



DEPARTEMENT DE LA REUNION

Commune de Saint Leu

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES

« *Inondations et mouvements de terrain* »

NOTE DE PRESENTATION

Septembre 2015

Approbation



Avertissement général sur les limites d'étude du document PPR

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

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

Le présent **Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles** prend en compte le risque « mouvements de terrain » et le risque « inondations » pour lesquels l'état des connaissances était suffisant pour pouvoir formuler des prescriptions réglementaires détaillées.

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

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

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

Sommaire

1.	INTRODUCTION	7
1.1.	Organisation de la gestion des risques.....	7
1.2.	Prévention des risques naturels	7
1.3.	Plan de prevention des risques (PPR) naturels	8
1.4.	Catastrophes naturelles MAJEURES à la Réunion.....	9
2.	PRESENTATION DU PPR	11
2.1.	Contexte réglementaire du PPR	11
2.2.	Procédure réglementaire	12
2.2.1.	Secteurs géographiques concernés	12
2.2.2.	État des réflexions menées	12
2.3.	Assurances et infractions au PPR	14
2.3.1.	Rappel du régime d'assurance en vigueur	15
2.3.2.	Infractions au PPR et sanctions.....	17
2.4.	Expropriation et Mesure de sauvegarde	18
2.5.	Responsabilités	18
2.5.1.	Etablissement du PPR.....	18
2.5.2.	Autorisation d'occuper le sol.....	19
3.	PRESENTATION DE LA COMMUNE	21
3.1.	Contexte de la zone d'étude	21
3.1.1.	Situation géographique	21
3.1.2.	Contexte géomorphologique.....	22
3.1.3.	Contexte climatique	22
3.1.4.	Réseau hydrographique	29
3.1.5.	Contexte géologique	30
3.2.	Enjeux et vulnérabilité	36
4.	HISTORICITE ET CARACTERISATION DES PHENOMENES NATURELS	39
4.1.	Phénomènes historiques	39
4.2.	Arretés de catastrophes naturels.....	41
4.3.	Caractérisation des phénomènes mouvements de terrain	42
4.3.1.	Chutes de pierres, de blocs et éboulements (P)	42
4.3.2.	Glissements de terrain et coulées de boue associées (G)	44
4.3.3.	Érosion et ravinement (E)	48

4.4.	Caractérisation des phénomènes d'inondation	49
5.	CARACTERISATION ET CARTOGRAPHIE DES ALEAS	52
5.1.	Définitions et notions générales.....	52
5.1.1.	Notion d'intensité et de fréquence	52
5.1.2.	Remarques relatives aux règles de zonage	53
5.2.	Aléa inondation	54
5.2.1.	Méthode d'évaluation de révision de l'aléa.....	54
5.2.2.	Caractérisation de l'aléa inondation	54
5.3.	Aléa mouvements de terrain.....	55
5.3.1.	Méthode d'évaluation de l'aléa	55
5.3.2.	Facteurs de prédisposition et facteurs non permanents	56
5.3.3.	Méthodologie d'évaluation de l'intensité	57
5.3.4.	Qualification de l'aléa mouvements de terrain.....	58
5.3.5.	Exemple de cartographie du zonage mouvements de terrain	60
6.	LEXIQUE DES SIGLES ET TERMES TECHNIQUES.....	65
7.	PRINCIPAUX TEXTES OFFICIELS	67
7.1.	Législation - Réglementation	67
7.2.	Principales circulaires.....	67
7.3.	Publication de guides	67

Liste des figures

Figure 1 : Délimitation du territoire communal de Saint-Leu (Fond ©IGN scan100®-2010)-----	21
Figure 2 : Précipitations moyennes annuelles sur la période 1970-2009 (source : ©Météo France)-----	23
Figure 3 : Régions pluviométriques déterminées par ©Météo-France Réunion (2010)-----	24
Figure 4 : Localisation des stations météo à proximité de Saint Leu (©IGN Scan100® - 2010)-----	25
Figure 5 : Cumul de précipitations du 5 février 2012 (source : Bulletin climatologique 2012 – Météo France) -----	28
Figure 6 : Réseau hydrographique de Saint-Leu (source : BDtopo2012®, fond ©IGN scan100® - 2010) -----	30
Figure 7 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de la commune de Saint-Leu (source : ©BRGM, fond ©IGN scan100® - 2002) -----	31
Figure 8 : Perspective morpho-géologique schématique de La Réunion (Raunet, 1991) -----	32
Figure 9 : Carte morpho-pédologique à l'échelle du 1/50 000 (source : ©CIRAD (Raunet, 1991), fond ©IGN scan100® - 2002)-----	35
Figure 10 : Chute d'un bloc isolé -----	43
Figure 11 : Eboulement -----	43
Figure 12 : Eboulement de 20 m ³ sur la RD3 en 2010 à Saint Leu (rapport BRGM RP-58856-FR)-----	44
Figure 13 : Représentations schématiques des principaux types de glissement (source : ©BRGM, www.bdmvt.net) ----	45
Figure 14 : Représentation schématique du glissement-coulée (exemple de Montauban, 1993 – cf. ci-après)-----	46
Figure 15 : Glissement de terrain à Saint-Leu sur la RD3 en mars 2005 (©BRGM) -----	46
Figure 16 : Glissement superficiel impactant le talus sous la RD3 au PR131, à Saint Leu suite aux fortes pluies du 5 février 2012 (rapport BRGM/RP-60841-FR) -----	47
Figure 17 : Possibilité de déplacement des personnes en fonction des caractéristiques d'écoulement (source : Guide PPRI ruissellement péri-urbain M.E.D.D.E.)-----	50
Figure 18 : Inondation du centre-ville de Saint-Leu lors du passage du cyclone Béjisa (janvier 2014) -----	51
Figure 19 : Exemple de représentation de la notion de continuité du niveau d'aléa mouvements de terrain -----	53
Figure 20 : Principe de décroissance de l'intensité du phénomène chute de blocs avec l'éloignement de la source de départ-----	57
Figure 21 : Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain au droit du projet Girimbelles-----	61
Figure 22 : Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain au droit du projet Centre-Ville - Salette -----	62
Figure 23 : Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain au Cap Lelièvre / RD13-----	63
Figure 24 : Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain au droit de « la Ravine » -----	64

Liste des tableaux

Tableau 1 : Evénements historiques majeurs survenus à la Réunion -----	9
Tableau 2 : Précipitations journalières décennales et centennales issues du GEDC, 1992 (en mm)-----	25
Tableau 3 : Précipitations journalières maximales (Bulletins Climatologiques 2012 de Météo France)-----	26
Tableau 4 : Cumul de pluie moyen par jours entre 1981 et 2010 (source : Bulletin climatologique 2012 – Météo France)-----	26
Tableau 5 : Maximum des précipitations journalières, précipitations annuelles cumulées, nombre de jours dans l'année où les précipitations journalières dépassent 50 mm et événement climatique associé sur la période de 1991 à 2011 observés sur la station des Colimaçons -----	27
Tableau 6 : Tableau récapitulatif des données hydrographiques (source : PPRI de la commune de Saint Leu, mai 2011, ©SOGREAH)-----	29
Tableau 7 : Evolution de la population de Saint Leu (source : ©I.N.S.E.E.)-----	36
Tableau 8 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelle sur la commune de Saint Leu (source : www.prim.net - Portail de la Prévention des Risques majeurs du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie. - mise à jour 30/06/2014)-----	41
Tableau 9 : Liste des cyclones notables selon Météo-France -----	41
Tableau 10 : Caractérisation de l'aléa inondation pour la crue centennale en fonction des vitesses et des hauteurs d'eau-----	54
Tableau 11 : Type de phénomène rencontrés en fonction des catégories de terrain -----	56
Tableau 12 : Intensité du phénomène-----	57
Tableau 13 : Codification des aléas mouvements de terrain selon l'intensité-----	58
Tableau 14 : Caractérisation du niveau d'aléa mouvements de terrain en fonction de l'intensité du phénomène-----	59

Préambule

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

Ce dossier comporte plusieurs documents informatifs et réglementaires :

✓ les documents informatifs :

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

✓ les documents réglementaires :

- la note de présentation, décrivant succinctement le territoire de Saint-Leu 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 dans les zones à enjeux ;
- le règlement associé au zonage réglementaire.

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

Extrait de la loi n° 95-101 du 02 février 1995 (Principe de précaution) :

Art 1^{er} – 1-3^e alinéa

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

1. Introduction

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

Saint-Leu, commune peuplée de 31 837 habitants (population recensée par l'INSEE en 2011), est affectée par des phénomènes de mouvements de terrain et/ou d'inondations, comme en témoigne la carte des phénomènes historiques, impactant plus ou moins durement les activités humaines.

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

1.1. ORGANISATION DE LA GESTION DES RISQUES

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

- l'**information** sur les risques est un droit pour les populations menacées. Cette information est organisée par le préfet et les maires dans les conditions fixées par le décret du 11 octobre 1990 et par la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003. Cette dernière loi prévoit notamment que dans les communes où un plan de prévention des risques naturels a été approuvé, le maire informe la population au moins une fois tous les deux ans par des réunions publiques communales ou tout autre moyen approprié. Cette information est délivrée avec l'assistance des services de l'État 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'État 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'État qui doit réaliser des Plans de Prévention des Risques (PPR) dans les zones menacées. La prévention des risques permet d'anticiper, et d'éviter les conséquences parfois dramatiques liées aux risques. La prévention peut être considérée comme l'outil le plus efficace pour limiter l'aggravation des risques.

1.2. PREVENTION DES RISQUES NATURELS

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

considérablement les catastrophes en particulier lorsque les zones exposées sont urbanisées. L'extension urbaine peut même contribuer à les provoquer notamment par l'imperméabilisation des sols, la canalisation des rejets pluviaux et les divers travaux de terrassement. Ces phénomènes sont également constatés sur l'île de la Réunion qui subit régulièrement les effets dévastateurs des cyclones et des fortes pluies (cf. le tableau des événements majeurs historiques présenté en 1.4).

La commune de Saint-Leu est concernée par cette politique de prévention car elle cumule une évolution économique et démographique avec des aléas liés aux cyclones, pluies et mouvements de terrain importants. Il y a donc nécessité pour la sécurité de la population communale de mettre en place des mesures de prévention efficaces.

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

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

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

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

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

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

1.3. PLAN DE PREVENTION DES RISQUES (PPR) NATURELS

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

La commune de Saint-Leu est dotée d'un Plan de Prévention des Risques inondations approuvé par l'arrêté préfectoral n°1917 du 29 novembre 2011.

L'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles relatif aux phénomènes d'inondations et de mouvements de terrain a été prescrite sur la commune de Saint-Leu par l'arrêté préfectoral n° 2014-4142/SG/DRCTCV en date du 8 Août 2014.

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

1.4. CATASTROPHES NATURELLES MAJEURES A LA REUNION

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

Tableau 1 : Evénements historiques majeurs survenus à la Réunion

2. Présentation du PPR

2.1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE DU PPR

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

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

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

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

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

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

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

Objectif général de l'outil PPR

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

L'Etat est responsable de l'élaboration et de la mise en application du PPR et c'est le préfet qui l'approuve, après avis des conseils municipaux et communautaires concernés et l'enquête publique.

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

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

2.2. PROCEDURE REGLEMENTAIRE

2.2.1. Secteurs géographiques concernés

La procédure réglementaire PPR est définie par les articles R.562-1 à R.562-9 du code de l'environnement. Le point de départ de la présente procédure d'élaboration du PPR est l'arrêté préfectoral de prescription n° 2014-4142/SG/DRCTCV, daté du 8 août 2014.

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

2.2.2. État des réflexions menées

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

- 2002 à 2011 : élaboration du PPR inondations avec l'**approbation par arrêté préfectoral (n°1917) en date du 29 novembre 2011** ;
- 2008 à 2012 : phase technique d'élaboration des cartes d'aléas mouvements de terrain ;
- 23 Avril 2012 : arrêté préfectoral n°524/SG/DRCTCV relatif à l'information des acquéreurs et des locataires (IAL) de biens immobiliers sur les risques naturels et technologiques majeurs sur la commune de Saint Leu ;
- 14 novembre 2012 : présentation à la mairie de Saint-Leu des cartes d'aléas mouvements de terrain avec présentation de la méthodologie d'élaboration des cartes d'aléas MVT et transmission en séance des cartes d'aléas à la mairie pour réaction.
- 19 mars 2013 : réaction et demandes de précision de la mairie sur 13 secteurs à enjeux (44 parcelles) ;
- Août 2013 : précision et justification du zonage d'aléas mouvements de terrain au droit des 13 secteurs à enjeux de la commune (rapport BRGM/RP-62622-FR) ;

- **17 février 2014 : porter à connaissance (PAC) de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain** sur la commune de Saint-Leu, par courrier du Préfet.
- 23 mai 2014 : suite aux élections municipales de début 2014, réunion technique entre les services de la mairie, la DEAL et le BRGM pour poursuivre la démarche d'élaboration du PPR avec l'équipe municipale en place, notamment la phase réglementaire (travail sur les enjeux et le règlement) ;
- 6 août 2014 et 6 octobre 2014 : nouvelles demandes de la mairie de précision du zonage mouvements de terrain et des perspectives de transcription réglementaire sur 12 secteurs à enjeux (projets d'aménagements) ;
- 29 août 2014 : visites de terrain sur certains secteurs à enjeux ;
- 17 septembre 2014 : présentation aux élus du projet de PPR inondation et mouvements de terrain ;
- Novembre 2014 : précision et justification du zonage d'aléas mouvements de terrain avec indication du projet de transcription réglementaire au droit des 12 secteurs à enjeux de la commune (rapport BRGM/RP-64036-FR).

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

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

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

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

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

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

- 20 décembre 2014 au 20 février 2015 : consultations officielles des partenaires associés – conseil municipal, TCO, chambre d'agriculture, ONF et DAAF.
 - o suite à la délibération du conseil municipal en date du 11 février 2015, la mairie de Saint-Leu a émis un avis défavorable avec des remarques sur le projet ;
 - o la chambre d'agriculture, le TCO et la DAAF, n'ont pas transmis d'avis sur le projet de PPR avant le 20 février 2015, leur avis est donc réputé favorable.
 - o L'ONF a émis un avis favorable sous réserves sur le projet de PPR.

Un bilan de la concertation mise en œuvre dans le cadre de l'élaboration du projet de PPR conformément aux articles 5 et 6 de l'arrêté préfectoral de prescription est rédigé. Ce bilan rappelle quelle a été la concertation menée tout au long des études d'élaboration du projet de PPR qui s'achève après les consultations officielles.

Le bilan de la concertation est joint en annexe 5 du PPR.

La phase d'enquête publique sur le projet de PPR multi-risques de Saint-Leu

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

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

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

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

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

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

L'arrêté préfectoral n°/SG/DRCTCV/BCLU du 13 mars 2015 a prescrit l'ouverture, sur le territoire de Saint-Leu, d'une enquête publique, au titre du code de l'environnement, concernant le projet de Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles relatif aux phénomènes d'inondations et de mouvements de terrain.

Préalablement au lancement de l'enquête publique, deux réunions publiques d'informations et d'échanges, organisée par l'État, maître d'ouvrage du plan, se sont déroulées le 1^{er} Avril 2015 à la salle du foirail – Piton St-Leu, et le 2 Avril 2015 au parc du 20 décembre – St-Leu, en présence des représentants de la commune, du maître d'ouvrage représenté par la DEAL ainsi que du BRGM.

L'enquête publique s'est déroulée du 7 avril 2015 au 20 mai 2015 (43 jours consécutifs), sous la supervision de M. Dominique THIRIET, commissaire-enquêteur désigné par le tribunal administratif.

Les pièces du dossier PPR ainsi qu'un registre d'enquête ont été mis à la disposition du public à l'hôtel de ville ainsi qu'en mairie annexe du Piton pendant la durée de l'enquête. Le commissaire-enquêteur a pu recueillir 140 observations du public, consignées dans les registres mis à leur disposition, au cours des 14 permanences tenues.

Le commissaire-enquêteur a donné un avis favorable avec des recommandations générales au projet de PPR « inondation et mouvement de terrain » de la commune de Saint-Leu dans son rapport rendu le 14 août 2015.

Toutes les requêtes formulées ont fait l'objet d'une analyse individualisée par le BRGM, partenaire de la DEAL sur ce projet. Des visites de terrain complémentaires ont eu lieu du 16 au 18 juin 2015 inclus pour affiner les zonages au droit et aux abords de 80 parcelles, en présence du commissaire-enquêteur et des particuliers ayant déposé une requête.

La synthèse des réponses formulées pour chacune des requêtes (proposition de classement réglementaire et éléments de justification) est présentée en annexe 6 du PPR approuvé (rapport BRGM n°RP-64974-FR de juillet 2015).

Aux requêtes parcellaires étudiées, l'analyse a également porté sur trois requêtes émises par des particuliers après la clôture de l'enquête publique. Celles-ci ont été intégrées au rapport du BRGM.

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

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

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

2.3. ASSURANCES ET INFRACTIONS AU PPR

2.3.1. Rappel du régime d'assurance en vigueur

La loi du 13 juillet 1982 a institué un régime particulier d'assurance, avec intervention de l'Etat, destiné à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles. Ce régime se fonde sur le principe de « la solidarité et l'égalité de tous les Français » devant les charges qui résultent des calamités nationales (Préambule de la Constitution de 1946, repris par celle de 1958).

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

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

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

Champ d'application de la garantie

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

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

Risques couverts

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

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

- les inondations (cours d'eau sortant de leur lit) ;
- les ruissellements d'eau, de boue ou de lave ;
- les glissements ou effondrements de terrain ;
- la subsidence (effondrement de terrain consécutif à la baisse de la nappe phréatique) ;
- les séismes.

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

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

Biens garantis

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

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

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

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

Etat de catastrophe naturelle

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

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

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

Règlement des sinistres

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

Dispositions nouvelles pour l'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles

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

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

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

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

2.3.2. Infractions au PPR et sanctions

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

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

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

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

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

2.4. EXPROPRIATION ET MESURE DE SAUVEGARDE

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

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

2.5. RESPONSABILITES

2.5.1. Etablissement du PPR

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

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

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

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

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

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

2.5.2. Autorisation d'occuper le sol

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

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

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

3. Présentation de la commune

3.1. CONTEXTE DE LA ZONE D'ETUDE

3.1.1. Situation géographique

Saint-Leu, se situe dans l'ouest de l'île de La Réunion, sur les pentes externes ainsi que sur la bordure littorale du massif volcanique ancien du Piton des Neiges. Cette commune s'étend sur une superficie de 118,37 km², soit moins de 4,7 % de la surface totale de l'île de la Réunion. Avec 31837 habitants recensés en 2011 et une densité de 269 habitants par km², la ville de Saint-Leu observe une augmentation de sa population de l'ordre de 2 % depuis 1999 (environ 500 habitants de plus chaque année).



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

Le territoire de Saint-Leu s'étend selon un axe Ouest-Est, entre le littoral et le massif du Grand Bénare à l'extrémité orientale, et de la ravine Cocâtre au Nord à la ravine des Aviron au Sud. Le point culminant du territoire communal se situe au niveau du rempart dominant le cirque de Cilaos à 2 787 m d'altitude. Saint-Leu est limitrophe avec les communes de Trois-Bassins sur ses bordures nord, de Cilaos sur la pointe Est et de la communes des Aviron sur sa bordure méridionale.

Saint-Leu est incluse au sein du territoire de la côte ouest (TCO).

Les hauts du territoire de Saint-Leu sont intégrés à la forêt départemento-domaniale des Hauts sous le Vent gérée par l'ONF et la partie sommitale fait partie du Parc National de la Réunion, classé au patrimoine mondial de l'UNESCO.

3.1.2. Contexte géomorphologique

La morphologie correspond à celle d'une planèze ou l'altitude augmente régulièrement du Sud-Ouest vers le Nord-Est. Quatre entités géomorphologiques principales peuvent être distinguées, d'ouest en est :

- une plaine littorale, située en aval de la RN1, bordée par des côtes sableuses ou rocheuses ;
- en amont de cette route jusqu'à environ 1000 m d'altitude, les pentes oscillent généralement autour de 10 à 20° ;
- de 1000 à 1500m, elles augmentent progressivement et peuvent ponctuellement dépasser les 30° ;
- dans la partie haute jusqu'au point culminant, les pentes s'adoucissent progressivement avec une moyenne d'environ 10°.

Ces terrains sont incisés par des ravines délimitant des plateaux plus ou moins vastes. Une majorité des ravines de la commune, incisent les flancs du massif du Piton des Neiges de manière considérable. Les principales ravines présentent dans le territoire communal sont, du nord au sud :

- la Petite Ravine
- la ravine des Colimaçons ;
- la ravine de la Chaloupe ;
- la ravine de la Fontaine ;
- la ravine du Grand Etang ;
- la ravine du Trou ;
- la ravine des Avirons ;

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

3.1.3. Contexte climatique

Vent

A La Réunion, les vents dominants proviennent du secteur Est-Sud-Est (alizés), avec toutefois des variations saisonnières et localisées selon les facteurs orographiques et thermiques. La commune de Saint-Leu, située à l'ouest de l'île, est protégée par les hauts reliefs de l'île et se retrouve « sous le vent » de l'alizé. Ce territoire est donc davantage affecté par des brises de pentes nocturnes (vent soufflant de la terre vers la mer) de secteur est et des brises diurnes (vent soufflant de la mer vers la terre) de secteur ouest et sud-ouest.

Pluviométrie

L'île de La Réunion est soumise à un régime d'alizés de Sud-Est. Durant l'hiver austral (mai à novembre), le courant d'alizé est généralement stable, induisant un temps relativement frais et sec. A l'inverse, pendant l'été austral, le déplacement vers le Sud de la zone de basses pressions intertropicales et l'éloignement de l'anticyclone de l'océan Indien affaiblissent les alizés et induisent

un temps chaud, humide et pluvieux. C'est pendant cette saison que peuvent se former des dépressions, tempêtes et cyclones tropicaux.

Une des conséquences de cette situation est une pluviométrie exceptionnellement intense à La Réunion : l'île détient les records mondiaux de pluviométrie cumulée pour des durées allant de 3 h (500 mm) à 12 jours (6 000 mm).

Située sur la côte « sous le vent », la commune de Saint-Leu affiche des valeurs de pluviométrie bien moindre que les territoires de la côte « au vent ». Les précipitations moyennes annuelles dans le secteur de Saint-Leu ne dépassent pas 2 000 mm en altitude (Atlas climatique de la Réunion, Météo France 2000, cf. Figure 2).

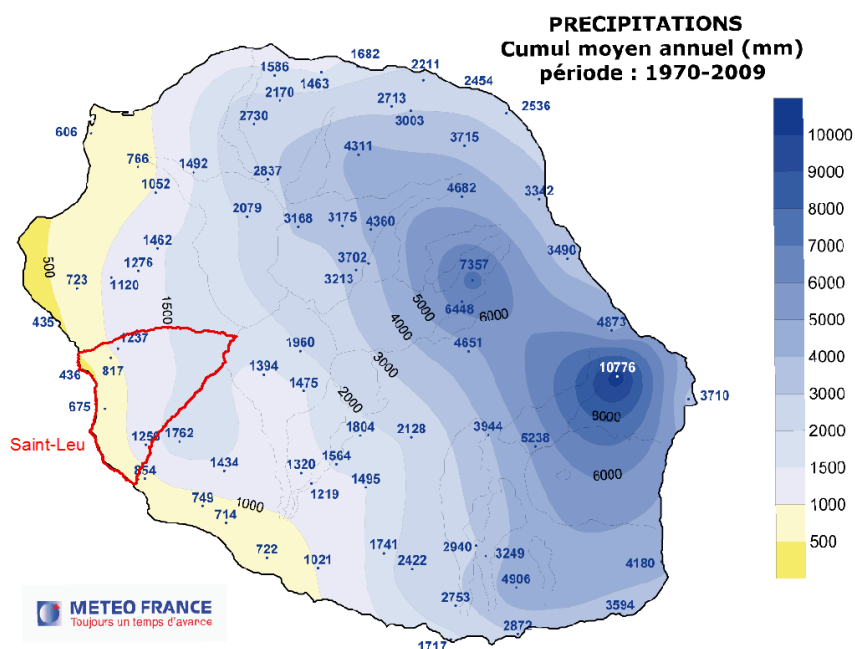


Figure 2 : Précipitations moyennes annuelles sur la période 1970-2009 (source : ©Météo France)

Météo France Réunion a réalisé une carte de zonage pluviométrique en 2010, tenant compte du relief (cf. Figure 3), qui qualifie les secteurs soumis à un régime pluviométrique similaire à proche. La commune de Saint-Leu est concernée par les régions 1 et 2 :

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

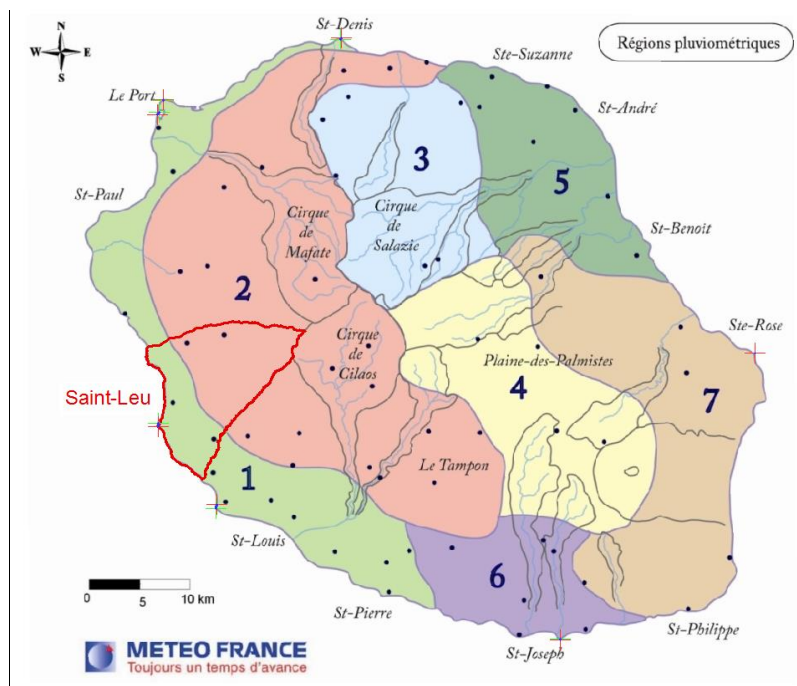


Figure 3 : Régions pluviométriques déterminées par ©Météo-France Réunion (2010)

Concernant les stations météorologiques, dix stations sont ou ont été installées et suivies sur le territoire de Saint-Leu. Actuellement 7 stations sont suivies (en gras dans la liste ci-dessous). Toutefois, aucune n'étant située au-dessus de 1000 m nous intégrons la station Piton Maïdo située sur la commune de Saint Paul pour pallier ce manque.

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

- **Piton Maïdo** (commune de Saint-Paul, altitude : 2195 m, installée en 1998) ;
- Cap Camélia (commune de Saint-Leu, altitude : 830 m, installée en 2002 et fermée en juin 2011) ;
- **Colimaçons** (commune de Saint-Leu, altitude : 780 m, installée en 1963) ;
- **Etang Saint-Leu** (commune de Saint-Leu, altitude : 429 m, installée en 2002) ;
- **Ferme Corail** (commune de Saint-Leu, altitude : 4 m, installée en 1990) ;
- Le Plate (commune de Saint-Leu, altitude : 740 m installée en 1953, fermée en 2000) ;
- La Chaloupe Saint-Leu (commune de Saint Leu, altitude : 800 m, installée en 1953, fermé en 2000) ;
- **Mascarin** (commune de Saint-Leu, altitude : 550 m, installée en 1992) ;
- **Piton Saint-Leu** (commune de Saint-Leu, altitude 450 m installée en 1973) ;
- **Saint-Leu** (commune de Saint-Leu, altitude : 5 m, installée en 1950) ;
- **Saint-Leu CIRAD** (commune de Saint-Leu, altitude 222 m, installée en 1997).

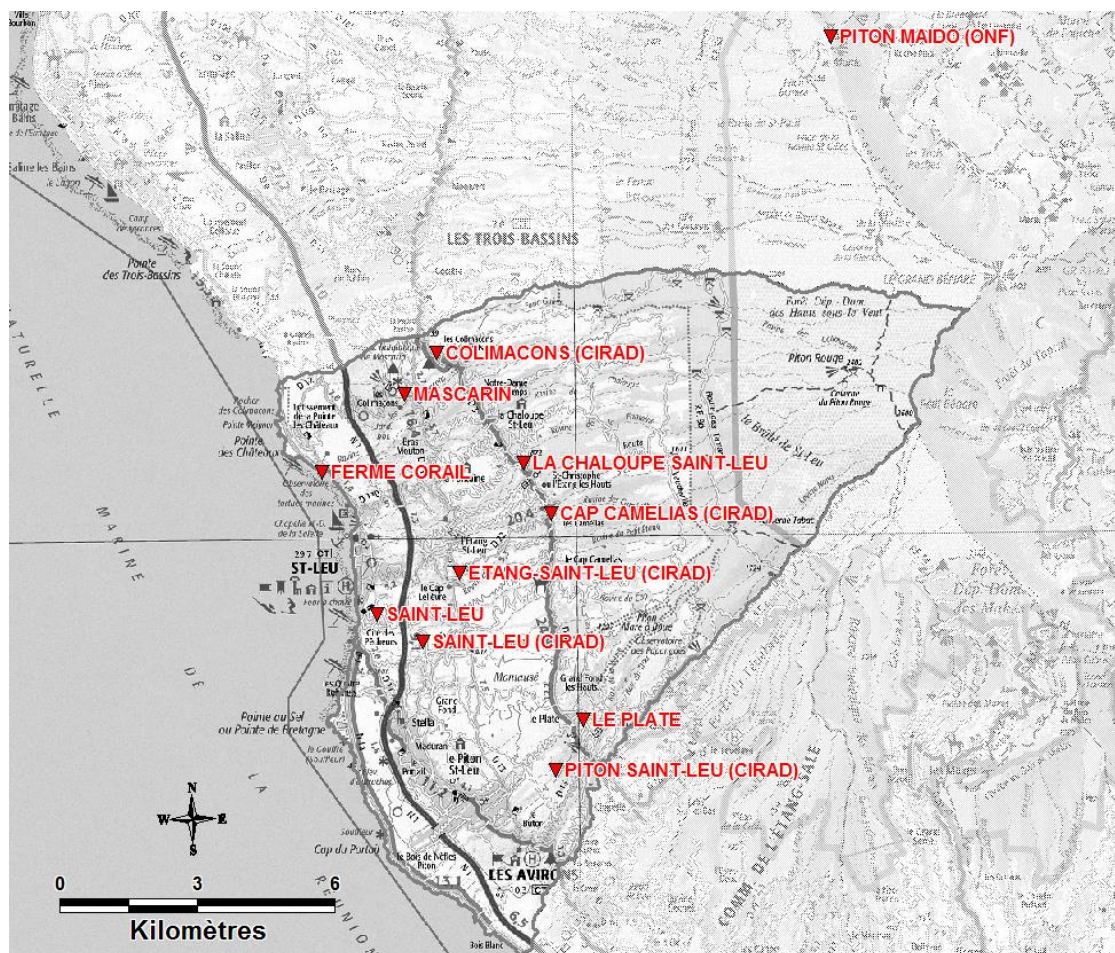


Figure 4 : Localisation des stations météo à proximité de Saint Leu (©IGN Scan100® - 2010)

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

Les valeurs caractéristiques pour les stations de Saint-Leu sont les suivantes :

Nom station	Altitude	Pluie Journalière Décennale (PJ ₁₀ en mm)	Pluie Journalière Centennale (PJ ₁₀₀ en mm = 1.6* PJ ₁₀)
Piton Maïdo	2195	372	595
La Chaloupe Saint Leu	877	317	507
Colimaçons	798	246	393
Piton Saint Leu	565	230	368
Saint Leu	5	201	321

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

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

Nom station	Date d'ouverture	Altitude (m NGR)	Maximum absolu quotidien	
			Valeur (mm)	Date
Ferme Corail	01/02/1990	4	330	22/01/2002
Saint-Leu	01/10/1950	55	380	22/01/2002
Colimaçons	01/08/1963	798	592,5	22/01/2002
Piton Mado	18/11/1998	2195	800	22/01/2002
Piton Saint-Leu	01/02/1973	565	440,5	22/01/2002
Mascarin	01/01/1992	520	484,8	22/01/2002
Cap Camélia ¹	01/04/2002	830	168	26/02/2007
Etang Saint-Leu ²	01/02/2002	429	131	05/03/2006

¹ : station fermée en 2011

Tableau 3 : Précipitations journalières maximales (Bulletins Climatologiques 2012 de Météo France)

Station	Nombre de jours moyen (période 1981-2010) où le cumul de pluie (en mm) est ≥ à				Maximum absolu quotidien depuis l'ouverture	
	1	10	50	100	Valeur (en mm)	Date
Colimaçons	88,9	26,7	4,3	1,1	592,5	22/01/2002
Ferme Corail	40,0	12,0	1,4	0,2	330,0	22/01/2002
Piton Saint-Leu	89,4	30,2	4,4	1,1	440,5	22/01/2002
Saint-Leu	49,2	16,0	2,0	0,3	380	22/01/2002

Tableau 4 : Cumul de pluie moyen par jours entre 1981 et 2010 (source : Bulletin climatologique 2012 – Météo France)

Une analyse statistique des valeurs de pluviométrie journalières enregistrées à la station des Colimaçons de 1991 à 2011 montre que près de 75 % des valeurs sont inférieures à 0,5 mm / jour, avec une moyenne de l'ordre de 2,8 mm / jour.

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

Année	Précipitations journalières maximales en mm	Précipitations annuelles cumulées en mm	Nombre de jours dans l'année où les précipitations journalières dépassent 50 mm	Evènement climatique
1991	56	886	2	Fort épisode pluvieux de janvier
1992	87	885,9	5	Fort épisode pluvieux de mars
1993	355,5	1682,1	8	Cyclone Colina
1994	164,5	1034,4	4	Tempête tropicale modérée Hollanda
1995	91,5	1028,7	6	Fort épisode pluvieux de février

1996	90,5	719,2	1	Fort épisode pluvieux d'Avril
1997	44	715,5	0	Fort épisode pluvieux de janvier
1998	114,5	740	3	Tempête Anacelle
1999	83,5	900,5	4	Fort épisode pluvieux de février
2000	182,5	733,5	1	Episode pluvieux de janvier
2001	148,5	728,5	2	Episode pluvieux de janvier
2002	592,5	1613	8	Cyclone Dina
2003	73	1133	2	Fort épisode pluvieux de mars
2004	100	903,5	1	Fort épisode pluvieux de février
2005	110	1023	5	Fort épisode pluvieux de janvier
2006	170	1202	6	Tempête tropicale modérée Diwa
2007	135	1220,4	6	Cyclone Gamède
2008	90,5	1030,7	2	Fort épisode pluvieux de février
2009	114	1035	4	Fort épisode pluvieux de novembre
2010	102	852,5	2	Fort épisode pluvieux de février
2011	110	986,5	3	Fort épisode pluvieux de janvier

Tableau 5 : Maximum des précipitations journalières, précipitations annuelles cumulées, nombre de jours dans l'année où les précipitations journalières dépassent 50 mm et événement climatique associé sur la période de 1991 à 2011 observés sur la station des Colimaçons

Les précipitations journalières maximales représentent en moyenne 6 à 25 % du cumul annuel, ce qui montre l'impact significatif des événements climatiques.

Au-delà d'un seuil de l'ordre de 50 mm de précipitations journalières il peut être estimé que le sol a atteint sa capacité limite d'infiltration, provoquant ainsi le phénomène de ruissellement. Sur les 20 dernières années, les précipitations ont ainsi provoquées des ruissellements en moyenne 4 jours dans l'année. Ces ordres de grandeurs sont toutefois à prendre avec précaution selon la nature du sol qui peut influencer significativement les conditions de ruissellement (imperméabilisation anthropique, nature des formations en place).

Afin d'illustrer le caractère potentiellement intense des pluies journalières sur le territoire de Saint-Leu, l'épisode pluvieux du 5 février 2012 est un parfait exemple. D'après les informations de Météo France, le poste de l'Etang Saint-Leu Cirad (à 420 m d'altitude) a enregistré les cumuls de pluie les plus forts sur la commune pour les durées allant de 1h à 6h glissantes avec des records communaux pour les cumuls de 1 à 3 heures (261,5 mm en 3h et 303,5 mm en 6h). Aucun poste de la commune de Saint-Leu n'avait connu des intensités aussi fortes depuis 1970 sur ces durées.

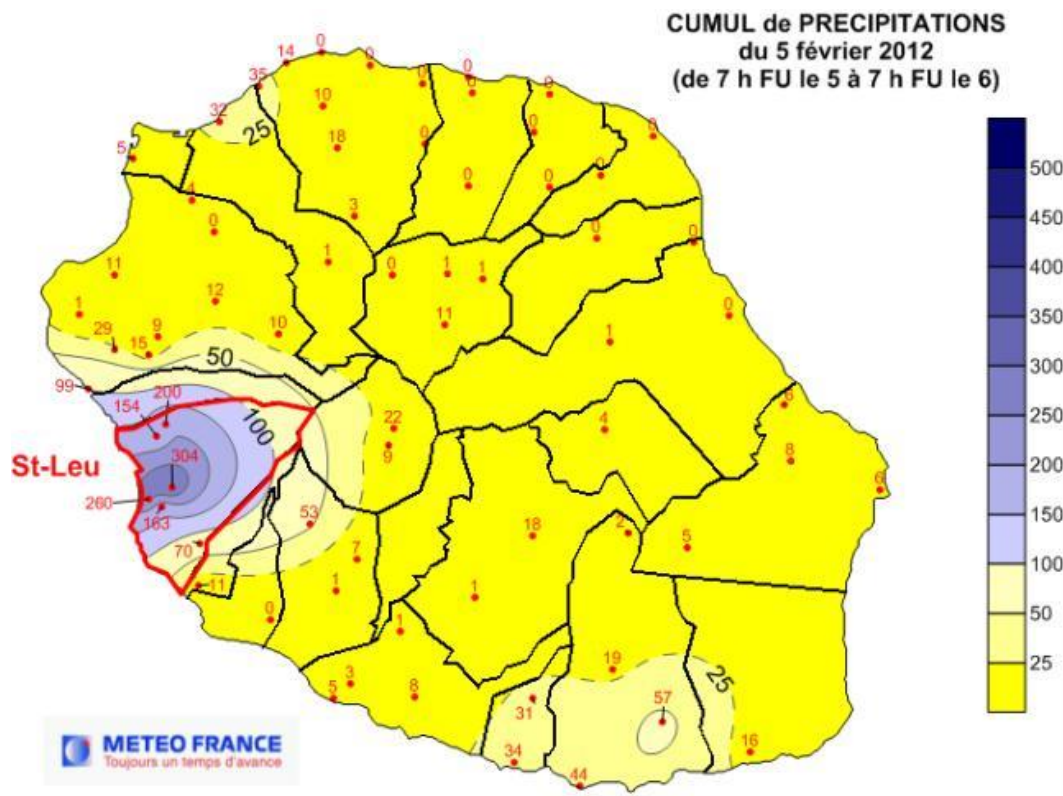


Figure 5 : Cumul de précipitations du 5 février 2012 (source : Bulletin climatologique 2012 – Météo France)

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

Les précipitations peuvent donc être très localisées, avec des cumuls journaliers pouvant atteindre des valeurs très fortes (de 150 à 800 mm par jour selon les stations suivies), notamment lors du passage d'évènement cyclonique et qui conditionnent les cumuls annuels. Ces derniers, pour le territoire de Saint-Leu et d'après les données à disposition, ne présentent toutefois pas de caractère exceptionnel comparativement à ceux observés sur d'autres secteurs de l'île.

Les précipitations intenses ont des conséquences sur les possibilités d'occurrence des phénomènes non seulement d'inondations mais également de mouvements de terrain, qui se produisent principalement durant les mois de janvier à mars, correspondant à la période des pluies (période cyclonique), comme ce fut le cas lors de l'épisode du 5 février 2012 avec des coulées de boues impactant les hauts bâtis de la commune (le long des RD3 et RD13). Les phénomènes climatiques extrêmes (cyclones majeurs à temps de retour décennal), au cours desquels les équilibres naturels sont poussés à leur limite, sont par ailleurs à l'origine du déclenchement de nombreux mouvements de terrain (statistiquement - sur une centaine d'années - l'île de la Réunion est concernée par un cyclone tous les deux ans).

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

3.1.4. Réseau hydrographique

La commune de Saint-Leu est traversée par de nombreux cours d'eau et autres ravines, dont les plus importantes du nord au sud sont :

- la **Petite Ravine**, matérialisant la limite communale avec Trois-Bassins et présentant un bassin versant d'une superficie de 8,5 km²). Les débits de crue caractéristiques de cette ravine sont évalués à 94 m³/s pour la crue décennale et **201 m³/s pour la crue centennale**.
- **La ravine des Colimaçons** et ses affluents, drainent un bassin versant de 16,2 km² et détient le débit de **crue centennale le plus fort** de la commune avec **550 m³/s** à l'exutoire.
- **La ravine de la Chaloupe** est très encaissée tout au long de son parcours, formant par endroit d'impressionnantes gorges. Son débit caractéristique de **crue centennale atteint à l'exutoire 310 m³/s**. Elle draine un bassin versant de 9,5 km²
- **La ravine de la Fontaine** draine un bassin versant de 12,5 km². Elle est bien encaissée tout au long de son parcours, hormis une zone littorale proche de son exutoire. Le débit de **crue centennale est estimé à 320 m³/s à l'exutoire**.
- **La ravines du Grand Etang** et ainsi que leurs affluents drainent un bassin versant de 7,5 km² et affectent les bourgs de Saint-Leu, l'Etang Saint-Leu, Saint-Christophe et les Camélias. Son débit caractéristique de **crue centennale atteint à l'exutoire 310 m³/s**.
- **La ravine du Trou** présente un talweg bien encaissé tout au long de son parcours. Le débit de **crue centennale à l'exutoire a été estimé à 400 m³/s**. Son bassin versant est de 12,5 km².
- **La ravine des Avirons** présente un thalweg très encaissé tout au long de son parcours et les ouvrages de franchissement sont tous surdimensionnés pour un scénario de **crue centennale estimé à 360 m³/s à l'exutoire**. Elle draine un bassin versant de 16,8 km².

Nom du cours d'eau	Surface du bassin versant (km ²)	Débit pour la crue décennale (m ³ /s)	Débit pour la crue centennale (m ³ /s)
Petite Ravine	8,5	94	201
Colimaçons	16.2	344	550
La Chaloupe	9.5	194	310
La Fontaine	12.5	200	320
Grand Etang	7.5	194	310
Du Trou	12.5	250	400
Des Avirons	16.8	225	360

Tableau 6 : Tableau récapitulatif des données hydrographiques (source : PPRI de la commune de Saint Leu, mai 2011, ©SOGREAH)

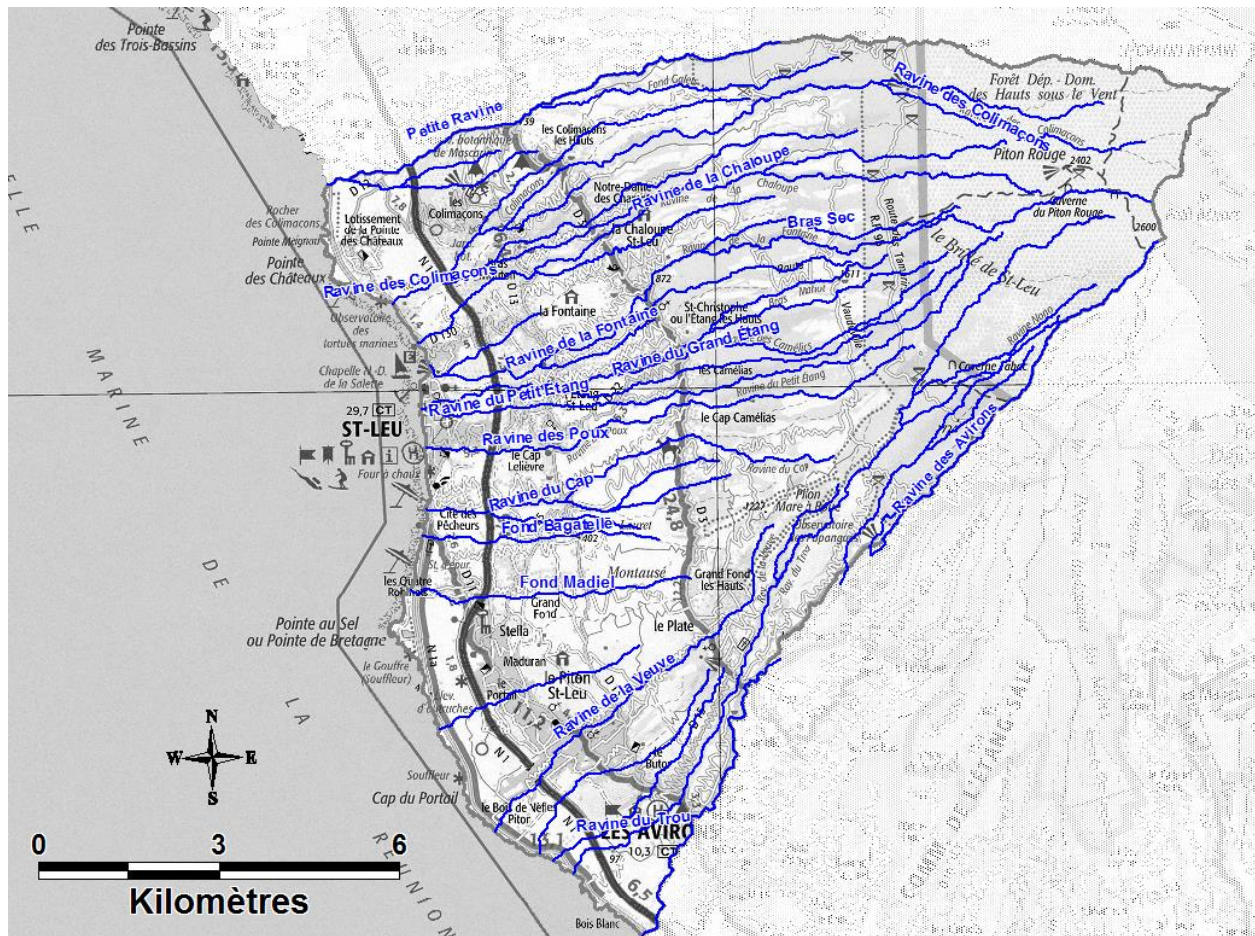


Figure 6 : Réseau hydrographique de Saint-Leu (source : BDtopo2012®, fond ©IGN scan100® - 2010)

3.1.5. Contexte géologique

Le territoire communal de Saint-Leu s'inscrit dans le contexte géologique du massif du Piton des Neiges. Ce dernier a été caractérisé par des périodes d'activité éruptive importantes (épanchements de coulées de lave et/ou de mise en place de formations pyroclastiques), séparés par de longues périodes de calme au cours desquelles les roches massives et les dépôts pyroclastiques (projections volcaniques émises lors d'une activité explosive du volcan) ont été soumises à l'érosion.

Des vallées se sont formées, des reliefs se sont individualisés. Des dépôts alluvionnaires et des brèches de pente, de remaniement, ont comblé les dépressions. Lors de la reprise de l'activité volcanique, des coulées de lave se sont épanchées sur les flancs du massif volcanique en empruntant d'abord les vallées.

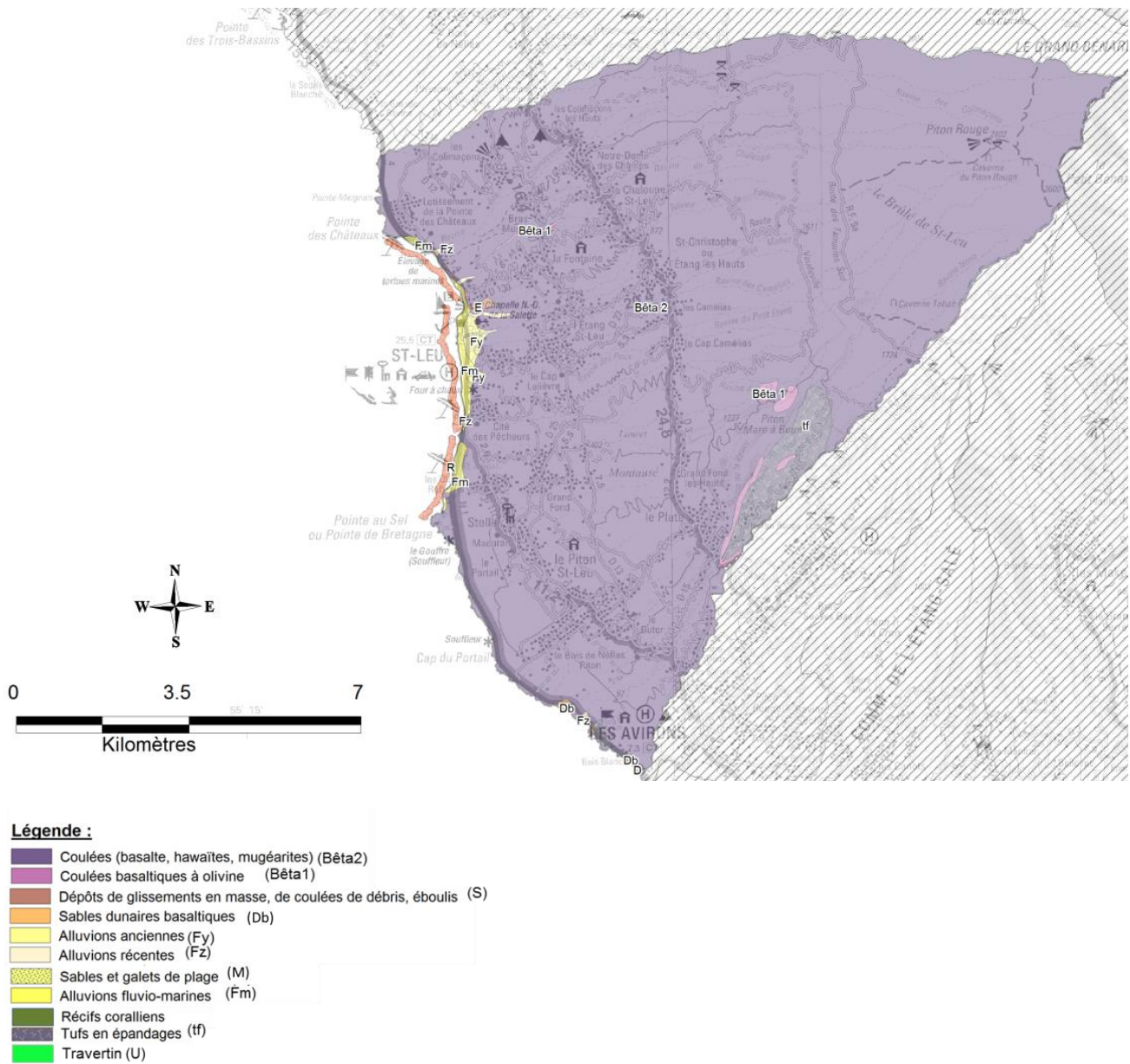


Figure 7 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de la commune de Saint-Leu
(source : ©BRGM, fond ©IGN scan100® - 2002)

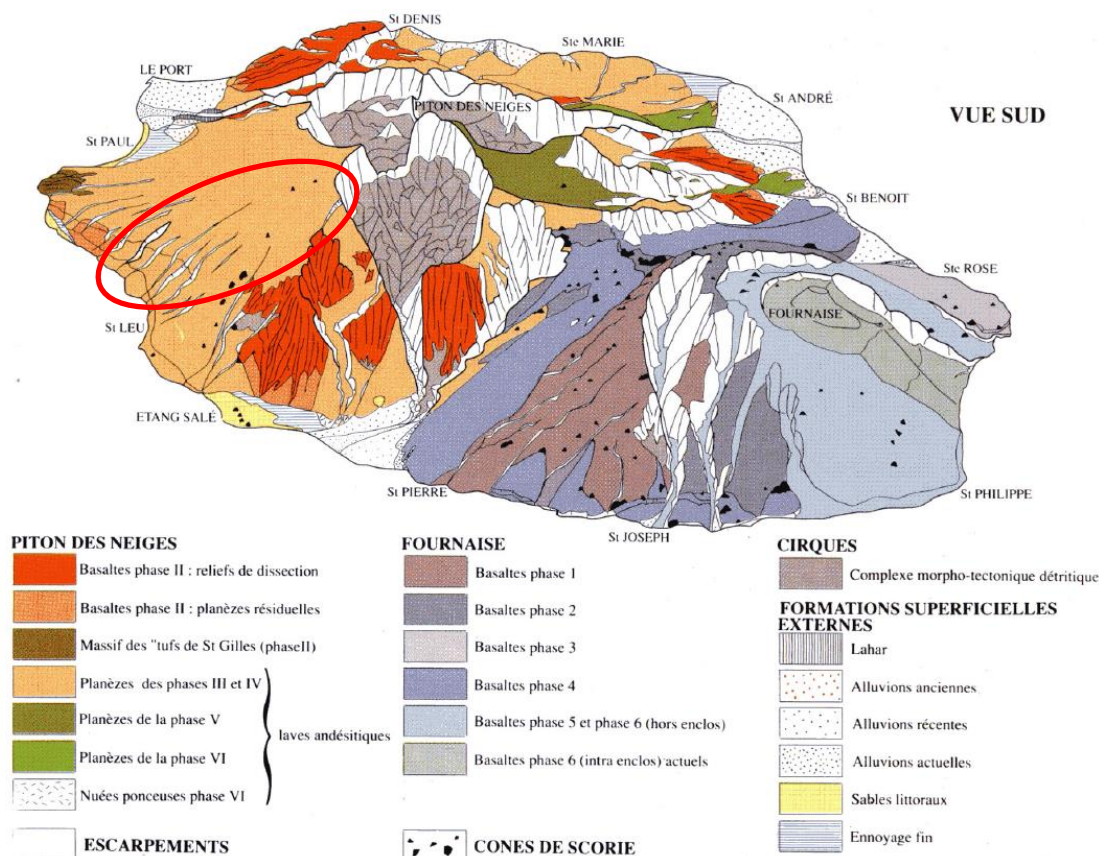


Figure 8 : Perspective morpho-géologique schématique de La Réunion (Raunet, 1991)

Les formations volcaniques

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

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

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

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

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

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

Les formations plus récentes issues de la phase III et IV (entre 350 000 et 70 000 ans) de l'activité du massif du Piton des Neiges sont les roches prédominantes de la commune de Saint-Leu. La phase III est caractérisée par des coulées de lave à phénocristaux de feldspath et leurs produits d'altération et de remaniement. Ces coulées sont des leuco-basaltes et des andésites alcalines (hawaïtes, mugéarites). Elles se présentent généralement sous forme d'empilement de bancs compacts de laves d'épaisseur métrique à décamétrique et de bancs de scories d'épaisseur métrique. Ce faciès est également connu à la Réunion sous le nom de roche pintade. Des coulées basaltiques et andésitiques (hawaïtes, mugéarites), constituées par des éléments rocheux divers (ponce noire, lave aphyriques ou à phénocristaux de feldspath et d'olivine) plus ou moins abondants de taille millimétrique à centimétrique, parfois décimétrique, fortement cimentés par des produits cendreux. Elles résultent de la phase IV de l'activité du Piton des Neiges.

- **Les formations tardives : *Tufs en épandage (tf)***

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

Les formations superficielles

Sur le territoire de la commune de Saint-Leu, des formations superficielles sont également présentes. Mais la majorité des terrains rencontrés est en place et correspond à des formations altérées du substratum volcanique. On distingue parmi les différentes formations superficielles :

- des alluvions récentes. On les rencontre à l'exutoire des ravines débouchant sur le littoral et notamment à celui de la ravine des Colimaçons, de la Ravine de la Chaloupe ou encore de la ravine Fontaine. Il s'agit d'un mélange hétérogène de sables fins à grossiers, de graviers, de galets et de blocs basaltiques et andésitiques pouvant atteindre le m³. Sur la frange littorale, on distingue les alluvions marines, caractérisées par un remaniement (forme arrondie) important :
- des colluvions. Il s'agit de formes d'accumulation avec une matrice argilisée et comportant des blocs basaltiques généralement de taille réduite, issue d'anciens glissement (ponctuel ou en masse).
- des altérites. L'ensemble des séries volcaniques présente une altération météorique poussée (action des eaux en milieu tropical), qui a affecté la texture et la structure du matériel originel. L'altération qui se développe depuis la surface est plus ou moins développée (avec de fortes variations spatiales) mais peut descendre à plusieurs mètres de profondeur. Les coulées de lave et les matériaux pyroclastiques (scories, cendres) les plus anciens qui ont subi plusieurs cycles d'altération sont, de ce fait, plus altérés et des sols se sont développés à partir de ces formations géologiques.
- des coulées de solifluxion indifférenciées (S). Les terrains comprennent des coulées de solifluxion proprement dites et des coulées de boue formées à froid : elles prennent naissance sur des pentes et dans des rivières à la suite d'effondrement de pans de falaises ou du démantèlement de formation d'éboulis, d'alluvions, de tufs, lors de pluies. On en retrouve principalement à l'exutoire de la Ravine La Fontaine.

Les formations chimiques

- Travertin (U), une dalle calcaire d'épaisseur décimétrique, couvrant environ 1000 m², a été trouvée vers la cote +150 m, à l'ouest de l'Etang Saint-Leu. Il s'agit d'un témoin d'une activité hydrothermale ancienne.

Les sols

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

D'après la figure 9, quatre grands ensembles se distinguent sur le territoire communal de Saint Leu :

- en zone littorale, entre les deux pointes de la commune, une fine couche de sable calcaire blanchâtre;
- des sols bruns ferrugineux caillouteux et des sols bruns peu épais associés à des affleurements blocailleux entre 100 et 400 m d'altitude, et épais sur cendres associés à quelques ressauts rocheux entre 500 et 700m;
- des andosols désaturés ou vitriques, généralement très caillouteux, dont l'épaisseur est relativement faible, entre 700 et 2500 m d'altitude ;
- des pavages de blocailles sur couche litée de cendres et de lapilli, à des altitudes supérieures à 2500m et des cônes volcaniques de phase IV du Piton des Neiges.

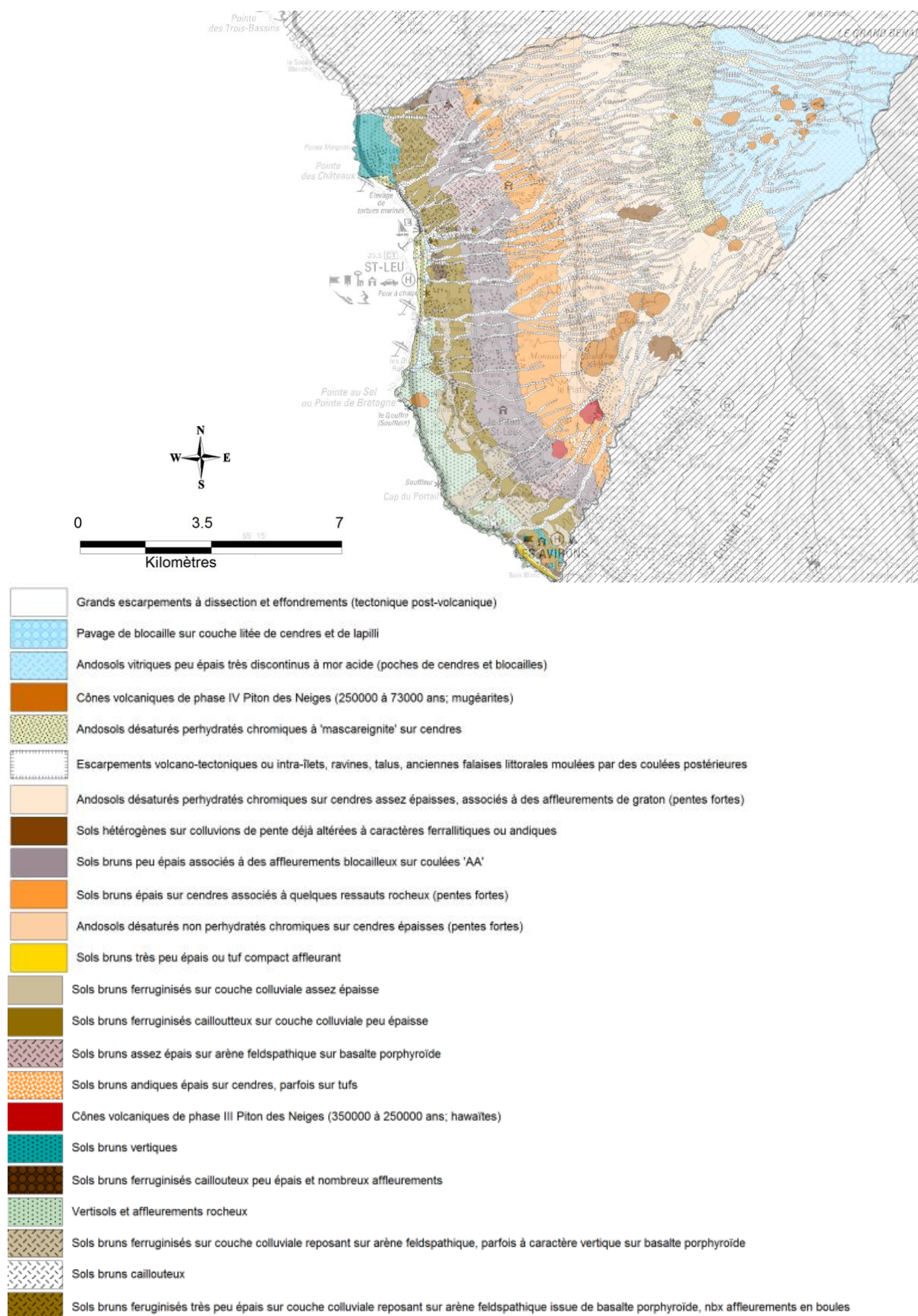
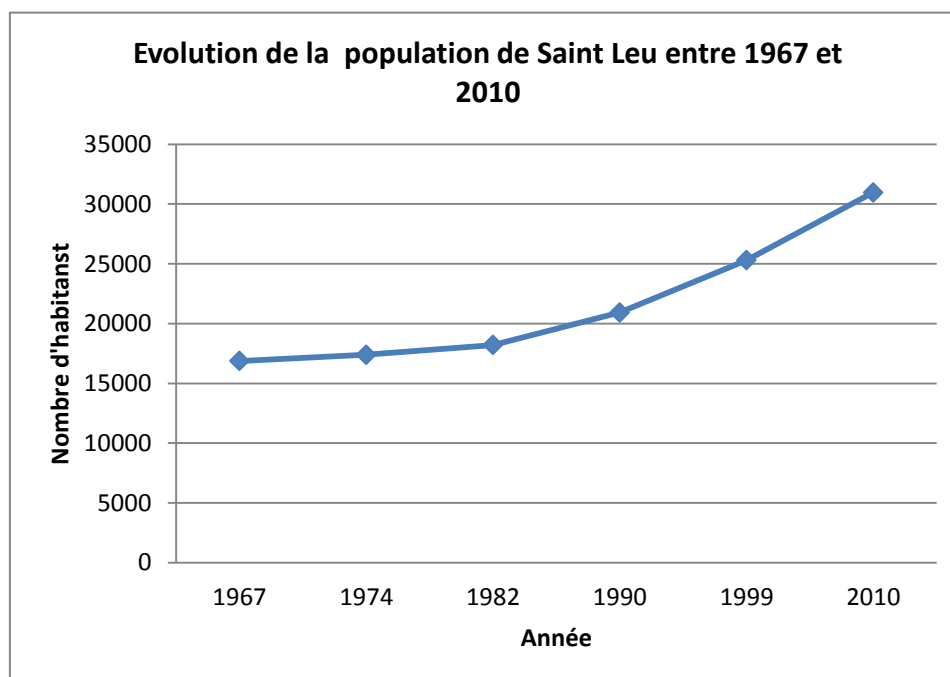


Figure 9 : Carte morpho-pédologique à l'échelle du 1/50 000
(source : ©CIRAD (Raunet, 1991), fond ©IGN scan100® - 2002)

3.2. ENJEUX ET VULNERABILITE

Évaluée à 16870 personnes en 1968, la population de Saint-Leu a connu depuis une régulière et franche augmentation, s'établissant selon l'estimation de l'I.N.S.E.E. à environ 31837 en 2011 (soit un accroissement démographique de près de 83% en près de 40 ans).



	1968	1975	1982	1990	1999	2010	2011
Population	16870	17396	18207	20931	25310	30966	31837
Densité moyenne (hab/km ²)	142.5	147	153.8	176.8	213.8	261.6	269

Tableau 7 : Evolution de la population de Saint Leu (source : ©I.N.S.E.E.)

La densité démographique lors du recensement de 2011 était de 269 hab./km² (contre 326,1 hab./km² sur l'ensemble de l'île de La Réunion).

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

- le secteur urbain majeur se développant en bordure de la R.N. 1, le long du littoral, le centre-ville de Saint-Leu ainsi que la zone urbanisée à l'Ouest du Piton Saint-Leu ;
- les écarts habités, plus ou moins urbanisés autour de la RD3, correspondant en particulier (liste non exhaustive) :
 - au secteur des Colimaçons;
 - au secteur de la Chaloupe Saint-Leu ;
 - au secteur de l'Etang Saint-Leu ;
 - au secteur du Plate.

Le parc de logement s'établissait en 2009 à 11885 unités (constitué à 88.5% de résidences principales), soit une augmentation de 43 % depuis le recensement de 1999, illustrant une forte pression foncière existant sur la commune de Saint Leu.

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

- les services de sécurité et de secours (gendarmerie, caserne de pompiers, cliniques et hôpitaux) ;
- les espaces communaux, les Z.A.C., les zones d'insalubrité (R.H.I.) ;
- les voies de circulation (R.N.1, D.9, D.14, D.6, D.3., D.13) ;
- le réseau d'Adduction d'Eau Potable (captages, stations de traitement) ;
- les établissements d'enseignement (écoles, collèges, lycées) ;
- les bâtiments administratifs (mairie principale et mairies annexes) ;
- les autres établissements recevant du public (crèche, bibliothèque, équipements sportifs) ;
- les zones agricoles et naturelles.

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

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

4. Historicité et caractérisation des phénomènes naturels

4.1. PHENOMENES HISTORIQUES

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

1962

Chutes de blocs de plusieurs dizaines de m³ de la falaise de Saint Leu au bord de la RN1 suite au passage du Cyclone Jenny ;

NT BRGM-Appui DDE2003

1964

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

1987

Un éboulement détruit une maison.

Le Quotidien

1993

La RN1 au niveau de la Ferme Corail et la RD12 sont inondées suite aux fortes pluies de février 1993.

La ravine Pêche et la ravine Fontaine débordent sur la RD13 au niveau du chemin Diale.

A piton Saint-Leu, la ravine de la Veuve déborde sur le chemin Pierre Desbigne et inonde tout le quartier.

Le chemin Ludwid est inondé suites aux fortes pluies.

Témoignages des services techniques de la ville de Saint-Leu recueillis par Sogreah (PPRi 2011)

1994

Une coulée de boue survient suite au passage du cyclone Hollanda

Le Quotidien

2002

Multiples éboulements de blocs décimétriques au niveau de Notre Dame des Champs suite au passage du Cyclone Dina ;

2005

Suite aux fortes pluies du 11 février 2005, une coulée de boue impacte l'impasse des Fushias à la Chaloupe Saint-Leu.

Courrier de la DDE

2007

Multiples éboulements de 5 à 10 m³ sur la RD13, PR3 suite au passage du Cyclone Gamède.

Rapport BRGM RP-57202-FR

Le 20 décembre 2007, un éboulement de 40 à 50 m³ survient dans le versant dominant les habitations de la rue Général de Gaulle (proche RN1)

Note technique BRGM NT 2008-04

2009

Eboulement de bloc rocheux d'environ 50 tonnes le 15 avril rue général de Gaulle (RN1). Un bloc a atterri dans la cuisine d'une maison ne faisant aucun blessé.

Note technique BRGM NT 2009-41

2010

Dans la nuit du 3 au 4 février 2010, un glissement de terrain a emporté l'accotement sous la chaussée de la RD13 au PR1+600 sur 16 m de long (en rive droite de la ravine de la Chaloupe, au sud de Bras Mouton).

Note technique BRGM NT 2010-09

Eboulement de 20 m³ sur la RD3 le 15 août 2010 en rive droite de la ravine des Avirons (PR137+400).

Rapport BRGM RP-58856-FR

2012

Suite aux fortes pluies du 5 février 2012, survenues en fin d'après-midi et début de soirée dans l'ouest de l'île de la Réunion, environ 15 m³ de matériaux ont glissé du talus amont de la route au carrefour de RD13/RD130 au PR3+750 pour atteindre la chaussée, entraînant la végétation présente sur le talus.

De même, au niveau de la RD3 au PR131+000, au droit du franchissement d'un affluent de la ravine des Poux, des désordres importants liés à l'obstruction du dalot cadre par des matériaux charriés ont impacté le réseau routier. Cette embâcle a engendré un écoulement sur la voirie avec des dépôts de boue significatifs sur près de 100 m de part et d'autres du franchissement et une érosion importante des talus à l'aval de la RD3, entraînant des glissements superficiels.

Rapport BRGM RP-60841-FR

4.2. ARRETES DE CATASTROPHES NATURELS

Depuis 1993, 11 arrêtés de catastrophes naturelles ont été recensés sur la commune. Le tableau ci-après en présente la liste :

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	18/01/1993	20/01/1993	18/05/1993	12/06/1993
Inondations et coulées de boue	10/02/1994	12/02/1994	12/04/1994	23/04/1994
Inondations et coulées de boue	22/01/2002	23/01/2002	05/02/2002	08/02/2002
Mouvements de terrain	22/01/2002	24/01/2002	05/02/2002	08/02/2002
Inondations et coulées de boue	11/02/2005	11/02/2005	02/08/2005	10/08/2005
Inondations et coulées de boue	10/04/2005	10/04/2005	16/12/2005	30/12/2005
Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	24/02/2007	27/02/2007	23/03/2007	28/03/2007
Chocs mécaniques liés à l'action des vagues	12/05/2007	13/05/2007	31/03/2008	04/04/2008
Inondations et coulées de boue	30/01/2011	30/01/2011	30/03/2011	06/04/2011
Inondations et coulées de boue	05/02/2012	05/02/2012	11/07/2012	17/07/2012
Inondations et coulées de boue	01/01/2014	03/01/2014	17/01/2014	18/01/2014

Tableau 8 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelle sur la commune de Saint Leu (source : www.prim.net - Portail de la Prévention des Risques majeurs du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie. - mise à jour 30/06/2014)

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

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

Tableau 9 : Liste des cyclones notables selon Météo-France

4.3. CARACTERISATION DES PHENOMENES MOUVEMENTS DE TERRAIN

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

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

Les types de mouvements de terrain recensés sur le territoire de la commune de Saint Leu sont :

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

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

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

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

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

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

- **individualisation de blocs** au sein d'une formation massive fracturée ou d'une formation hétérogène présentant une matrice à grain fin (cas typique au sein des altérites avec altération en « boules ») ;
- **présence de facteurs naturels** favorables à la mobilisation des blocs :

- action mécanique de l'eau (pression hydrostatique dues à l'infiltration des eaux 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).

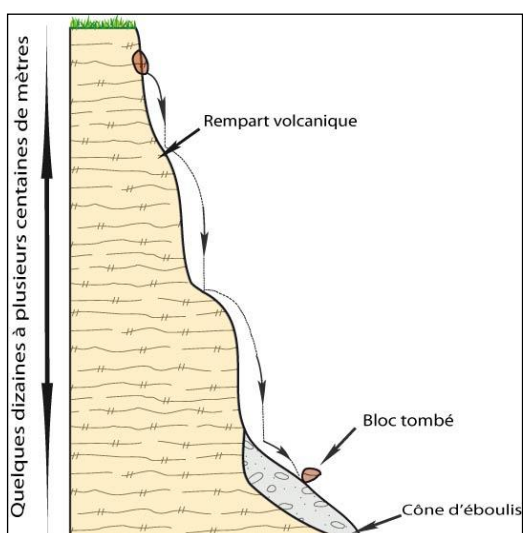


Figure 10 : Chute d'un bloc isolé

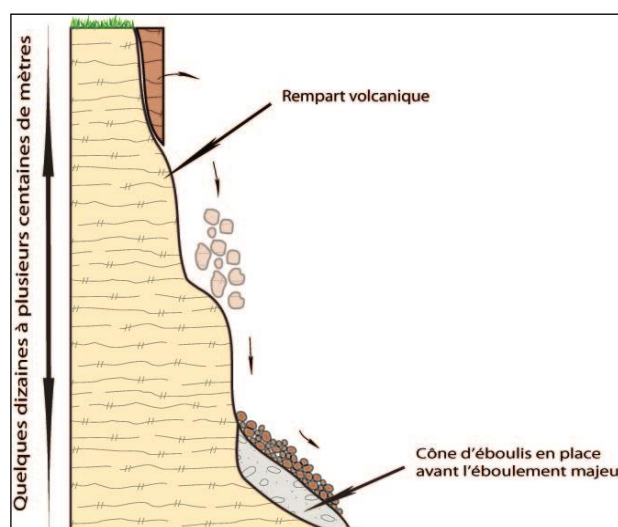


Figure 11 : Eboulement

Exemples de manifestations rencontrées :

• Versants de ravines encaissées

La RD3 au niveau du franchissement de la ravine des Avirons, est fréquemment affectée de chutes de blocs et/ou d'éboulements plus significatifs comme au PR137 +400 où un éboulement de 20 m³ s'est produit le 15 août 2010 (cf. Figure 12).

L'activité chutes de blocs et éboulements dans ces parties du territoire communal est directement tributaire des contextes lithologique et structural (ainsi qu'hydrogéologique). Les remparts sont le plus souvent constitués d'un empilement de coulées de laves plus ou moins épaisses et fracturées, éventuellement en alternance avec des niveaux de scories constituant des plans de faiblesse propices à un démantèlement de la masse rocheuse (le sous-cavage accroît considérablement la potentialité de survenue du phénomène du fait de la création de zones en surplomb).



Figure 12 : Eboulement de 20 m³ sur la RD3 en 2010 à Saint Leu (rapport BRGM RP-58856-FR)

- **Falaise littorale**

Des chutes de blocs ont été constatées par le passé sur les falaises littorales, notamment au Nord et au Sud de la commune, en 1948, 1962 et 2007 suite au passage de cyclone.

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

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

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

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

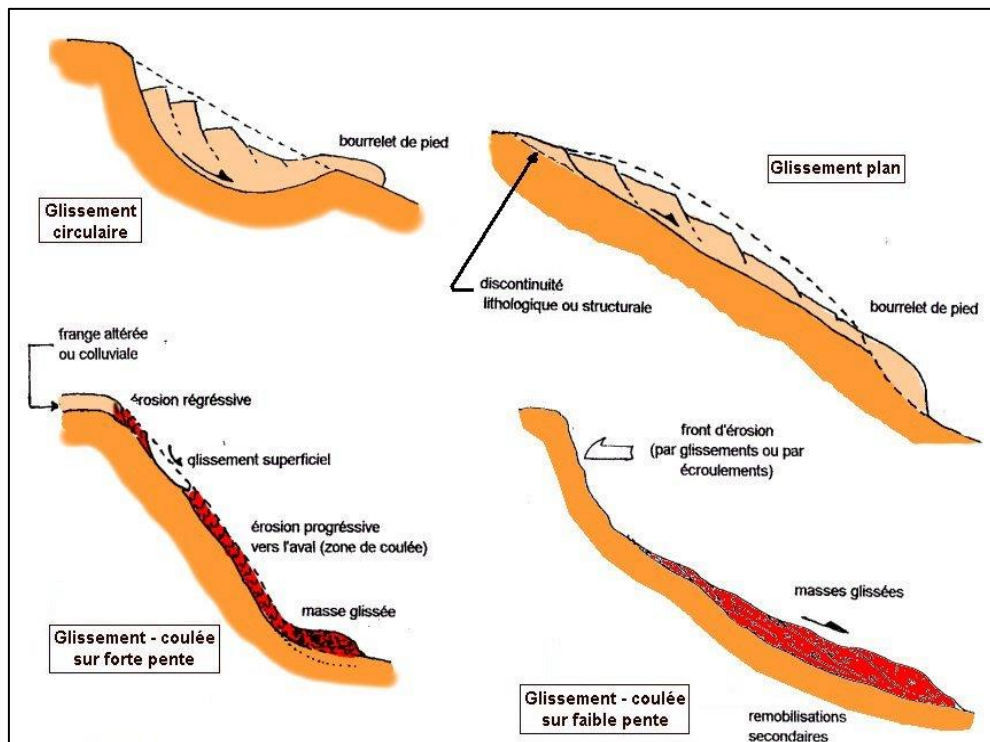


Figure 13 : Représentations schématiques des principaux types de glissement (source : ©BRGM, www.bdmvt.net)

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

Les principaux paramètres intervenant dans le mécanisme de glissement sont :

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

Les **coulées de boue** correspondent à des mouvements rapides d'une masse de matériaux remaniés, à forte teneur en eau et de consistance plus ou moins visqueuse. Elles sont la

conséquence et la prolongation de certains glissements, dans des conditions de large remaniement et de forte saturation en eau, sur des terrains aux pentes généralement relativement fortes. Ces phénomènes, aussi connus sous le nom de **glissements – coulées**, peuvent se propager sur plusieurs dizaines de mètres, voire sensiblement plus en fonction du contexte topographique. L'épaisseur des terrains affectés par ces glissements-coulées peut atteindre la dizaine de mètres.

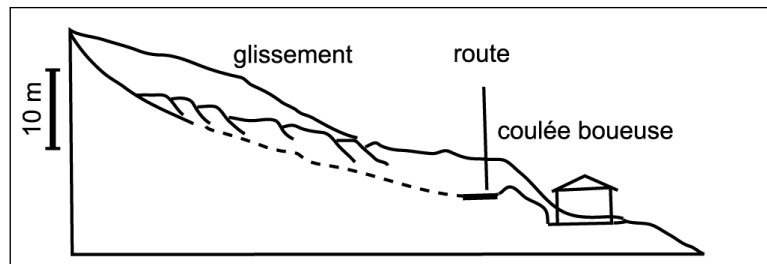


Figure 14 : Représentation schématique du glissement-coulée (exemple de Montauban, 1993 – cf. ci-après)

Exemples de manifestations rencontrées :

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

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

Le glissement de terrain qui s'est produit sur la RD3, au niveau du franchissement de la ravine de la Petite Chaloupe au PR 126 + 900, suite au forte de pluie de mars 2005 illustre ce phénomène.



Figure 15 : Glissement de terrain à Saint-Leu sur la RD3 en mars 2005 (©BRGM)

- **Glissements-coulées**

Plusieurs coulées de boues et glissements superficiels affectant les talus routiers se sont produits en 2012 suite aux fortes pluies du 5 février 2012, notamment au niveau de la RD3 au PR131 ou encore au niveau de la RD13 (secteur Pierre Paillard) impactant significativement les bâtis proches et surtout le réseau routier.



Figure 16 : Glissement superficiel impactant le talus sous la RD3 au PR131, à Saint Leu suite aux fortes pluies du 5 février 2012 (rapport BRGM/RP-60841-FR)

- **Phénomènes d'embâcle/débâcle**

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

Ces phénomènes sont susceptibles d'entraîner la formation de **laves torrentielles**, dont le comportement est intermédiaire entre celui des glissements de terrain et des crues. La terminologie est à l'image des phénomènes, variée et complexe. Sur le territoire de la commune de Saint Leu, les conditions pour que de tels phénomènes surviennent (précipitations abondantes, pentes généralement fortes, terrains meubles, éboulis stockés sur les pentes) peuvent être réunies.

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

4.3.3. Érosion et ravinement (E)

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

Les érosions de berge

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

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

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

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

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

Le ravinement

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

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

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

Les zones touchées sont souvent des terrains en partie dénudés et vallonnés, voire accidentés, qui favorisent de ce fait le développement et la concentration de ruissellements.

Bien que dans le cas général il s'agisse d'un processus lent, avec une abrasion des terrains sur une épaisseur n'excédant pas quelques centimètres par an, l'érosion peut prendre une ampleur sensiblement plus importante (notamment sous l'effet du passage de courants à forte densité de

type « lave torrentielle ») et être un phénomène très rapide. Lorsque les matériaux entraînés se concentrent, des coulées de boues peuvent apparaître.

Alors qu'un ruissellement diffus va créer des paysages de « badlands », un ruissellement concentré va créer des ravins encaissés et localisés, et s'accompagne souvent de zones d'alluvionnement (où se déposent les matériaux arrachés par l'érosion).

Cette érosion se développe essentiellement au niveau des parcelles défrichées, là où les pentes sont les plus élevées. Dans le passé, la couverture boisée ou en culture assurait une fixation naturelle des horizons superficiels. Ainsi, les terrains autrefois cultivés en canne à sucre, aujourd'hui en friche, sont en proie à l'érosion. L'érosion des sols, diffuse au départ, peut « dégénérer » et entraîner des glissements plus ou moins superficiels.

4.4. CARACTERISATION DES PHENOMENES D'INONDATION

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

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

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

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

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

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

- **quantité et surtout répartition spatiale et temporelle des pluies** : Le contexte local se caractérise par des épisodes pluvieux de forte intensité, d'autant plus préjudiciables qu'ils sont en mesure de déverser des cumuls très importants sur des bassins versants de superficie relativement modeste ;

- **nature et occupation du sol** : L'absorption d'eau par le sol, l'infiltration dans le sous-sol ou le ruissellement influencent fortement le temps de concentration des eaux. Enfin, la topographie du lit, la pente et la forme du bassin versant jouent également un rôle important dans la genèse de la crue ;
- **facteurs naturels aggravants** : la formation et la rupture d'embâcles. Les matériaux flottants transportés par le courant peuvent en effet s'accumuler en amont des passages étroits, des ouvrages hydrauliques. La rupture éventuelle de ces embâcles peut provoquer une onde puissante et destructrice en aval.

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

- **hauteur de submersion** : Pour l'homme, on considère généralement que des hauteurs d'eau supérieures à 50 cm sont dangereuses. À titre d'exemple, une voiture commence à flotter à partir de 30 cm d'eau ;
- **vitesse d'écoulement** : elle est conditionnée par la pente du lit et sa rugosité. Elle peut atteindre plusieurs mètres par seconde. La dangerosité de l'écoulement dépend du couple hauteur/vitesse. À titre d'exemple, à partir de 0,50 m/s, la vitesse du courant devient dangereuse pour l'homme (cf. figure ci-dessous), avec un risque d'être emporté par le cours d'eau ou d'être blessé par des objets charriés à vive allure.

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

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

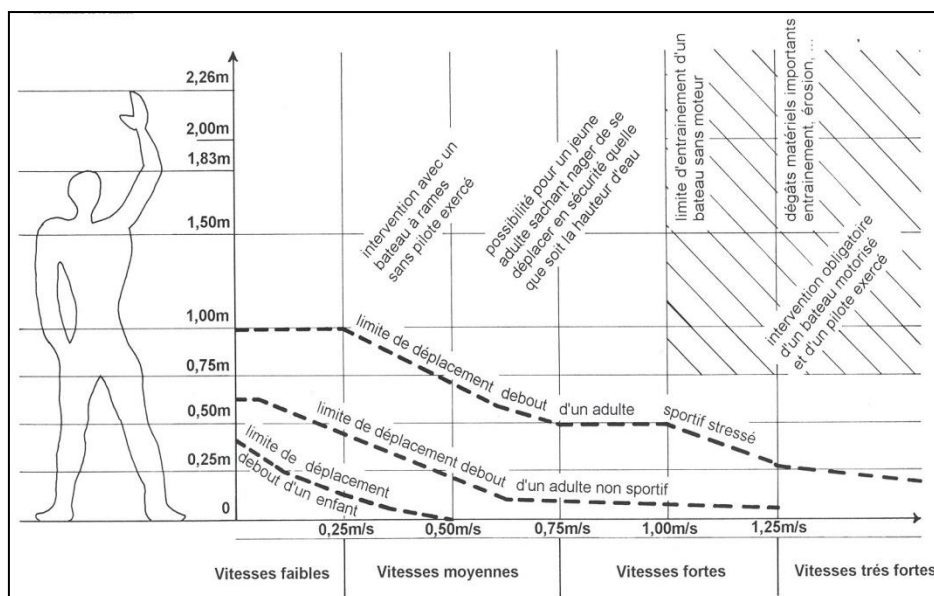


Figure 17 : Possibilité de déplacement des personnes en fonction des caractéristiques d'écoulement (source : Guide PPRi ruissellement péri-urbain M.E.D.D.E.)

Exemples de manifestations rencontrées :

Figure 18 : Inondation du centre-ville de Saint-Leu lors du passage du cyclone Bébisa (janvier 2014)

5. Caractérisation et cartographie des aléas

5.1. DEFINITIONS ET NOTIONS GENERALES

La **notion d'aléa** est complexe et de multiples définitions ont été proposées. Nous retiendrons la définition suivante, aussi imparfaite qu'elle puisse être :

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

Une définition récente (Fell et al., 2008¹), spécifique à l'aléa mouvements de terrain mérite également d'être citée au regard notamment de la notion de dommage intégrée à la définition de l'aléa :

« Condition (ou circonstance) susceptible de provoquer des dommages. La description (ou caractérisation) de l'aléa mouvement de pente doit inclure la *localisation*, le *volume* (ou la surface), la *classification*, la *vitesse* du mouvement potentiel et sa *probabilité d'occurrence* dans une période de temps donnée. »

Du fait de la grande variabilité des phénomènes naturels et des nombreux paramètres qui interviennent dans leur déclenchement, l'aléa ne peut être qu'estimé et son estimation est très complexe. Son évaluation fait appel à l'ensemble des informations recueillies au cours de l'étude, aux connaissances sur le contexte géologique, aux caractéristiques des précipitations, etc., et à l'appréciation du chargé d'études. Pour limiter l'aspect subjectif, des critères de caractérisation des différents aléas ont été définis et sont explicités dans les paragraphes suivants.

5.1.1. Notion d'intensité et de fréquence

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

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

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

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

5.1.2. Remarques relatives aux règles de zonage

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

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

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

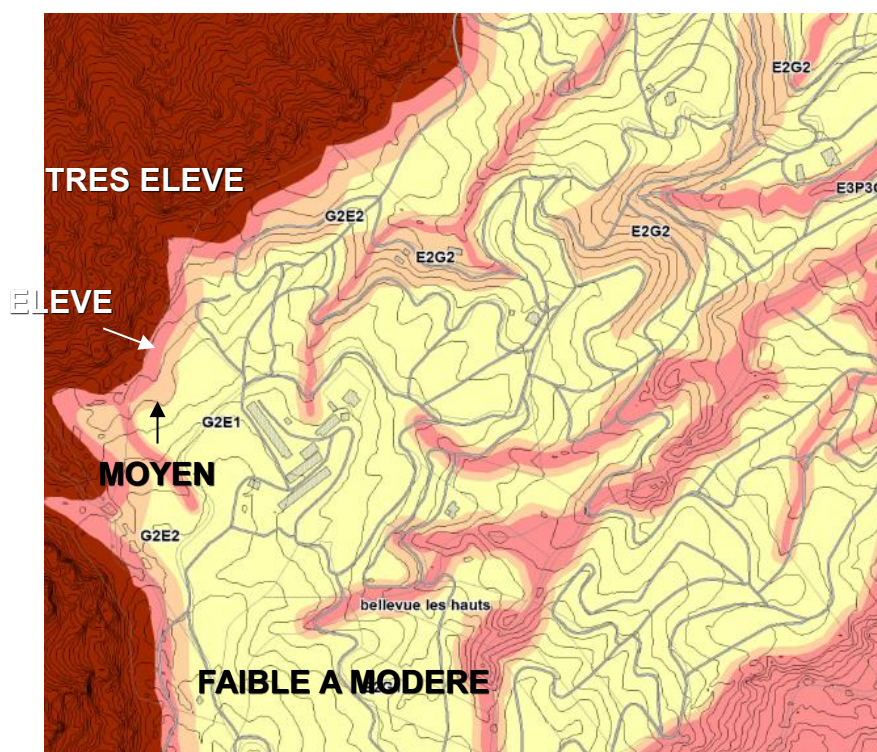


Figure 19 : Exemple de représentation de la notion de continuité du niveau d'aléa mouvements de terrain

5.2. ALEA INONDATION

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

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

La cartographie de l'aléa inondation reprend le zonage du PPRI approuvé par l'arrêté préfectoral n°1917 du 29 novembre 2011 et établi par SOGREAH (ARTELIA désormais). La méthodologie de travail pour préciser la carte d'aléa inondation s'appuie sur une démarche « à dire d'experts », sans recours à des modélisations systématiques. La démarche de révision de ce zonage s'est effectuée en intégrant :

- **la connaissance nouvelle** sur les inondations sur le territoire, et plus particulièrement au droit des secteurs à enjeux de la commune, depuis la réalisation de la carte d'aléa du PPRI de novembre 2011, où des visites ponctuelles ont été réalisées afin de préciser le zonage ;
- une **mise en cohérence avec la cartographie de l'aléa mouvements de terrain** ;
- la mise à jour de la cartographie de l'aléa avec l'utilisation de nouveaux outils topographiques plus 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 2km 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.

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

La cartographie « inondation » est présentée sur fonds topographiques :

- à l'échelle 1/20 000 pour l'ensemble du périmètre d'étude (planche 1) ;
- à l'échelle 1/5 000 sur les secteurs à enjeux de la commune, qui correspondent aux zones bâties (planche 2 à planche 8) ;
- à l'échelle 1/10 000 sur les Hauts de Saint-Leu (planche 9).

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.

D'une manière générale, la carte d'aléa inondation du présent projet de PPR n'a pas fait l'objet de modifications majeures par rapport au zonage du PPR récemment approuvé (datant de fin 2011). Les principales modifications concernent des réductions de largeur de bandeau d'aléa fort effectuées suite à l'analyse des demandes des pétitionnaires lors de l'enquête publique (cf. annexe 6, rapport BRGM RP-64974-FR de Juillet 2015).

Le présent PPR de Saint-Leu n'intègre pas d'aléa faible inondation.

5.3. ALEA MOUVEMENTS DE TERRAIN

5.3.1. Méthode d'évaluation de l'aléa

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

L'aléa mouvements de terrain a fait l'objet d'un « porter à connaissance » le 17 février 2014, préalablement à l'arrêté de prescription d'un projet de **Plan de Prévention des Risques** (PPR) multi-aléas (mouvements de terrain et inondation) sur la commune de Saint-Leu (arrêté préfectoral n°2014/4142/SG/DRCTCV en date du 08 août 2014).

La cartographie est élaborée à partir d'une approche « à dire d'experts », sans recours à des modélisations et/ou sondages systématiques, en intégrant les outils méthodologiques suivants :

- des **visites de terrain** (analyses visuelles de type "expertise") afin de relever les indices hydrogéomorphologiques pouvant témoigner d'anciens mouvements de terrain ou justifier la possibilité d'occurrence sur la période de référence. Ces « campagnes » de reconnaissances de terrain ont été réalisées entre 2010 et 2013 ;
- les résultats d'investigations ponctuelles dans le cadre **d'examen de demande de modification de zonage pour des projets d'aménagements**. Une précision du zonage, par le biais de visites de terrain et d'analyse de données SIG, au droit de ces différents secteurs à enjeux, a été réalisée et fait l'objet de plusieurs rapports du BRGM (note technique NT 2010-040610 de juin 2010, rapport RP-62622-FR d'août 2013, rapport RP-64036-FR de novembre 2014) ;

- la prise en compte de nouveaux outils topographiques précis : **Litto3D®** et **MNTR®** (2012). Le produit Litto3D®, développé par l'IGN© et SHOM©, est une base de données altimétrique unique et continue terre-mer donnant une représentation tridimensionnelle de la forme de la position du sol sur la frange littorale du territoire réunionnais. La base de données de Litto3D® ne s'étend qu'à 2 km à l'intérieur des terres. Aussi, l'IGN a étendu cette base de données à l'ensemble de l'île en produisant un Modèle Numérique de Terrain Réunionnais (MNTR®). La précision altimétrique est de l'ordre de 20 cm et la précision planimétrique est de l'ordre de 50 cm ;
- la **mise en cohérence avec l'aléa inondation** (pour l'aléa érosion de berges notamment).

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

La cartographie mouvements de terrain est présentée sur fonds topographiques :

- à l'échelle 1/20 000 pour l'ensemble du périmètre d'étude (planche 1) ;
- à l'échelle 1/5 000 sur les secteurs à enjeux de la commune, qui correspondent aux zones bâties (planche 2 à planche 8) ;
- à l'échelle 1/10 000 sur les Hauts de Saint-Leu (planche 9).

5.3.2. Facteurs de prédisposition et facteurs non permanents

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

- **facteurs de prédisposition**
 - géologie : nature, altération, fracturation, épaisseur des faciès ;
 - morphologie : pentes, encaissement.
- **facteurs non permanents**
 - altitude : différence de pluviométrie ;
 - venue d'eau, d'humidité : résurgence, écoulement... ;
 - végétation : présence ou non, culture en terrasse... ;
 - activité humaine : ouvrages de protection, drainage mal adaptés ...

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

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

Tableau 11 : Type de phénomène rencontrés en fonction des catégories de terrain

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

5.3.3. Méthodologie d'évaluation de l'intensité

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

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

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

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

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

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

Tableau 12 : Intensité du phénomène

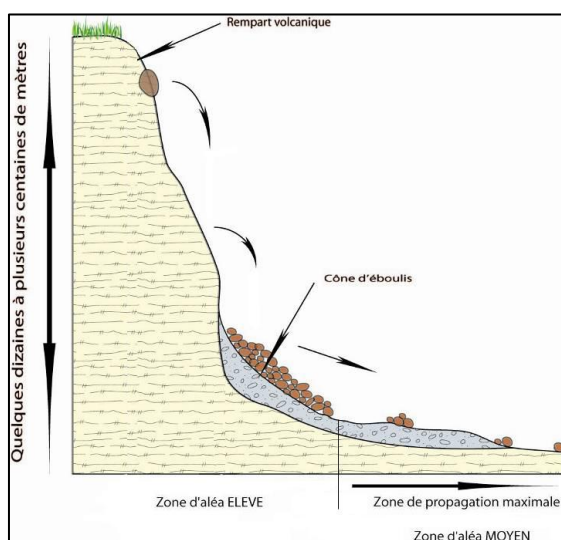


Figure 20 : Principe de décroissance de l'intensité du phénomène chute de blocs avec l'éloignement de la source de départ

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

De façon pratique, il convient de retenir que le zonage d'intensité distingue des secteurs homogènes où le niveau d'exposition a été considéré constant. Dans chaque zone homogène, on retrouve un contexte géomorphologique similaire à celui existant au droit d'une zone ayant été affecté par l'évènement de référence connu ou prévisible. Cela signifie que des secteurs n'ayant fait l'objet d'aucun témoignage d'instabilité peuvent être considérés comme exposés s'ils présentent une configuration similaire à un ou plusieurs secteurs actifs ou historiquement touchés (notion de potentialité).

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

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

Tableau 13 : Codification des aléas mouvements de terrain selon l'intensité

5.3.4. Qualification de l'aléa mouvements de terrain

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

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

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

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

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

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

- **aléa élevé** : zones jugées instables, où de nombreux mouvements de terrain sont recensés et où les paramètres géomécaniques sont défavorables et indiquent une stabilité précaire. Ces secteurs peuvent également être associés aux zones d'extensions maximales de phénomènes gravitaires se propageant (ex : aval des remparts) ou de phénomènes régressifs (ex : amont des remparts).

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

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

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

Pour évaluer l'aléa, il est nécessaire d'intégrer l'ensemble des phénomènes naturels mouvement de terrain sur la zone considérée ; le phénomène le plus intense conditionnant le niveau d'aléa sauf pour l'aléa faible (cf. Tableau 14).

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

Tableau 14 : Caractérisation du niveau d'aléa mouvements de terrain en fonction de l'intensité du phénomène

5.3.5. Exemple de cartographie du zonage mouvements de terrain

Afin d'illustrer le zonage mouvements de terrain élaboré, quelques exemples de secteurs à enjeux de la commune sont présentés ci-dessous :

- Le projet de logement Girimbelles ;
- Le projet urbain du centre-ville (stade et salette) ;
- Cap Lelièvre – RD13 ;
- Site « La Ravine » ;

Le contour des secteurs présentés dans les pages suivantes (délimitation sur fond cadastral) est matérialisé par un contour noir gras. La légende associée aux extraits de cartographie présentés est la suivante :

Niveau d'aléa

	NUL
	FAIBLE A MODERE
	MOYEN
	ELEVE
	TRES ELEVE

Projet Girimbelles – centre de Saint-Leu

Parcelles concernées : AV1409-AV1704-1707-1719-1730.

L'aléa mouvements de terrain affectant le secteur est lié à la présence de la ravine des Poux (aléa élevé au droit de la zone d'écoulement et aléa moyen pour tenir compte de l'érosion et des déstabilisations potentielles au droit des berges). L'encaissement de la ravine au droit du projet (situé à l'amont de la déviation du centre-ville) est nettement suffisant pour canaliser les écoulements en crue de la ravine des Poux (débit de crue de $75 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la ravine des Poux en crue centennale d'après SOGREAH, dossier PPRi de 2011).

Les relevés de terrain montrent la présence d'un remblai rocheux (accumulation de blocs épars) non stabilisé durablement mais ne montrant pas de signes d'instabilité du fait de son éloignement du lit mineur et majeur. La berge en rive gauche ne présente pas d'affouillement significatif avec toutefois une érosion des niveaux colluvionnaires superficiels présents en rive gauche. Le risque de recul de la berge semble limité sur le long terme, du fait de la présence de coulées basaltiques en place proche de la surface. Ces observations permettent de justifier le zonage de l'aléa mouvements de terrain retenu au droit de ce secteur.

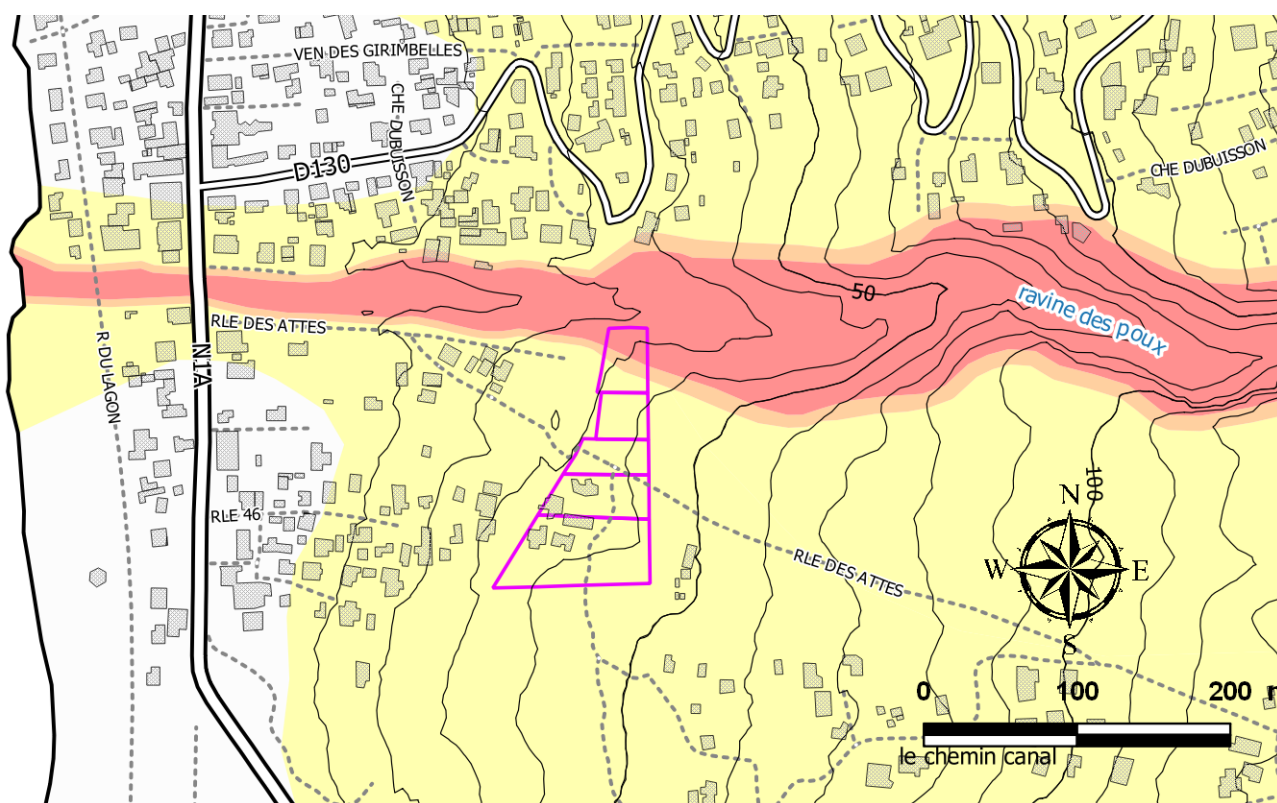


Figure 21 : Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain au droit du projet Girimbelles

Le projet urbain du centre-ville (stade et salette)

Parcelles concernées : AV1572, AV1425, AV1432 et AV1574.

Le secteur étudié est situé au pied d'un talus de près de 80 m de hauteur avec des pentes fortes, comprises entre 30 et 40°, propices au départ de blocs et à leur propagation vers l'aval. Lors de la visite de terrain, on distingue au sein du talus des blocs éboulés liés vraisemblablement à des événements historiques et des affleurements rocheux pouvant libérer des blocs ce qui confirme le niveau d'aléa élevé. A l'aval, l'aléa moyen mouvements de terrain est considéré jusqu'au niveau de la route pour tenir compte des atteintes possibles.

L'aléa affectant la parcelle AV1572 est lié à la présence de la ravine du Grand Etang (élevé mouvements de terrain dans la zone d'écoulement et moyen pour tenir compte du recul de berge potentiel sur la période de référence). La hauteur des berges est de l'ordre de 4 à 5 m avec un ouvrage d'endiguement qui stabilise les berges. Quelques désordres ponctuels sont visibles (affouillement localisé). L'aléa élevé mouvements de terrain positionné au sommet de berge avec une bande en recul en aléa moyen comprise entre 5 et 7 m est justifié dans ce secteur.

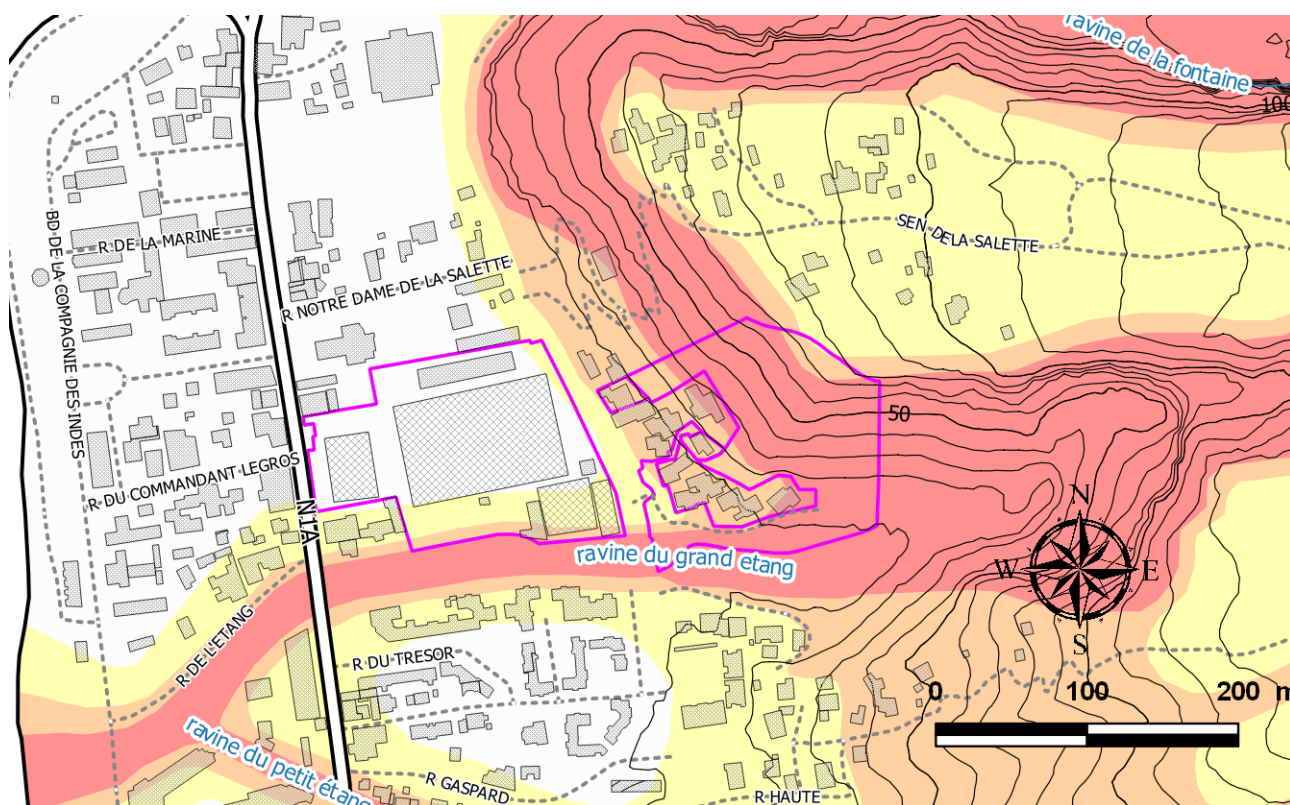


Figure 22 : Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain au droit du projet Centre-Ville - Salette

Cap Lelièvre – RD13

Le secteur a été récemment impacté par des coulées de boues significatives en février 2012 suite à un épisode pluvieux ponctuel et particulièrement intense (304 mm de pluie enregistrés en une journée le 5 février 2012 dont la majorité des pluies tombées en l'espace de 3h, équivalent approximativement à la pluie journalière décennale pour le secteur). Cet épisode pluvieux intense a généré de multiples désordres sur le territoire de Saint-Leu dont des coulées de boues au droit de la RD13 qui ont pris naissance dans la planèze à l'amont de la route, au sein de champs agricoles qui n'étaient pas tous cultivés (terrains superficiels facilement mobilisables). Cet événement a fait l'objet d'une reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle (arrêté du 11 juillet 2012).

Les terrains à l'amont de la RD13 ne présentent pas d'exutoires marqués vers les ravines de part et d'autre de la planèze, avec une pente moyenne supérieure à 10° sur près de 2 km ce qui explique en partie l'occurrence de cet aléa. La concentration du ruissellement au sein de cette zone avec des terrains remaniés a favorisé l'apparition des coulées de boues qui se sont propagées jusqu'à la RD13 et les habitations implantés aux abords.

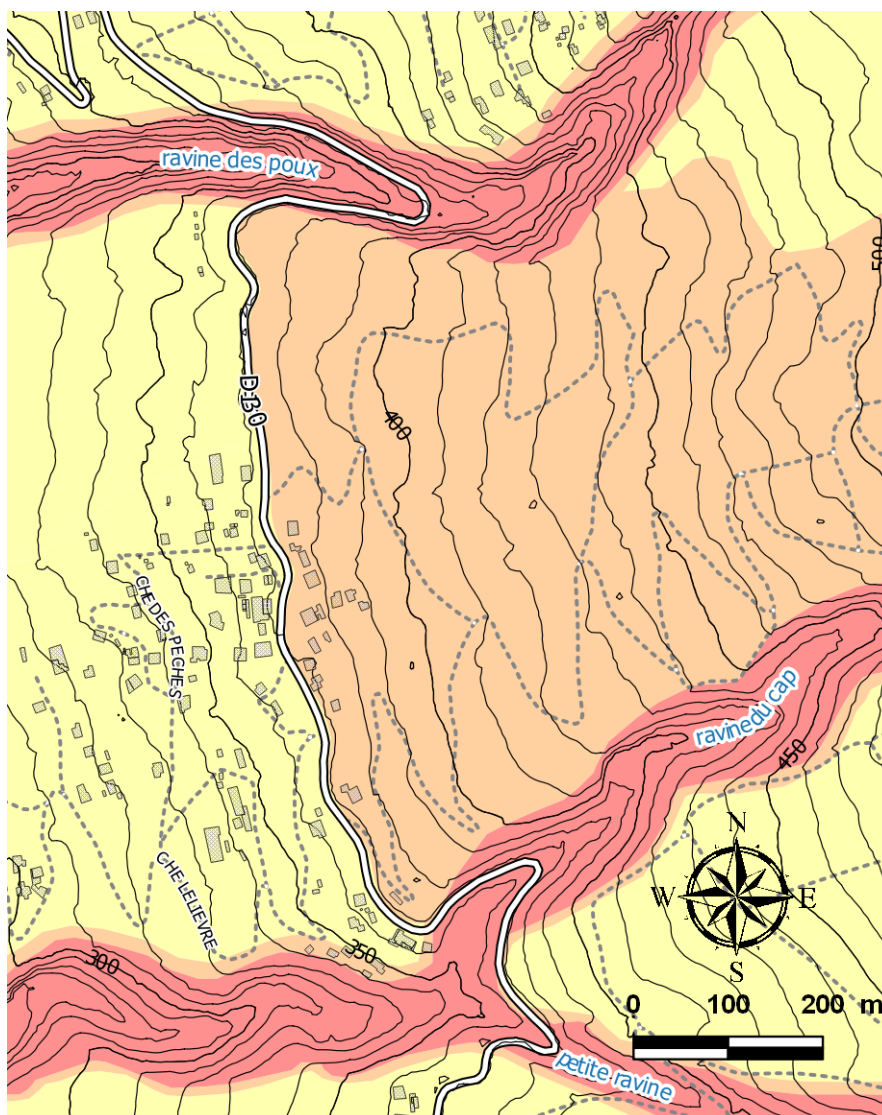


Figure 23 : Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain au Cap Lelièvre / RD13

Site « La Ravine »

Parcelles concernées : CK0084 et CK0085

La ravine Fontaine (320 m³/s à l'exutoire en crue centennale d'après le PPRi de Saint-Leu approuvé en novembre 2011) a fait l'objet de travaux d'endiguement entre 2005 et 2006 (portion d'enrochements liés à l'amont des parcelles et à l'aval, au niveau du pont de la RN1). La partie intermédiaire, le long des parcelles, est végétalisée et rectiligne sans véritable protection durable (enrochements remaniés et végétalisés non durablement stabilisés d'après nos observations). Une bande d'aléa moyen mouvements de terrain de 10 m minimum en recul du sommet de la berge est maintenue dans ce secteur pour tenir compte d'éventuelles déstabilisations de berge suite aux crues répétées sur la période de référence (siècle à venir).

En ce qui concerne l'escarpement dominant les parcelles (haut de près de 60 m), il est partiellement sécurisé dans ce secteur au niveau des parkings à l'entrée côté Ouest (ancrage et grillage plaqué), face notamment aux instabilités de faible ampleur. L'aléa fort mouvements de terrain couvre l'intégralité de l'escarpement et le pied immédiat (5 m minimum). Ce dernier est majoré à l'est pour tenir compte des possibilités de propagation où la configuration du versant dans ce secteur favorise la propagation des blocs jusqu'au bâtiment (présence d'une pente en pied de versant). Une bande d'aléa moyen mouvements de terrain est maintenue en pied sur une largeur variable, augmentant progressivement avec la hauteur de l'escarpement dominant (10 m minimum à l'ouest à près de 20 m à l'est) pour tenir compte des propagations possibles.

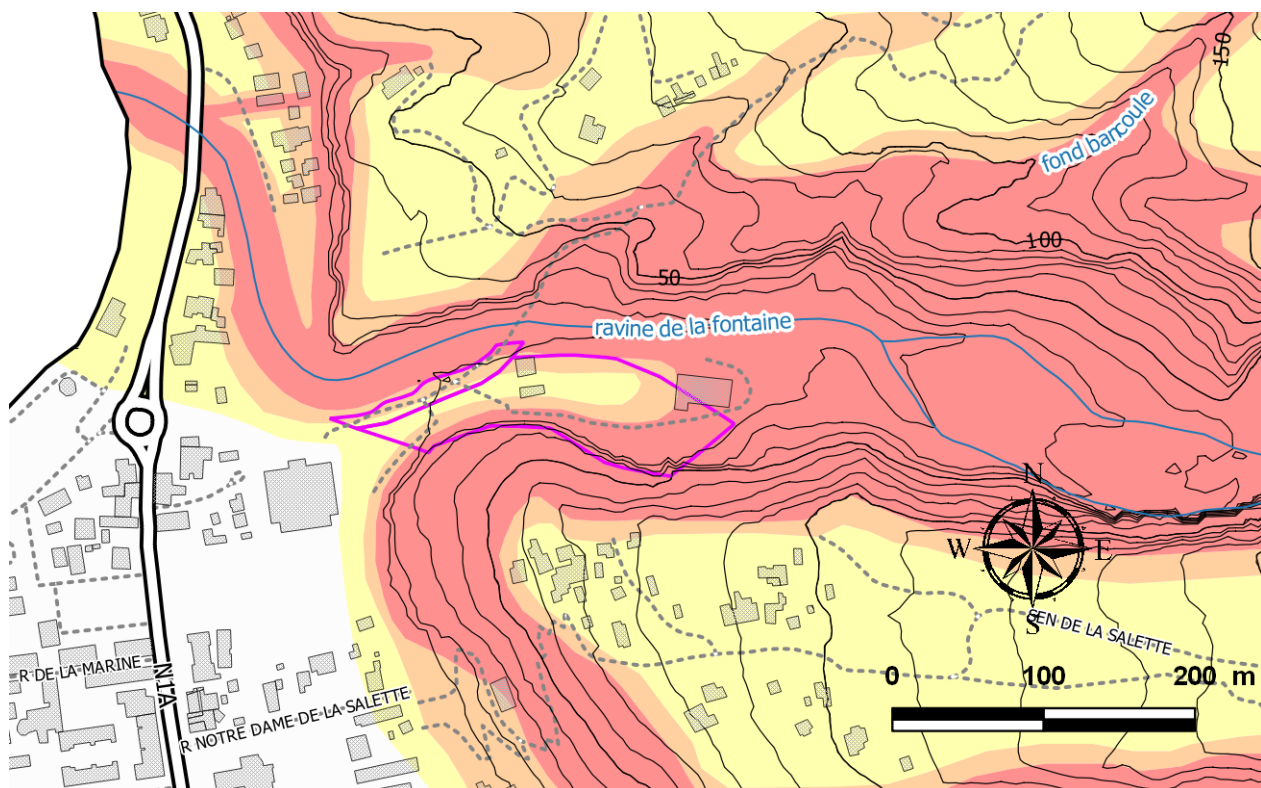


Figure 24 : Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain au droit de « la Ravine »

6. Lexique des sigles et termes techniques

Sigles

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

Organismes / Administrations

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

Termes techniques

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7. Principaux textes officiels

7.1. LEGISLATION - REGLEMENTATION

1. Loi n° 87.565 du 22 juillet 1987 modifiée, relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs ;
2. Loi n° 95.101 du 02 février 1995 dite loi Barnier, relative au renforcement de la protection de l'environnement, et notamment son titre II sur les dispositions relatives à la prévention des risques naturels (transposée dans les articles L.562.1 à L.562.9 du code de l'Environnement) ;
3. Décret d'application n° 95.1089 du 05 octobre 1995 relatifs aux plans de prévention des risques naturels prévisibles, modifié par le décret n°2005.3 du 04 janvier 2005 ;
4. Loi n°2003.699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages (Journal Officiel du 31 juillet 2003).
5. Décret d'application n°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 à 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 des 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)



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

BRGM Réunion

5 Rue Sainte Anne
97400 SAINT DENIS

Tél. : 02 62 21 22 14