	3864	-	Fortes pluies de juin – Record mensuel à la station (614.9 mm)
	2020	-	4695	-	Fortes pluies de mars (Herold)
	2021	-	4212	-	Fortes pluies d'avril, fortes pluies d'août
Moyenne		276	4483	214	

Tableau 4 : Maximum des précipitations journalières, précipitations annuelles cumulées, nombre de jours dans l'année avec précipitations et évènement climatique associé sur la période 2010-2021 observés sur la station du Baril.

Les précipitations journalières maximales représentent en moyenne 3 à 11% du cumul annuel, ce qui montre l'impact non négligeable des événements climatiques intenses.

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 années de suivi, les précipitations ont ainsi provoqué des ruissellements en moyenne 19 jours dans l'année dans la zone littorale (altitude < 200 m) et entre 10 et 12 jours dans les hauts. Ces ordres de grandeur 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 pluie confirme la variation spatiale et temporelles des pluies notamment entre les hauts du territoire (plus pluvieux et pluies plus intenses) et le littoral (moins pluvieux mais pluies plus fréquentes).

Les précipitations peuvent être très localisées avec des cumuls journaliers pouvant atteindre des valeurs très fortes voire extrêmes, notamment lors d'événements climatiques intenses (fortes pluies, tempêtes ou cyclones) qui conditionnent les cumuls annuels. Ces derniers font partie des cumuls les plus importants observés sur l'île avec ceux de la cote est (Sainte-Rose/Saint-Benoit).

Ces précipitations intenses ont des conséquences sur les possibilités d'occurrence des phénomènes non seulement d'inondations mais également de mouvements de terrain, qui se produisent principalement durant les mois de décembre à avril, correspondant à la période des pluies (saison 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, phénomène de ravinement) et se retrouvent en position d'équilibre extrêmement précaire. La plupart des ruptures se produisent bien pendant le paroxysme de la crise climatique, mais certains désordres n'apparaissent que dans les semaines voire les mois qui suivent.

3.1.4. Réseau hydrographique et analyse hydrologique

Le réseau hydrographique sur la commune de Saint-Philippe est très développé dans les hauts de la commune avec de nombreuses ravines se rassemblant sur les pentes intermédiaires. L'activité volcanique régulière dans l'Enclos Fouqué limite en revanche fortement le nombre de ravine dans cette zone. Les ravines de Saint-Philippe sont principalement des cours d'eau non permanents, c'est à dire qu'ils n'entrent en fonctionnement que lors des épisodes pluvieux.

Il est possible de distinguer trois entités hydrographiques distinctes liées à la présence des obstacles topographiques formés par les Pitons de Fourche et le Piton Gueule Ronde :

- (1) Les ravines de la zone Ouest, allant de la ravine Basse Vallée à la ravine Bétail
- (2) Les ravines de la zone Nord-Est entre la ravine Pavée et le rempart du Tremblet (Grande Ravine Criaïs)

Les bassins de ces deux zones prennent naissance au niveau des remparts et possèdent une forme très allongée.

- (3) Le bassin des ravines situés sous les Pitons de Fourche et Gueule Ronde, de taille plus restreinte.

A cause de la géologie très jeune du secteur (coulées de lave du Piton de la Fournaise d'âge inférieur à 65 000 ans voire subactuelles), les lits des ravines ont généralement des débits capables très faibles en comparaison des débits possibles en cas de crue. Ils sont susceptibles d'évoluer fortement à chaque crue significative (formation de chutes, diffluences, érosion ou engravement), de manière chaotique et imprévisible. Il est également difficile de prévoir la répartition des débits de chaque bras lors de phénomènes pluvieux exceptionnel, au vu de la présence de nombreuses diffluences entre les thalwegs. Sur le territoire de Saint-Philippe, les ravines peuvent atteindre des débits de l'ordre de plusieurs centaines de mètres cubes par seconde en crue centennale, se propageant sous forme d'ondes de crue torrentielle.

Le tableau ci-dessous référence les principales ravines de la commune ainsi que les caractéristiques des bassins versants associés.

Nom	Superficie (km ²)	Longueur (km)	Altitude max (m NGR)	Altitude min (m NGR)	Pente moyenne (m/m)	Allongement
Ravine Basse Vallée	19.2	12.4	2270	0	0.18	2.8
Ravine du Baril	7.7	10.4	2160	0	0.21	3.7
Ravine Pérote	7.27	7.6	1990	0	0.26	2.8
Ravine Bétail	7.1	10.2	2030	0	0.20	3.8
Ravine Citrons Galets	5.7	9	1720	0	0.19	3.8
Ravine Pont Rouge	5.5	8.9	1700	0	0.19	3.8
Ravine Mare Longue	5.42	10.8	2000	0	0.19	4.6
Ravine de la Table	4.8	7.7	1550	0	0.20	3.5
Ravine d'Arzule	4.23	6.6	1480	0	0.22	3.2
Grande ravine Criais	4	8.1	1220	0	0.15	4.1
Ravine Ango	3.1	6.8	1450	0	0.21	3.9

Tableau 5 – Principales ravines et caractéristiques des bassins versants associés

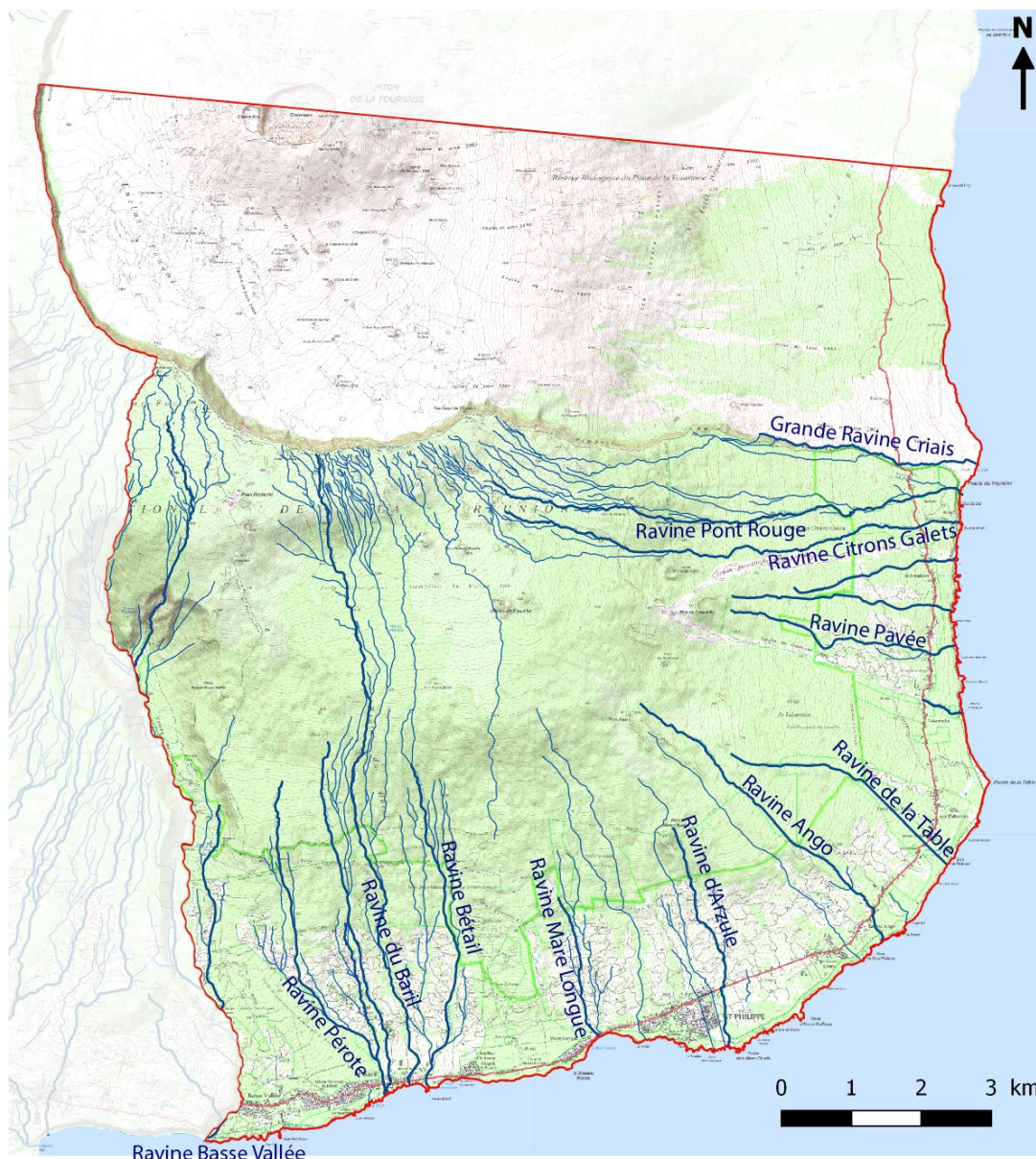


Figure 5 : Réseau hydrographique de Saint-Philippe (source : BDtopo2016®, fond ©IGN scan25® - 2015)

En l'absence de suivi hydrométrique sur les ravines de Saint-Philippe, les débits de référence de ces dernières ont été estimés à partir de la pluviométrie

- par le bureau d'études Hydrétudes lors de la réalisation du PPR inondation en 2012 ;
- par le bureau d'étude Artélia en 2022 lors de la réalisation d'études hydrauliques spécifiques sur les secteurs du Baril, de la Marine, de Mare Longue et de Ravine Ango ;
- par le bureau d'étude In-Situ Ingénierie en 2021 lors de la réalisation d'études hydrauliques spécifiques sur les ravines Pérote et Rochefort.

La méthodologie employée est celle définie par le Guide d'Estimation des Crues de la Réunion (GEDC, 1992).

Le tableau ci-dessous présente les estimations des débits de crue pour les principales ravines de la commune, établis par Hydrétudes en 2012.

Nom	Q10 (m ³ /s)	Q20 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
Ravine Basse Vallée	165	242	343	420
Ravine du Baril	71	105	150	184
Ravine Pérote	75	111	159	195
Ravine Bétail	66	98	139	171
Ravine Citrons Galets	54	80	114	140
Ravine Pont Rouge	52	77	110	135
Ravine Mare Longue	50	74	106	130
Ravine d'Arzule	45	66	93	114
Ravine de la Table	47	70	99	122
Grande ravine Criais	37	55	79	97
Ravine Ango	32	48	68	84

Tableau 6 – Estimation des débits de crue sur les principales ravines de Saint-Philippe (Hydretudes, 2012)

Sur l'ensemble des ravines étudiées, les résultats des estimations d'Hydretudes indiquent un débit spécifique moyen décennal de 10.5 m³/s/km² et un débit moyen centennal de 26.6 m³/s/km² (excepté pour les sous-bassins versants de taille inférieure à 1 km², peu représentatifs).

Néanmoins il est précisé dans l'étude que « *compte tenu de la méthode de caractérisation des bassins versants utilisée (essentiellement cartographique), les marges d'erreurs peuvent être importantes :*

- *Nombreuses diffuences possibles entre les ravines (capacité des lits bien inférieure aux débits exceptionnels), difficilement prévisibles et pouvant fortement évoluer lors de crues significatives ;*
- *Cheminements principaux des talwegs incertains sur la partie haute de la commune (sur la base des données IGN, dont les méthodes de caractérisation des talwegs sont peu valables pour ce type de topographie) ;*
- *Capacités d'infiltration (au travers du coefficient de ruissellement) très difficiles à appréhender sur ce type de coulées et probablement sous-estimées par les plages de valeurs et coefficients appliqués à La Réunion, avec, de plus, une variabilité spatiale importante. »*

3.1.5. Contexte géologique

La commune de Saint-Philippe est située sur les pentes sud du massif du Piton de la Fournaise. Cette zone est caractérisée par un empilement de coulées de lave d'âge compris entre 60 000 ans et l'actuel (Figure 6). Les coulées de la série de la Plaine des Sables (60 000 – 4 700 ans) affleurent principalement dans la partie ouest de la commune. Il s'agit de coulées de lave basaltiques, aphyriques ou à olivine, à l'origine du remplissage de la caldera de la Plaine des Sables formée il y a 60 000 ans environ. Des coulées plus récentes, d'âge compris entre 4 700 et l'actuel (série de l'Enclos) viennent ensuite recouvrir le flanc sud et affleurent principalement dans la partie Est de la commune. Ces coulées se sont épanchées après la formation de la caldera de l'Enclos Fouqué et correspondent à des éruptions dite « hors Enclos » puisqu'elles se sont produites à l'extérieur de la dépression formée par l'Enclos Fouqué. Le rempart du Tremblet marque la limite entre le flanc sud de la Fournaise et la caldera de l'Enclos, qui concentre

actuellement la grande majorité des éruptions du Piton de la Fournaise. La dernière éruption hors Enclos sur le territoire de Saint-Philippe date de 1986. Elle s'est produite en amont du village du Tremblet à environ 900 m d'altitude juste au-dessus du Piton de Takamaka et est à l'origine de deux bras de coulées qui ont emprunté respectivement la ravine Takamaka et la ravine Citrons Galets avant de couper la route et atteindre la mer.

La morphologie de surface de ces coulées récentes présente une structure en gratons ou de type lave cordées. Compte tenu de leur âge récent, les sols sont très peu développés voire inexistants sur ces formations. Par ailleurs, ces coulées sont caractérisées par la présence de nombreux tunnels de lave, formant des galeries parfois très développées sous la surface. Ainsi, la perméabilité de ces coulées est généralement très élevée.

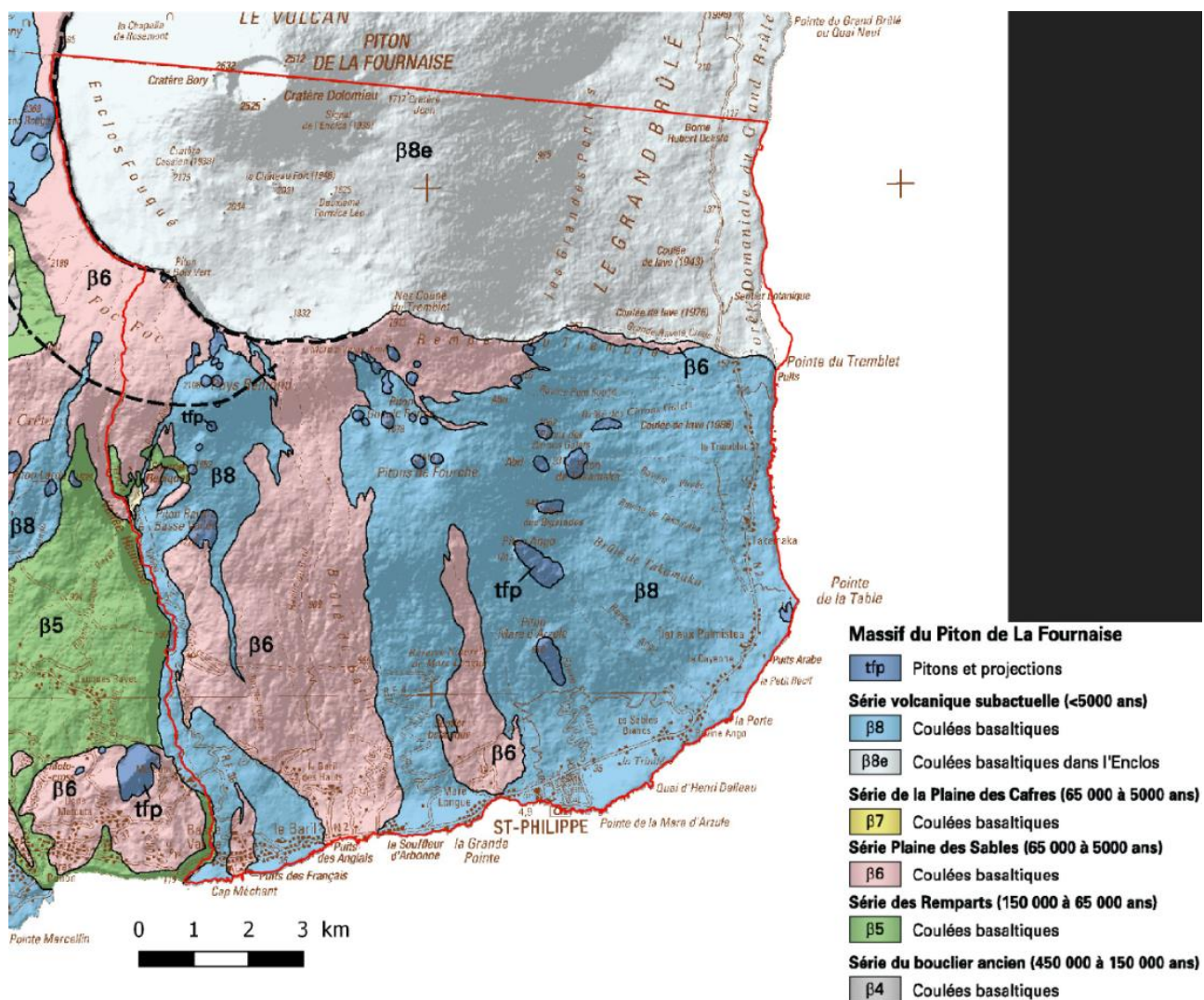


Figure 6 : Carte géologique de la commune de Saint-Philippe d'après la carte géologique à 1/100 000 (BRGM, LGSR, 2006).

3.2. ENJEUX ET VULNERABILITE

En 2020, la commune comptait 5 085 habitants avec une densité de population de 33 habitants/km² (INSEE, 2020), ce qui en fait la commune la moins peuplée de La Réunion et avec la plus faible densité de population de l'île (Figure 7). La commune a connu une forte augmentation de sa population dans les années 80 et 90 (+40% entre 1982 et 1999). Depuis le début des années 2000, sa population est stable. La majeure partie de l'urbanisation se situe aux abords de la RN2, au niveau du littoral.

Année	1982	1990	1999	2006	2009	2014	2020
Population	3 476	4 005	4 860	5 030	5 100	5 101	5085
Densité moyenne (hab/km ²)	22,6	26,0	31,6	32,7	33,1	33,1	33,0

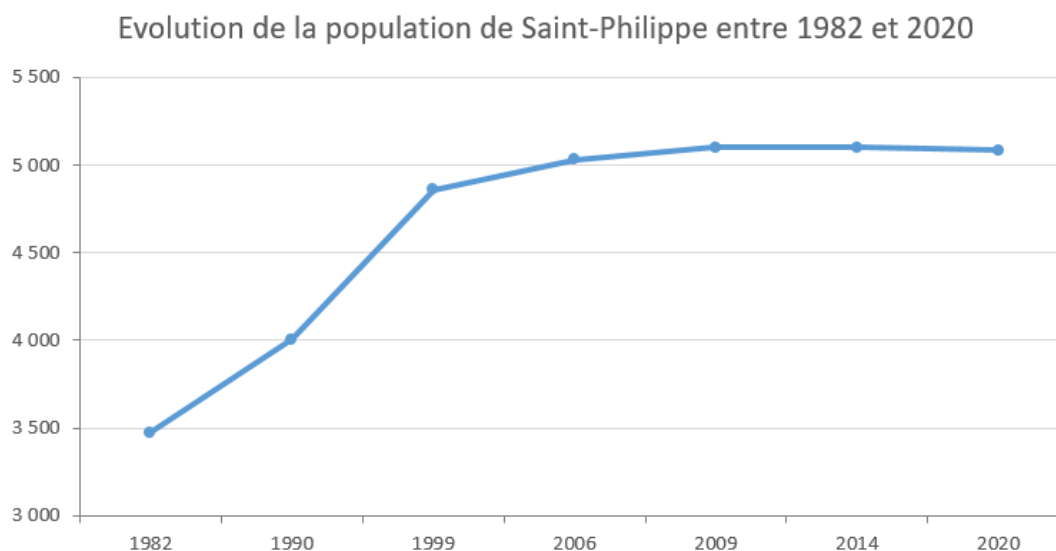


Figure 7 : Evolution de la population de Saint-Philippe (source : ©I.N.S.E.E.)

Une grande majorité de l'habitat est implantée dans les parties basses de la commune entre 0 et 100 m d'altitude. Les habitations s'étalent essentiellement le long de la RN2 sous formes de petits villages et lieux-dits. D'ouest en est, on peut ainsi distinguer les quartiers de Basse Vallée, Le Baril, Le Souffleur d'Arbonne, Mare Longue, St-Philippe village, Ravine Ango, Ilet aux Palmistes, Takamaka et Le Tremblet. Au-delà de 100 m d'altitude, les habitations deviennent très éparses et isolées. Seul le secteur du Baril les Hauts jusqu'à 200m d'altitude recense plusieurs dizaines d'habitations sous forme d'un quartier relativement structuré.

Une activité agricole (canne à sucre, maraichage, vergers, palmiste) est présente sur les hauts de la commune jusqu'à 350 m d'altitude maximum et majoritairement concentrée à l'ouest de la commune (secteur géologiquement plus ancien et plus propice à l'agriculture). Le reste du territoire est couvert de forêt tropicale humide (Forêt de Basse Vallée, Forêt de Mare Longue, Brûlé de Takamaka, Brûlé de Citrons Galets) jusqu'à 1800 m d'altitude où la végétation devient progressivement moins dense et moins développée. Des cultures de vanille sont implantées dans les parties basses de ces forêts.

Le réseau routier s'articule essentiellement autour de la RN2, qui traverse le territoire communal entre 15 et 50 m d'altitude dans la partie ouest et entre 100 et 150 m d'altitude dans la partie est et dans le Grand Brûlé. Le reste du réseau est formé par les voies communales et les routes forestières : RF de Basse Vallée, RF de Mare Longue, RF des Camphriers, Chemin de Ceinture, Chemin de Takamaka, Chemin Paul Hoarau, Chemin Mont Serin...

Les principaux enjeux répertoriés et cartographiés dans le PPR de Saint-Philippe (Annexe 3 du présent dossier) sont les suivants :

- Les services de sécurité et de secours (gendarmerie, caserne de pompiers, centres de soins, etc.) ;
- Les équipements sensibles (réseaux électriques, de communication, etc.) ;
- Les voies de circulation (RN2, Routes forestières...) ;
- Le réseau d'Adduction d'Eau Potable (sources, captages, stations de pompage, réservoirs, stations de traitement) ;
- Les établissements d'enseignement (écoles, collège) ;
- Les bâtiments administratifs (mairie principale et annexes, etc.) ;
- Les autres établissements recevant du public (lieux de culte, maisons de retraite, salle des fêtes, équipements sportifs etc.) ;
- Les sites et services touristiques (gîtes, aménagements touristiques, etc.) ;
- Les zones agricoles (bâtiments agricoles, plantations de canne à sucre, vanille, vergers...) et naturelles (réserve biologique de Mare Longue...).

Outre l'occupation du sol par l'activité agricole qui représente un enjeu économique fort, le milieu physique naturel représente un enjeu environnemental important notamment du cœur du Parc National de La Réunion qui couvre près de 117 km² sur le territoire de la commune (soit plus de 75% de son territoire).

La RN2 représente également un enjeu important puisqu'il s'agit de la seule voie de communication reliant Saint-Philippe aux communes voisines (Sainte-Rose, Saint-Joseph).

4. Approche historique et caractérisation des phénomènes naturels

4.1. PHENOMENES HISTORIQUES

L'ensemble des évènements recensés ayant affecté par le passé le territoire communal de Saint-Philippe 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-Philippe 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 :

Evènement	Date	Description
Cyclone	Février-Mars 1850	Plusieurs personnes entraînées par les inondations. L'église a beaucoup souffert.
Cyclone	Janvier 1874	Routes dégradées au niveau de Basse Vallée, de Takamaka et du Tremblet.
Cyclone	Janvier 1878	Le Bras Perrault au Baril a repris son ancien lit. Routes détruites. Eboulis à Basse Vallée. Route inondée au niveau de la ravine Takamaka.
Cyclone	26- 27 janvier 1948	Nombreux dégâts. Ce cyclone, parmi les plus violents de ces dernières décennies, a profondément marqué la mémoire collective.
Cyclone	Janvier 1950	Grandes crues des ravines et violent raz-de-marée. Sérieux dégâts aux forêts. Récolte de vanille perdue. Route sérieusement dégradée par endroits.
Cyclone Jenny	Février 1962	36 personnes décédées ainsi que 150 blessés sur l'île de La Réunion.
Cyclone Lydie	Mars 1973	Fortes précipitations (245 mm), ravines en crue et submersion de radiers, éboulements.
Cyclone Hyacinthe	18-27 janvier 1980	Dégâts très importants sur toute l'île. Record de pluie à Grand Coude sur 8 jours : 1389 mm
Cyclone Clotilda	13-14 février 1987	A l'échelle de l'île : dégâts considérables (152 M€), 7 morts, 2 disparus. 250 cases endommagées, 120 détruites. A St-Philippe : Pluies diluviennes. Débordement des ravines du Baril, de Takamaka, de Mare Longue et du Tremblet. Chaussée submergée à Mare Longue et au Tremblet. La RN2 est détruite par la ravine Takamaka et la circulation se fait sur une voie à Basse Vallée à cause d'un éboulement dans la rampe. Le chemin de ceinture est en partie détruit. L'eau inonde un commerce au Baril et plusieurs cases à Mare Longue. Effondrement de blocs rocheux.
Cyclone Firinga	29 janvier 1989	Vents violents et pluies torrentielles. Une trentaine de maisons endommagées et 7 à 8 cases riveraines des ravines inondées au Baril, à Mare Longue et au centre-ville. Une dizaine de personnes restent hébergées. Cinq maisons et une route endommagées au lieu-dit « Mer Cassée ». Eboulis dans les rampes de Basse Vallée. Pertes agricoles considérables : cultures fruitières et maraichères détruites à 100%, cultures de vanille à 75%.

Cyclone Colina et dépressions tropicales	Janvier et février/mars 1993	Plusieurs cases inondées ou au toit arraché. Un certain nombre de cases se sont effondrées. Coupures d'électricité dues à la rupture de câbles moyenne tension ainsi que de nombreux câbles secondaires plongeant la ville dans le noir pour quelques jours.
Cyclone Hollanda	11 février 1994	Le cyclone est passé à environ 20 km des côtes de St-Philippe. Dégâts importants pour les habitations et les réseaux. Route coupée par un éboulement au Tremblet au niveau de l'Enclos. Route coupée à Basse-Vallée par un éboulement. Importantes pertes agricoles à Ravine Ango et dans les Hauts. Destruction complète d'une case et évacuation de deux familles au niveau du Chemin de la Pompe. Une trentaine de personnes accueillies en centre d'hébergement.
Fortes pluies	Février 1998	Nationale 2 impraticable en de nombreux endroits, mais surtout au Tremblet à cause d'un éboulement. Coulée de boue traversant le lotissement des Myosotis et a inondé plusieurs maisons.
Cyclone Dina	22 février 2002	Sur toute l'île on recense 185 000 personnes sans électricité, 1135 blessés légers, 2500 hébergés en centre.
Fortes pluies	Mai 2004	Route inondée au niveau de la ravine Takamaka.
Tempête tropicale Hennie	Mars 2005	Fortes pluies arrosant l'île. La RN2 est inondée à hauteur de Saint-Philippe. Le centre-ville est submergé et plusieurs radiers sont sous les eaux.
Cyclone Gamède	24-26 Février 2007	Vents violents et pluies diluviennes. Dégâts très importants. A l'échelle de l'île : effondrement du pont aval de la Rivière St Etienne, radiers submergés, glissements de terrains...1 blessé grave, 100 000 foyers privés d'eau et d'électricité. A Saint-Philippe : 855 mm de pluie au Baril sur 4 jours.
Cyclone Béjisa	Janvier 2014	Nombreux dégâts (70 M€). 1 mort et 17 blessés dont 2 graves, des milliers de foyers sans électricité (plus de 150 000) et environ 200 000 foyers privés d'eau.
Fortes pluies	Janvier 2016	Episode pluvieux intense ayant entraîné des inondations et des coulées de boues survenues dans la nuit du nouvel an. Cumul de 369 mm en 6 h au Baril et de nombreuses ravines débordaient.
Cyclone Berguitta	Janvier 2018	Pluies torrentielles : nouveau record de pluie sur 8 jours à Grand Coude (1862 mm) et vents violents. Crues, inondations, coulées de boue et glissements de terrain sur toute l'île. Nombreux dégâts.
Tempête Fakir	Avril 2018	Pluies diluviennes, nombreux dégâts (15 M€). 2 morts. Toitures soufflées, câbles électriques arrachés et arbres déracinés, notamment à Basse Vallée.
Cyclone Batsirai	Février 2022	Echouage du Tresta Star au Tremblet

Tableau 7 – Principaux événements historiques connus ayant impacté la commune de Saint-Philippe.

4.2. ARRETES DE CATASTROPHES NATURELS

Depuis 1993, 16 arrêtés de catastrophes naturelles ont été recensés sur la commune de Saint-Philippe. Le tableau ci-dessous présente la liste des arrêtés de catastrophe naturelle (Tableau 8) :

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations et coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	18/01/1993	20/01/1993	18/05/1993	12/06/1993

Inondations et coulées de boue	27/02/1993	03/03/1993	14/06/1993	27/06/1993
Inondations et coulées de boue	10/02/1994	12/02/1994	12/04/1994	23/04/1994
Inondations et coulées de boue	26/02/2007	27/02/1998	23/03/2007	28/03/2007
Eruption volcanique	02/04/2007	02/04/2007	05/11/2008	07/11/2008
Inondations et coulées de boue	06/04/2009	07/04/2009	25/06/2009	01/07/2009
Inondations et coulées de boue	14/04/2014	14/04/2014	07/07/2014	09/07/2014
Inondations et coulées de boue	31/12/2015	01/01/2016	25/02/2016	10/04/2016
Inondations et coulées de boue	18/01/2018	19/01/2018	21/02/2018	24/03/2018
Inondations et coulées de boue	24/04/2018	24/04/2018	23/05/2018	22/06/2018
Inondations et coulées de boue	16/04/2021	16/04/2021	21/06/2021	09/07/2021
Inondations et coulées de boue	28/08/2021	28/08/2021	13/10/2021	05/11/2021
Inondations et coulées de boue	02/02/2022	04/02/2022	09/02/2022	13/02/2022
Vents cycloniques	02/02/2022	04/02/2022	24/05/2022	25/06/2022
Inondations et coulées de boue et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	13/01/2024	15/01/2024	19/01/2024	23/01/2024
Inondations et coulées de boue	28/01/2024	29/01/2024	18/03/2024	07/04/2024

Tableau 8 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelle sur la commune de Saint-Philippe (source : www.georisques.gouv.fr).

4.3. CARACTERISATION DES 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, etc.).

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-Philippe sont :

- **Les chutes de pierres ou de blocs et les éboulements (symbole P) ;**
- **Les glissements de terrain et coulées de boue associées (G) ;**

- **Les érosions de berge (E) ;**
- **Le ravinement, l'érosion des sols (E).**

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

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

Tableau 9 : Types de phénomènes rencontrés en fonction des catégories de terrain

4.3.1. Chutes de pierres ou de blocs, 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 grains fins (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 météoritiques dans les interstices ou les fissures du matériel rocheux) ;
- Présence éventuelle d'une formation sous-jacente plus meuble, déformable ou érodable, induisant des contrastes de compétence (intercalation de niveaux de gratons, alternance de niveaux basaltiques massifs et de produits pyroclastiques – scories, cendres – créant des discontinuités stratigraphiques et des comportements mécaniques hétérogènes) ;
- Présence fréquente de discontinuités structurales (diaclasses, joints, intrusions) sur un versant à la topographie sensible et participant au démantèlement de la masse rocheuse ;
- Croissance de la végétation (action du système racinaire dans les fissures).

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

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

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

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

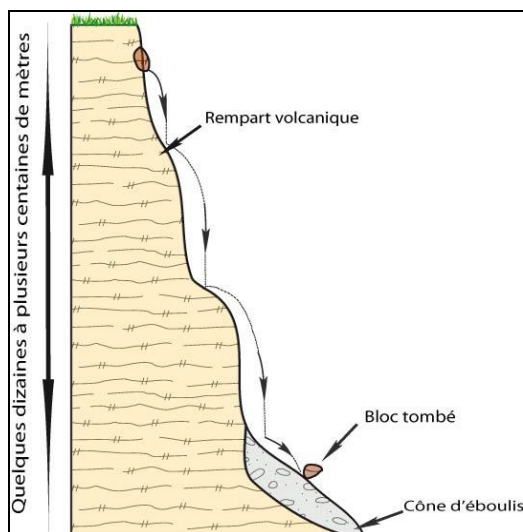


Figure 8 : Chute d'un bloc isolé

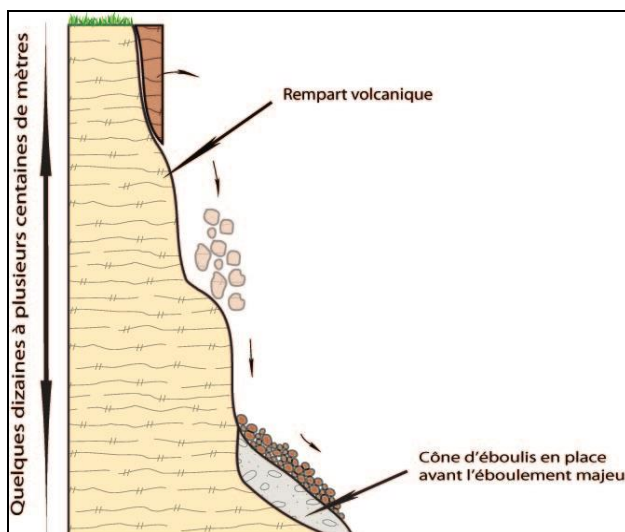


Figure 9 : Eboulement

Exemples de manifestations rencontrées

- **Démantèlement des remparts et versants de ravines encaissées**

Les rampes de Basse Vallée (situées sur la commune de Saint-Joseph juste en limite de celle de Saint-Philippe) ou le rempart du Tremblet sont régulièrement impactés par des éboulements et chutes de blocs. Sur le rempart du Tremblet, deux événements principaux ont été recensés dans la BD MVT ces dernières années :

- 22 janvier 2002 : Eboulement de 15 m de haut et sur 10 m de large. Blocs décimétriques à métriques. Route Nationale 2 coupée.
- 06 août 2004 : Chute de blocs de 30 m de haut, d'un volume de 2 à 3 m³. Route Nationale 2 coupée.

4.3.2. Glissements de terrain et coulées boueuses 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 ils peuvent s'accélérer (ou se déclencher) brutalement, en particulier sur une surface plane liée à une discontinuité. 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 autres 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.

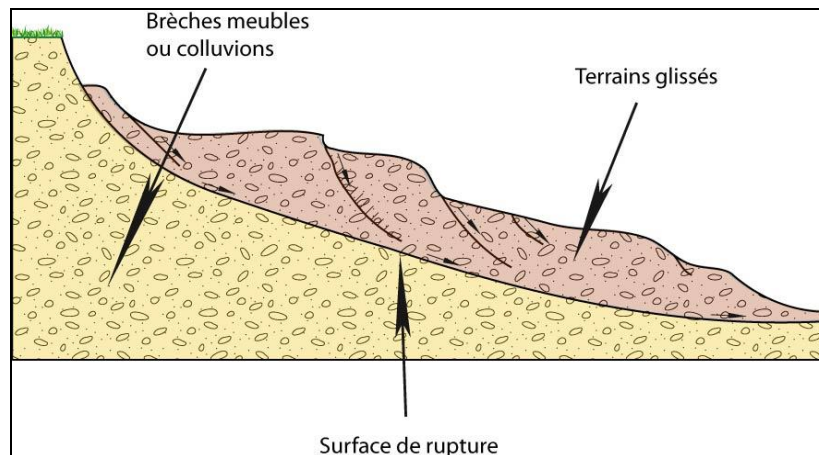


Figure 10: Coupe type d'un glissement circulaire

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 terrains d'un volume important.

Les principaux paramètres intervenant dans le mécanisme de glissement sont :

- **L'eau**, étant un élément moteur prépondérant dans la grande majorité des phénomènes de glissement. 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.

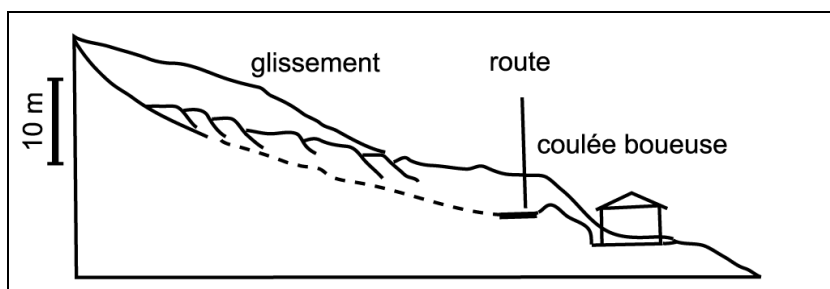


Figure 11 : Représentation schématique du glissement-coulée.

Exemples de manifestations rencontrées :

- **Glissements de talus ou dans les zones de ressauts des planèzes**

Ces phénomènes, d'ampleur variable sont très souvent favorisés par un contexte géomorphologique défavorable (pentes plus ou moins marquées, terrains de couverture meubles - colluvions, altérites) et fréquemment aggravés par les aménagements anthropiques.

- **Glissements à partir des versants encaissés des ravines**

Les versants des ravines encaissées sont sujets à des phénomènes de chutes de blocs, mais également à des glissements de terrain susceptibles notamment d'affecter les niveaux de surface constitués de sols meubles et/ou 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.

- **Coulée de boue**

En février 1998, suite à un épisode de fortes pluies, une coulée de boue a traversé le lotissement des Myosotis au Tremblet et a inondé plusieurs habitations.

- **Embâcles/débâcles**

Le phénomène d'*embâcle* correspond à l'obstruction d'un cours d'eau par accumulation de matériaux divers, le plus souvent des végétaux et autres flottants mais aussi à la suite d'un glissement de terrain, d'un éboulement ou d'une coulée de boue qui peuvent favoriser ces obstructions. 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 pouvant se propager sur plusieurs kilomètres : on parle alors de *débâcle*. Les embâcles sont par ailleurs particulièrement dangereux au niveau des ouvrages de franchissement des cours d'eau car ils peuvent former des barrages et provoquer des débordements et des inondations à l'aval. Étant donné le caractère soudain et énergétique du phénomène, ses effets sont potentiellement très destructeurs et meurtriers.

4.3.3. Erosions de berge et ravinement

Deux principaux types 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).

Sur la commune de Saint-Philippe, 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 et l'apparition de sous-cavage.

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-Philippe :

- 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.).

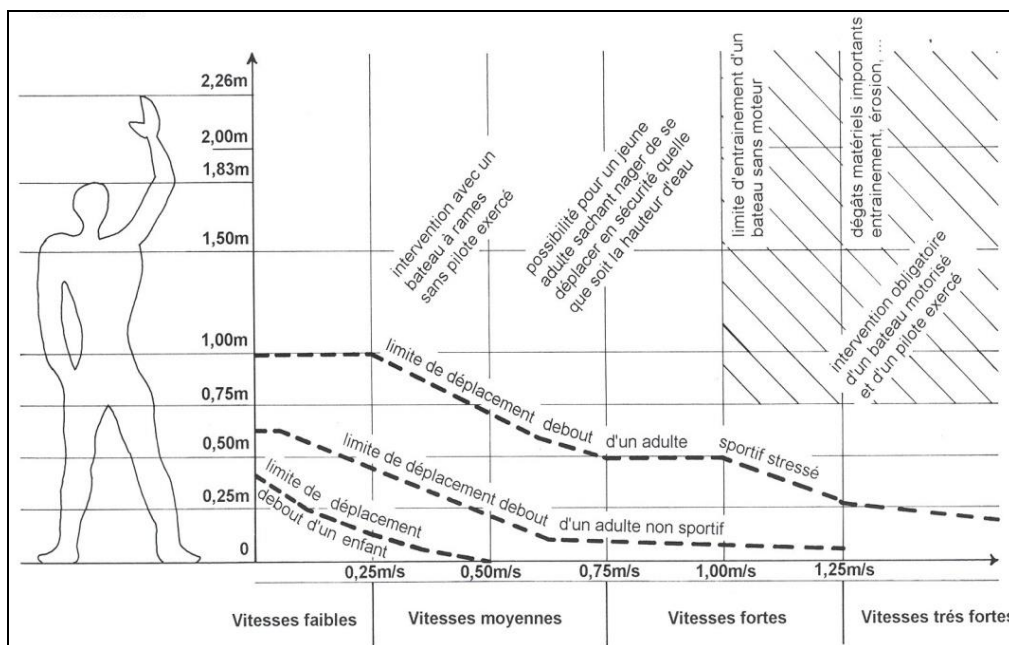


Figure 12 : Possibilité de déplacement des personnes en fonction des caractéristiques d'écoulement

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 ».

La définition de 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.

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

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

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

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

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.

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

5.1.2. Remarques relatives aux règles de zonage

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

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

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

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

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

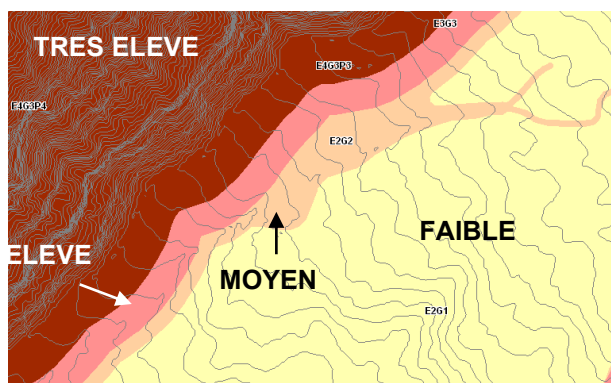


Figure 13 : Exemple de représentation de la notion de continuité du niveau d'aléa

5.2. ALEA INONDATION

5.2.1. Méthode d'évaluation de l'aléa

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

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

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

La démarche 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 données nouvelles (études, observation de phénomènes depuis l'approbation du PPR) permettant d'améliorer la connaissance sur l'inondabilité du territoire communal.

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

- Les outils topographiques précis : **Litto3D®** et **MNTR®** (2012), qui permettent d'apprécier finement les différents thalwegs et ravines du territoire communal. Le produit Litto3D®, développé par l'IGN© et SHOM©, est une base de données altimétrique unique et continue terre-mer donnant une représentation tridimensionnelle de la forme de la position du sol sur la frange littorale du territoire réunionnais. La base de données de Litto3D® ne s'étend qu'à 2 km à l'intérieur des terres. Aussi, l'IGN a étendu cette base de données à l'ensemble de l'île en produisant un Modèle Numérique de Terrain Réunionnais (MNTR®). La précision altimétrique est de l'ordre de 20 cm et la précision planimétrique est de l'ordre de 50 cm.
- **La connaissance nouvelle** sur les inondations impactant le territoire communal, et plus particulièrement au droit des secteurs à enjeux de la commune, avec notamment des visites de terrains au droit de secteurs identifiés (réalisées notamment en 2019 et 2021) ;
- Les résultats d'investigations ponctuelles dans le cadre **d'examen de demandes de modification de zonage par la commune**. Une précision du zonage, par le biais de visites de terrain et d'analyse de données SIG, au droit de ces différents secteurs à enjeux, a été réalisée à plusieurs reprises en concertation avec les services techniques municipaux en 2023.
- Une **mise en cohérence avec la cartographie de l'aléa mouvements de terrain pour les phénomènes érosifs intégrés aux cartes d'aléas MVT** ;
- Une étude hydraulique réalisée en février 2022 par Artelia dans le cadre de la révision du PPR, sur les secteurs du Baril, de Mare Longue, de La Marine et de Ravine Ango.

Les données de l'IGN (BD Topo 2019 et les orthophotos de 2017-2022) font également partie des données fréquemment utilisées dans la démarche de précision de la cartographie.

La cartographie « inondation » est présentée sur fonds topographiques :

- A l'échelle 1/20 000 pour l'ensemble du périmètre d'étude (planche 1) ;
- A l'échelle 1/5 000 sur les secteurs à enjeux de la commune, qui correspondent aux zones bâties (planche 2 à planche 5) :
 - ✓ Secteur Basse Vallée (planche 2) ;
 - ✓ Secteur Le Baril – Mare Longue (planche 3) ;
 - ✓ Secteur Saint-Philippe – La Cayenne (planche 4) ;
 - ✓ Secteur Takamaka – Le Tremblet (planche 5) ;

5.2.2. Caractérisation de l'aléa inondation

Aléa de débordement de la crue centennale

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

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

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

• Aléa fort

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

• Aléa moyen

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

• Aléa faible

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

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

5.3. ALEA MOUVEMENTS DE TERRAIN

5.3.1. Méthode d'évaluation de l'aléa

La cartographie de l'aléa mouvements de terrain 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.

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

- Les récentes évolutions méthodologiques dans l'élaboration des cartographies d'aléas mouvements de terrain et leur transcription réglementaire, présentées dans le rapport BRGM/RP-66346-FR de novembre 2016² ont été considérées dans le cadre du PPR de la commune de Saint-Philippe (grilles d'aide à la cartographie pour chaque type d'aléa mouvements de terrain considéré);
- **La connaissance nouvelle** sur les mouvements de terrain impactant le territoire communal, et plus particulièrement au droit des secteurs à enjeux de la commune, avec notamment des visites de terrains au droit de secteurs identifiés dans le cadre du travail partenarial entre la collectivité et les services de la DEAL et du BRGM ;
- 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 données de l'IGN (BD Topo 2019 et les orthophotographies de 2017-2022) 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 :

- A l'échelle 1/20 000 pour l'ensemble du périmètre d'étude (planche 1) ;
- A l'échelle 1/5 000 sur les secteurs à enjeux de la commune, qui correspondent aux zones bâties (planche 2 à planche 5) :
 - ✓ Secteur Basse Vallée (planche 2) ;
 - ✓ Secteur Le Baril – Mare Longue (planche 3) ;
 - ✓ Secteur Saint-Philippe – La Cayenne (planche 4) ;
 - ✓ Secteur Takamaka – Le Tremblet (planche 5) ;

² **Rey A.** (2016) – PPR multi-aléas des communes de La Réunion. Propositions d'évolutions méthodologiques. Rapport final. BRGM/RP-66346-FR, 167 p., 57 ill., 38 tabl., 5 ann.

5.3.2. Règles générales de qualification de l'aléa MVT

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

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

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

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

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

Probabilité d'occurrence

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

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

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

- **Facteurs de prédisposition (= permanents)**
 - Géologie : lithologie, altération, fracturation, épaisseur des faciès, hétérogénéités des formations ;
 - Morphologie : pentes, encaissement.
- **Facteurs non permanents (= généralement déclenchants, aggravants)**
 - Altitude : différence de pluviométrie ;
 - Venue d'eau, d'humidité : résurgence, écoulement... ;
 - Végétation : présence ou non, culture en terrasse... ;
 - Activité humaine : ouvrages de protection, drainage mal adaptés, vibrations, ...

- Séisme ;
- ...

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

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

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

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

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

Intensité

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

Peuvent s'ajouter aux facteurs de prédisposition des facteurs non permanents, variables, qui vont soit augmenter soit diminuer l'exposition d'une zone face à un phénomène mouvement de terrain. Par exemple, la présence d'eau, la présence d'un défrichement intempestif vont augmenter l'exposition d'une zone. A contrario, la présence d'ouvrage de confortement de bonne qualité peut dans certains cas conduire à une diminution de l'exposition.

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

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

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

Aléa

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

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

Aléa croissant

Tableau 12 : Principe de grille de qualification des aléas

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

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

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

5.3.3. Qualification de l'aléa mouvements de terrain

Etant donnée la méthodologie pour la définition de chaque aléa MVT (érosion, chute de blocs, glissement), suivant une matrice combinant la probabilité d'occurrence et l'intensité, pour les

secteurs concernés par plusieurs aléas, le niveau d'aléa le plus élevé sera prédominant pour la définition du niveau d'aléa « résultant ».

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

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

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

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

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

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

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

- **Aléa élevé** : zones jugées instables, où de nombreux mouvements de terrain sont recensés et où les paramètres géomécaniques sont défavorables et indiquent une stabilité précaire. Ces secteurs peuvent également être associés aux zones d'extensions

maximales de phénomènes gravitaires se propageant (ex : aval des remparts) ou de phénomènes régressifs (ex : amont des remparts).

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

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

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

5.4. PRINCIPES DE TRADUCTION REGLEMENTAIRE

Les principes de traduction réglementaire des aléas sont détaillés dans le règlement du PPR et illustrés par la grille de croisement des aléas présentée au **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** suivant, dont elle est issue. Les règles et prescriptions définies et propres à chaque zone ainsi que les différentes dispositions réglementaires applicables au titre du PPR de Saint-Philippe sont décrites dans le règlement du dossier.

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

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

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

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

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

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

Tableau 14 : Principe de traduction réglementaire des aléas du PPR de Saint-Philippe

6. Lexique des sigles et termes techniques

Sigles

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

Organismes / Administrations

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

Termes techniques

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

GEDC : Guide d'estimation des débits de crue (DDE, 1992).

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.

STPC : Schémas techniques de protection contre les crues.

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

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

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

7. Principaux textes officiels

7.1. LEGISLATION - REGLEMENTATION

1. Loi n° 87.565 du 22 juillet 1987 modifiée, relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs ;
2. Loi n° 95.101 du 02 février 1995 dite loi Barnier, relative au renforcement de la protection de l'environnement, et notamment son titre II sur les dispositions relatives à la prévention des risques naturels (transposée dans les articles L.562.1 à L.562.9 du code de l'Environnement) ;
3. Décret d'application n° 95.1089 du 05 octobre 1995 relatifs aux plans de prévention des risques naturels prévisibles modifié par le décret 2005-3 du 4 janvier 2005 ;
4. Loi n°2003.699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages (Journal Officiel du 31 juillet 2003) ;
5. Décret d'application n°2011.765 du 28 juin 2011 relatif à la procédure d'élaboration, de révision et de modification des PPR naturels.

7.2. PRINCIPALES CIRCULAIRES

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

7.3. PUBLICATION DE GUIDES

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

8. Annexe 1 : grilles d'aide à la cartographie de l'aléa MVT (extrait du rapport BRGM/RP-66346-FR de novembre 2016)

10. Conclusions

Afin d'améliorer la compréhension par les usagers (particuliers, services instructeurs en collectivité, aménageurs) de la méthodologie employée pour la caractérisation des aléas MVT (chute de blocs, glissement de terrain et érosion) dans les procédures PPR des communes de La Réunion, chaque méthode de caractérisation des aléas est décrite avec la proposition d'outils d'aide à la cartographie. Ces outils intègrent les récentes évolutions à l'échelle nationale, adaptées au contexte réunionnais. Ces outils se traduisent par l'élaboration de grilles de qualification des aléas intégrant les notions de probabilité d'occurrence et d'intensité pour chaque aléa MVT étudié.

Les différentes grilles méthodologiques d'aide à la qualification des aléas MVT (chute de blocs, glissement de terrain, érosion) sont détaillées, justifiées et illustrées par des cas concrets de zonage de PPR en cours ou approuvés au droit de secteurs de La Réunion dans les paragraphes précédents. L'ensemble des grilles est rappelé dans les tableaux de synthèse des pages suivantes avec les principales consignes d'utilisation. **Ces outils sont des aides à la décision pour l'expert en charge de l'élaboration des cartes d'aléas. L'expertise de terrain prévaut sur l'application stricte de ces éléments méthodologiques.**

Concernant le zonage de l'aléa MVT, les évolutions proposées concernent principalement la simplification de « l'indigage » des aléas avec, pour les secteurs concernés par plusieurs aléas, la prise en compte du niveau d'aléa le plus élevé pour définir le niveau de l'aléa MVT « résultant ». De plus, le niveau d'aléa « faible à modéré » sera simplifié par un niveau d'aléa faible.

Concernant **la prise en compte des ouvrages existants** dans la cartographie des aléas et leur traduction réglementaire dans les PPR, il est proposé de s'inscrire dans la démarche initiée par le groupe de travail « cotech n°2 » dans le cadre de la révision des guides PPR en montagne. Les logigrammes d'analyse de l'efficacité des ouvrages existants, établis dans ce groupe de travail, seront intégrés dans la réflexion afin de statuer sur la prise en compte ou non des ouvrages existants dans les zonages. D'une manière générale, en zone d'aléa élevé MVT, les terrains exposés situés à l'aval d'ouvrages existants resteront inconstructibles (R1 ou R2) suivant une distance à l'aval à définir au cas par cas. En zone d'aléa moyen MVT, l'analyse de l'efficacité de l'ouvrage permettra de préciser le zonage d'aléa ainsi que sa traduction réglementaire (R2 ou B2u). Pour les problématiques d'événements majeurs (effondrement de bordure de rempart entraînant un recul ou éboulement / glissement de grande ampleur), les éventuels ouvrages présents dans les secteurs concernés ne seront pas considérés dans l'élaboration du zonage de l'aléa MVT et sa traduction réglementaire.

Concernant **la traduction réglementaire de l'aléa moyen MVT**, sur la base des éléments présentés précédemment, il est proposé une **évolution de l'approche B2u, zone réglementaire constructible avec prescriptions, notamment sous la condition de réalisation d'une étude géotechnique.**

La traduction réglementaire des zones d'aléa moyen MVT en zone **B2u** (principe de constructibilité) s'appuie sur plusieurs critères permettant de définir les secteurs à enjeux jugés sécurisables au sein desquels le classement B2u sera retenu. Les zones exclues de la démarche, par ordre de priorité, seront les suivantes :

PPR de La Réunion – Propositions d'évolutions méthodologiques

- Les terrains situés au sein du cœur du Parc National de La Réunion et dans les espaces naturels forestiers (d'ores et déjà inconstructibles). Cette mesure semble donc être de bon sens et en cohérence avec le classement de ces espaces protégés ;
- Les terrains situés dans les espaces naturels (zone N du document d'urbanisme en vigueur de la commune) concernés par des problématiques de chute de blocs et d'éboulement. Concernant l'aléa rocheux, seules les problématiques de remobilisation de blocs sur pentes pourront être considérées dans la réflexion pour la traduction réglementaire de l'aléa moyen MVT (R2 ou B2u), du fait, pour certaines zones concernées, de possibilités de sécurisation généralement plus simple à mettre en œuvre avec un coût raisonnable à l'échelle des projets. L'analyse au cas par cas permettra de définir le classement réglementaire pour ces secteurs ;
- Les terrains dont la capacité de sécurisation n'est pas garantie à l'échelle de projet d'aménagement pouvant se développer au sein de ces mêmes zones en considérant la période de référence du PPR (soit les 100 prochaines années).

Les zones d'aléa moyen MVT concernées par l'analyse de la capacité de sécurisation sont les suivantes :

- Les zones en recul de berges et d'encaissements peu à moyennement prononcés de ravines (quelques mètres à dizaine de mètres d'encaissement) ;
- Les zones de ravinement au sein des planèzes ;
- Les zones d'érosion dans les thalwegs, lit de ravine de faible envergure et zones de débordement cartographiés en aléa moyen inondation ;
- Les talus en déblais de hauteur significative (talus routier notamment) ;
- Les versants concernés par des problématiques de remobilisation de blocs.

Les capacités de sécurisation au sein de ces zones seront jugées « possibles » suivant une approche d'expertise privilégiant les observations de terrain.

Les principaux critères retenus pour considérer la capacité de sécurisation des terrains classés en aléa moyen MVT (érosion et glissement principalement) sont les suivants :

- L'absence d'aléa élevé MVT limitrophe à la zone d'aléa moyen MVT considérée permet de considérer en règle générale une possibilité de sécurisation. Les principales exceptions (terrains classés en aléa moyen MVT sans aléa élevé limitrophe) sont :
 - les zones d'aléa moyen MVT circonscrites au talus routiers où l'aménagement futur est difficilement envisageable à l'échelle du PPR même si certains peuvent être « sécurisés », l'absence d'espace de ces zones ne permet d'envisager d'aménagement ;
- les zones d'encaissement de ravines peu prononcé avec une hauteur inférieure à 10 voire 15 m et une pente moyenne inférieure à 30 - 35° où peuvent être cartographiés des zones d'aléa moyen (au sein et/ou en recul de ces configurations morphologiques) seront considérées en général comme sécurisables. Toutes les configurations morphologiques plus prononcées seront exclues du fait de l'ampleur des travaux de sécurisation potentiellement nécessaire pour les sécuriser. Les observations dans les encaissements de ravines à La Réunion afin de sécuriser les berges et les terrains en recul tendent à montrer l'absence d'ouvrage au-delà de plusieurs mètres à dizaines de mètres d'encaissement, ce qui tend à confirmer les difficultés de sécurisation dans des configurations très prononcées.
- Les configurations de terrain favorables aux travaux de sécurisation permettant « d'éliminer » l'aléa à l'origine de l'aléa moyen MVT, comme les travaux de terrassement

ou d'enlèvement de blocs à la surface de talus par exemple. Ce type de configuration, notamment en zone urbaine, nécessite un minimum d'espace de part et d'autre de la zone d'aléa afin de faciliter les opérations de talutage et de terrassement. A contrario les terrains exigus avec notamment la présence d'avoisinants (bâti, route) où les travaux ne sont pas envisageables sans mobiliser un foncier conséquent et potentiellement non maîtrisé ne seront pas considérés comme sécurisables.

Concernant la réalisation de l'étude géotechnique prescrite dans le règlement du PPR en zone B2u, elle devra intégrer l'ensemble des risques auxquels le projet est exposé (notion de bassin de risques) et s'assurer que le projet n'aggrave pas la situation pour les avoisinants. Cette étude sera établie par le particulier ou aménageur concerné et transmise lors de sa demande de permis d'aménager ou de construire sur les terrains classés en B2u. Elle permettra de préciser les conditions de réalisation du projet en définissant (dimensionnement) les ouvrages de protection adaptés au projet. La réalisation de cette étude pourra ainsi conclure à deux cas de figure :

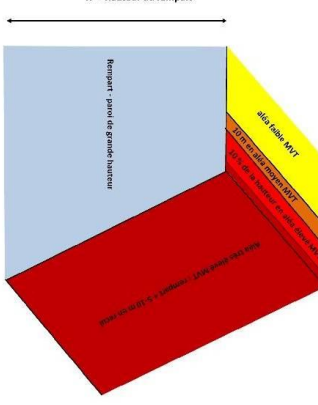
- confirmation de la possibilité d'aménager avec la définition des ouvrages à réaliser, intégrés d'un point de vue technique et financier dans l'enveloppe du projet ;

ou

- au contraire, les reconnaissances complémentaires et l'analyse menées par le géotechnicien pourront dans certains cas conclure à la définition de mesures de sécurisation trop contraignantes à l'échelle du projet envisagé ne permettant pas de le réaliser (pour des raisons techniques ou économiques).

La traduction réglementaire en zone B2u au PPR implique à l'échelle du particulier, de l'aménageur, la prise en compte de l'aléa moyen MVT dans son projet.

ALEA CHUTE DE BLOCS (P) – RECU DE REMPART (H>100m)

Probabilité d'occurrence		Niveau d'aléa MVT				Commentaires
Moyenne	Configuration morphologique de l'encastrement rectiligne sans méandre marqué en pied de rempart et sans pertes très fortes au sein de l'encastrement (morphologie homogène) + pas d'évolution historique connue de la crête du rempart via l'analyse comparative des orthophotos (IGN disponibles) + aucun indice de surface en recul de la crête de rempart pouvant témoigner d'une activité dans le siècle à venir (pas de fissures ouvertes, ni de panneaux affaissés)	Faible (P1) sur une bande fortaitaire de 10 m en recul de l'aléa élevé à moyen	Moyen (P2)	Elevé (P3)	Très Elevé (P4)	Cas des remparts sans évolution historique : ↳ probabilité d'occurrence moyenne  H = Hauteur du rempart Repart - partie de grande hauteur aléa élevé MVT aléa moyen MVT aléa faible MVT aléa très faible MVT
	Forte ou ↳ Configuration morphologique de l'encastrement favorable à une évolution sur le siècle à venir avec : ↳ une évolution historique connue et significative de la crête du rempart avec recul constaté ↳ des indices de surface en recul de la crête de rempart pouvant témoigner d'une activité dans le siècle à venir (par exemple présence de fractures ouvertes et/ou de panneaux affaissés)	Très Elevé (P4) sur une distance équivalente au recul constaté par le passé ou jusqu'aux indices observés en recul de la crête				

ALEA CHUTE DE BLOCS (P) – EBOULEMENT DE GRANDE AMPLEUR

Probabilité d'occurrence		Phénomène de grande ampleur : Volume > 10 000 m³		Commentaires
		Intensité = très élevée		
Faible	Extension maximale de la zone impactée par un événement historique (par des pierres, éclats de taille restreinte (moins d'1 m²)). ou Zone éloignée de l'extension maximale prévisible pour un événement de grande ampleur sur la période de référence	Moyen (P2) : bande forfaitaire définie à dire d'expert		L'intégration de tels phénomènes dans la cartographie des aléas MVT des procédures PPR des communes de La Réunion est définie en fonction de l'occurrence de phénomène historique de ce type dans le bassin de risque étudié, à partir de l'analyse de la configuration morphologique actuelle.
Moyenne	Extension maximale de la zone impactée par un événement historique (par des blocs de plus d'1 m³)	Elevé (P3) : jusqu'au dernier bloc éboulé (1m³ et plus)		
Elevée	Paroi, rempart de plus de 100 m de hauteur + Terrains en pied de paroi directement exposés aux phénomènes de grande ampleur	Très élevé (P4)		

ALÉA CHUTE DE BLOCS (P) – CHUTE DE BLOCS

Probabilité d'occurrence		Probabilité d'atteinte			Commentaires
		Faible P < 10 ⁻⁶	Moyenne 10 ⁻⁶ < P < 10 ⁻⁴	Fort 10 ⁻⁴ < P < 10 ⁻²	
Indice d'activité	Faible 1 bloc tous les 100 ans	faible	moyenne	élevée	Zone de départ : à partir du MNT de La Réunion (résolution de 5 m) correspondent aux valeurs de pentes supérieures à 48,7°. Indice d'activité : la fréquence avec laquelle des volumes de roches se mettent en mouvement, à partir notamment des données historiques (événements). Cette fréquence est assimilée au délai dans lequel la chute de bloc ou l'écroulement le plus probable, exprimé de façon qualitative, est susceptible de survenir sur la période de référence considérée (100 ans à venir). D'une manière générale à La Réunion, cette probabilité de départ sera souvent considérée comme de niveau fort, voire moyen (1 bloc tous les ans à 10 ans) et rarement de niveau faible étant donnée la prédisposition des parois rocheuses du département à générer des instabilités de ce type. Probabilité d'atteinte : définie à partir de la méthode de la ligne d'énergie ou par simulations trajectographiques. Les valeurs seules proposées (issues de MEZAP) peuvent évoluer selon les auteurs et l'analyse du site. D'une manière générale à La Réunion, l'analyse de cas historiques (57) tend à montrer des atteintes jusqu'aux valeurs d'angles de l'ordre de 38 à 40° voire plus (=probabilité d'atteinte forte) .
	Moyen 1 bloc tous les 10 ans	moyenne	moyenne	élevée	
	Fort 1 bloc par an	moyenne	élevée	élevée	
Aléa chute de blocs (P)		Intensité			Commentaires
		Volume < 0,25 m³	0,25 m³ < V < 1 m³	1 m³ < V < 10 m³	
Probabilité d'occurrence	Faible	Faible (P1)	Moyen (P2)	Elevé (P3)	Intensité : c'est la quantité de roche, exprimée en volume, qui peut être déstabilisée et mise en mouvement. Ces volumes potentiellement mobilisables décrivent l'intensité attendue des phénomènes. L'intensité est associée à l'endommagement potentiel engendré par une atteinte à des enjeux (ici un bâtiment d'habitation « classique » est pris comme référence pour évaluer cet impact). A La Réunion, l'analyse de cas historiques (57) tend à montrer des volumes unitaires de l'ordre du m³. Aléa chute de blocs (P) : méthode conditionnée par l'indice d'intensité , considéré comme très fréquemment élevé (bloc de plus d'1 m³ susceptible d'atteindre les enjeux sur les 100 prochaines années pour la plupart des parois rocheuses considérées sauf quelques exceptions). Ainsi, cela implique un aléa rocheux de niveau élevé (P3) en tout point d'atteinte en contrebas, dont l'évaluation de la superficie est définie en fonction de la configuration de la paroi, quel que soit l'indice d'activité de la paroi considérée, avec l'application d'une valeur d'angle de la ligne d'énergie : ↳ de l'ordre de 38 à 40° pour les configurations de parois très redressées (pente moyenne de l'ordre de 50° voire plus sur toute la hauteur) avec terrain plat ou faiblement pentu en pied ; ↳ de l'ordre de 32 à 33° pour les configurations de versants plus propices aux propagations à l'aval des zones de départ (configurations où des terrains pentus sont présents sous la paroi dominante). Afin de maintenir une gradation des aléas MVT dans ces configurations de terrains exposés à l'aléa rocheux, une bande forfaitaire d' aléa moyen MVT (P2) est définie à l'aval, de largeur variable définie à dire d'expert selon la configuration de la zone (minimum 10 à 20 m, largeur variable selon la configuration morphologique). Ce niveau d'aléa traduit l'incertitude dans les zones atteintes au-delà des zones d'aléa fort considérées, notamment pour d'éventuels projections / écarts aux trajectoires parois importantes, voire au-delà de celles des blocs considérés. Pour d'autres volumes unitaires considérés (moins d'1m³), la méthodologie décrite s'applique.
	Moyenne	Faible (P1)	Moyen (P2)	Elevé (P3)	
	Elevée	Moyen (P2)	Elevé (P3)	Très élevé (P4)	
	Très élevée	Elevé (P3)	Elevé (P3)	Très élevé (P4)	

ALEA CHUTE DE BLOCS (P) – REMOBILISATION DE BLOCS SUR PENTES

PPR de La Réunion – Propositions d'évolutions méthodologiques

Probabilité d'occurrence		Probabilité d'atteinte, en cas de remobilisation β = valeur d'angle de la ligne d'énergie			Commentaires
	Description des facteurs attendus pour l'indice d'activité (non cumulatif)	Faible : $\beta < 32^\circ$ + Pente des terrains $> \text{à } 20^\circ$	Moyenne $32^\circ < \beta < 35^\circ$	Fort $\beta > 35^\circ$	Zone de départ (de remobilisation) : la valeur à considérer au-delà de laquelle les remobilisations de blocs sont jugées possibles est comprise entre 22 et 28° selon les observations de terrains et l'historique connu. Une valeur moyenne de 25° sera retenue par défaut.
Indice d'activité	faible	Présence de forêt pérenne ou d'obstacles naturels dans la pente Faible sensibilité à l'érosion des terrains du versant (terrains indurés, rocheux) Pas d'historique connu / 1 événement tous les 100 ans / peu de blocs dans le versant et les zones exposées	faible	moyenne	élevée
		Incertitude sur la présence d'obstacles pérennes (forêt, andains) Sensibilité moyenne à l'érosion des terrains du versant (terrains meubles végétalisés) Historique connu / 1 événement tous les 10 ans / plusieurs blocs dans le versant et les zones exposées		moyenne	élevée
	moyen				
		Pas d'obstacles dans les pentes Fort sensibilité à l'érosion des terrains du versant (« griffes d'érosion » visibles, terrains meubles en surfaces, non végétalisé) historique connu et fréquent ou 1 événement tous les 1 ans ou nombreux blocs dans le versant et les zones exposées		moyenne	élevée

Aléa chute de blocs (P)		Intensité			Commentaires
	Volume < 0,25 m³	Volume < 1 m³	Volume > 1 m³		
Probabilité d'occurrence	Faible (P1)	Moyen (P2)	Moyen (P2) si des travaux sont réalisables à l'échelle de la collectivité		
			Elevé (P3) sinon		
			Moyen (P2) si des travaux sont réalisables à l'échelle de la collectivité		
Moyenne	Faible (P1)	Moyen (P2)	Elevé (P3) sinon		
Elevée	Moyen (P2)	Moyen (P2) si des travaux sont réalisables à l'échelle de la collectivité		Elevé (P3)	
		Elevé sinon			
Intensité : volume de bloc le plus représentatif des blocs mobilisables dans les pentes du secteur étudié.					
Aléa chute de blocs (P) – remobilisation de blocs sur pentes : L'aléa « résultant » est conditionné par la taille des blocs remobilisables (indice d'intensité) modulée par la superficie du versant concernée afin de tenir compte, dans la notion d'intensité, de l'ampleur de la parade qu'il serait nécessaire de mettre en œuvre pour se prémunir de l'aléa (Guide PPR national, 1999). A titre d'exemple, un versant de quelques centaines voire milliers de m², avec 30 à 35° de pente moyenne ou les propagations seront limitées à l'emprise des zones remobilisables ne sera pas systématiquement cartographié en aléa élevé MVT si les blocs présents en surface sont de l'ordre du m³ dans la mesure où des parades réalisables à l'échelle du versant (à l'échelle de la collectivité) sont possibles. Ainsi, un niveau d'aléa moyen MVT est fréquemment considéré dans les cartographies de l'aléa MVT pour les problématiques de remobilisation de blocs.					

ALÉA GLISSEMENT DE TERRAIN – COULÉE DE BOUE (G)

Probabilité d'occurrence	Description des facteurs attendus	
	Elevée	Glissement actif avec traces de mouvements récents ou Glissement ancien non stabilisé / coulée de boue connue non stabilisée ou Glissement potentiel / coulée de boue potentielle : • classe « sol » 1 + pente supérieure à 25° + présence de facteurs aggravants • classe « sol » 2 + pente supérieure à 30° + présence de facteurs aggravants • classe « sol » 3 + pente supérieure à 35° + présence de facteurs aggravants
	Moyenne	Glissement ancien connu stabilisé / coulée de boue ancienne, avec doute sur l'entretien des aménagements ou non confortés ou Glissement potentiel / coulée de boue potentielle : • classe « sol » 1 + 20° < pente < 25° + absence de facteur aggravant prépondérant • classe « sol » 2 + 20° < pente < 30° + absence de facteur aggravant prépondérant • classe « sol » 3 + 25° < pente < 35° + absence de facteur aggravant prépondérant
	Faible	• Pentes inférieures au seuil définis pour la probabilité d'occurrence moyenne mais non nulles (supérieures à 5°)

Commentaires	
Sur la base des consignes nationales en matière de qualification de l'aléa MVT (pour les glissements de terrain), la cartographie de l'aléa MVT pour les phénomènes de glissements de terrain et de coulée de boue, s'appuie sur les facteurs suivants (qualitatifs voire quantitatifs) : facteurs de predisposition, inhérents au milieu : - formations géologiques : classification selon leur nature, caractéristiques mécaniques, état d'altération, fracturation, épaisseur des faciès ; - morphologie : définition de classe de pentes et de configurations particulières (présence de talus anthropique par exemple). facteurs non permanents (généralement aggravants) : - indices de glissement de terrain (récents, anciens) - altitude : différence de pluviométrie ; - venue d'eau : résurgence, écoulement ou ruissellement concentré ; - végétation : présence ou non, culture en terrasse, etc. ; - activité humaine : ouvrages de protection, rejet d'eau concentré, non contrôlé présence de surcharge non soutenue, etc.	

Aspects	Types
Classe 1	Matériaux remaniés meubles
Classe 2	Matériaux remaniés à dominante rocheuse
Classe 3	Matériaux raides / indurés
Classe 4	Matériaux rocheux

Description des facteurs attendus – Glissement de terrain	
Très élevé	Parade au couit prohibitif et/ou techniquement impossible Destruction des bâtis de la zone Volume mobilisé très important : plusieurs millions de m³
Elevé	Parade au couit prohibitif et/ou techniquement impossible Domage important au bâti (gros œuvre) avec ruine probable dans les 100 ans – réparation très coûteuse Surface mobilisée de l'ordre de 100 000 m³
Moyenne	Parade réalisable à l'échelle de la collectivité Domage au gros œuvre sans ruine probable dans les 100 ans – réparation possible Surface mobilisée de l'ordre de 1 000 à 100 000 m² ou volume mobilisé relativement important de l'ordre de 1 000 à 10 000 m³
Faible	Parade réalisable à l'échelle de la parcelle Pas de dommage structurel, gros œuvre très peu touché Surface mobilisée faible, inférieure à 1 000 m² ou volume mobilisé faible inférieure à 1000 m³

Description des facteurs attendus – Coulée de boue	
Très élevé	Parade au couit prohibitif et/ou techniquement impossible Destruction des bâtis de la zone Surface concernée à l'échelle du versant (> km²) avec épaisseur mobilisable supérieur à 0,5 voire 1 m générant un volume de coulée potentiel très important : > 1 million de m³
Elevé	Parade au couit prohibitif et/ou techniquement impossible Domage important au bâti (gros œuvre) avec ruine probable dans les 100 ans – réparation très coûteuse Surface concernée significative (>1000 m²) avec épaisseur mobilisable supérieur à 0,5 voire 1 m générant un volume de coulée potentiel important : > 1 000 m³
Moyenne	Parade réalisable à l'échelle de la collectivité Domage au gros œuvre sans ruine probable dans les 100 ans – réparation possible Surface concernée significative (>1000 m²) avec épaisseur mobilisable réduite (< 0,5 m) générant un volume de coulée potentiel peu important : < 1 000 m³
Pour l'aléa « coulée de boue », les consignes nationales recommandent la prise en compte des seuls niveaux d'intensité élevé et très élevé. A La Réunion, étant donné les spécificités géologiques (couverture sol peu épaisse), une intensité moyenne est également considérée pour les problématiques fréquemment rencontrées s'apparentant à un ravinement intense mobilisant une épaisseur de matériaux rarement supérieur à 0,50 m.	

Aléa glissement de terrain (G)	Intensité				Commentaires
	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée	
Probabilité d'occurrence	Faible	Moyen (G2)	Elève (G3)	Très élevée (G4)	Concernant l'aléa MVT « glissement de terrain » à la différence de la grille proposée dans le cadre des réflexions du « coech 1 » (cf. Tableau 19), il est proposé de conserver un aléa faible et moyen MVT pour des niveaux d'intensité similaires quelle que soit la probabilité d'occurrence (hormis pour un niveau élevé) afin de conserver de manière prépondérante la notion de niveau de réalisation des parades dans l'évaluation de l'aléa. Cela se justifie par de faible épaisseur de couverture meubles (moins d'un mètre à quelques mètres avant d'atteindre le substratum rocheux) sur le territoire réunionnais hormis dans certains secteurs où l'altération poussée des formations basaltiques peut favoriser des glissements de plus fortes épaisseurs.
	Moyenne	Faible (G1)	Moyen (G2)	Elève (G3)	
	Elevée	Moyen (G2)	Elève (G3)	Très élevée (G4)	

Aléa coulée de boue (G)	Intensité			Commentaires	
	Moyenne	Elevée	Très élevée		
Probabilité d'occurrence	Faible	Moyen (G2)	Elevé (G3)	Très élevé (G4)	Concernant l'aléa MVT « coulée de boue » , les phénomènes historiques sont peu nombreux sur le territoire réunionnais (une centaine enregistrés dans BDMVT) et concernent principalement les cirques (plus de 60% des cas enregistrés) où les formations géologiques en places sont liées à des dépôts gravitaires (formations détritiques sensibles à l'érosion et aux phénomènes de ce type). Les zones d'occurrence de ces phénomènes sont par ailleurs concentrées par de très fortes pentes et exposées à d'autres types d'aléa MVT (chute de blocs notamment) avec la prise en compte d'un aléa élevé voire très élevé. D'une manière générale, en dehors de ces territoires spécifiques (Salazie, Cilaos, Maratze), l'aléa coulée de boue est peu présent et non prépondérant vis-à-vis des autres phénomènes gravitaires mais restent possibles ponctuellement lors de conditions climatiques très dégradées notamment dans des secteurs de terrains agricoles où les sols sont plus facilement mobilisables.
	Moyenne	Moyen (G2)	Elevé (G3)	Très élevé (G4)	
	Elevée	Elevé (G3)	Très élevé (G4)	Très élevé (G4)	

PPR de La Réunion – Propositions d'évolutions méthodologiques

ALEA EROSION (E) : érosion de berges et ravinement

Erosion de berges	
Description des facteurs attendus	
Probabilité d'occurrence	Elevée zones cartographiées en aléa fort inondation (lit de ravine principalement) + encaissement du lit jusqu'au sommet de la berge (et quelques mètres en recul en général).
	Moyenne zone de débordement et/ou lit de ravine peu marqué cartographié en aléa moyen inondation (aléa inondation conditionné par des vitesses d'écoulement) ou zone d'auréole autour de la zone de probabilité d'occurrence forte (10 à 20 m selon l'ampleur de l'encaissement de la ravine)
	Faible zone en recul de la zone de probabilité d'occurrence moyenne

Ravinement	
Description des facteurs attendus	
Elevée	zone de badlands non stabilisé où les phénomènes sont actifs et reconnus
Moyenne	zone d'auréole autour de la zone de probabilité d'occurrence forte ou ravinement potentiel (facteurs non cumulatifs) : - classe « sol » 1 + pente supérieure à 10-15° + présence terrain potentiellement mis à nu (facteur aggravant) ou facilement mobilisable (zone agricole par exemple) - classe « sol » 2 + pente supérieure à 15-20° + présence terrain potentiellement mis à nu (facteur aggravant) ou facilement mobilisable (zone agricole par exemple) - voirie avec pente de plus de 7-8% dans le sens de la pente sur un linéaire de plus de 500m - valeurs d'IDPR supérieures à 1500
	zone en recul de la zone de probabilité d'occurrence moyenne ou pentes inférieures aux seuils définis pour la probabilité d'occurrence moyenne mais non nulles (supérieures à 5°)
	Faible

Description des facteurs attendus	
Intensité	Très élevée Parade au cout prohibitif et/ou techniquement impossible Destruction des bâtis de la zone Erosion de berge : incision du lit et/ou recul observé par le passé + potentiel de plus de 100 m Ravinement : surface active mobilisée très importante (bassin versant) : supérieure à 1 km²
	Elevé Parade au cout prohibitif et/ou techniquement impossible Domage important au bâti (gros œuvre) avec ruine probable dans les 100 ans – réparation très coûteuse Erosion de berge : incision du lit et/ou recul observé par le passé + potentiel de plus de 10 m Ravinement : surface active mobilisée importante (bassin versant) : supérieure à 10 000 m²
	Moyenne Parade réalisable à l'échelle de la collectivité Domage au gros œuvre sans ruine probable dans les 100 ans – réparation possible Erosion de berge : recul potentiel de l'ordre de 1 à 1,5 x H (hauteur de la berge) ou de l'ordre de 10 m Ravinement : surface active mobilisée réduite (bassin versant) : supérieure à 1000 m²
	Faible Parade réalisable à l'échelle de la parcelle Pas de dommage structurel, gros œuvre très peu touché

Aléa Erosion (E)		Intensité		
		Faible	Moyenne	Elevée
Probabilité d'occurrence	Faible	Faible (E1)	Moyen (E2)	Elevé (E3)
	Moyenne	Moyen (E2)	Moyen (E2)	Elevé (E3)
	Elevée	Elevé (E3)	Elevé (E3)	Elevé (E3)

Pour les nombreuses ravines du territoire réunionnais observées sur les planèzes, fréquemment encaissées de plusieurs mètres à dizaines de mètres et composées de formations basaltiques au niveau des encaissements, les critères utilisés pour définir la probabilité d'occurrence prévalent sur la qualification de l'aléa (notion de prédisposition) :

- Aléa élevé MVT (E3) au droit du lit et de l'encaissement, englobant les premiers mètres en recul (fréquemment de l'ordre de 5m en recul depuis le sommet de la berge) ;
- Aléa moyen MVT (E2) en recul de l'encaissement sur une « auréole » de largeur variable : 10 à 20 m selon l'ampleur de l'encaissement.