



DEPARTEMENT DE LA REUNION

Commune de Trois-Bassins

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES

« *Inondations et mouvements de terrain* »

NOTE DE PRESENTATION

Octobre 2013

Approbation



Avertissement général sur les limites d'étude du document PPR

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

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

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

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

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

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

Sommaire

1. INTRODUCTION	9
1.1. Organisation de la gestion des risques	9
1.2. Prévention des risques naturels.....	10
1.3. Plan de prevention des risques (PPR) naturels.....	11
1.4. Catastrophes naturelles à la Réunion	12
2. PRESENTATION DU PPR	13
2.1. Contexte réglementaire du PPR	13
2.2. Procédure réglementaire	14
2.2.1. Secteurs géographiques concernés.....	14
2.2.2. État des réflexions menées	14
2.3. Assurances et infractions au PPR.....	16
2.3.1. Rappel du régime d'assurance en vigueur	16
2.3.2. Infractions au PPR et sanctions	19
2.4. Expropriation et Mesure de sauvegarde	19
2.5. Responsabilités	20
2.5.1. Etablissement du PPR.....	20
2.5.2. Autorisation d'occuper le sol.....	20
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	28
3.1.5. Contexte géologique.....	29
3.2. Enjeux et vulnérabilité.....	33
4. HISTORICITE ET CARACTERISATION DES PHENOMENES NATURELS. 37	
4.1. Phenomènes historiques	37
4.2. Arretés de catastrophes naturels	38
4.3. Caractérisation des phénomènes mouvements de terrain	39
4.3.1. Chutes de pierres, de blocs et éboulements (P)	40
4.3.2. Glissements de terrain et coulées de boue associées (G).....	43
4.3.3. Érosion et ravinement (E)	46

4.4.	Caractérisation des phénomènes d'inondation	48
5.	CARACTERISATION ET CARTOGRAPHIE DES ALEAS	51
5.1.	Définitions et notions générales	51
5.1.1.	Notion d'intensité et de fréquence	51
5.1.2.	Remarques relatives aux règles de zonage	51
5.2.	Aléa mouvement de terrain	52
5.2.1.	Méthode d'évaluation de l'aléa	52
5.2.2.	Facteurs de prédisposition et facteurs non permanents	53
5.2.3.	Méthodologie d'évaluation de l'intensité.....	54
5.2.4.	Qualification de l'aléa mouvements de terrain	56
5.3.	Aléa inondation	57
5.3.1.	Méthode d'évaluation de révision de l'aléa	57
5.3.2.	Caractérisation de l'aléa inondation	58
6.	LEXIQUE DES SIGLES ET TERMES TECHNIQUES.....	59
7.	PRINCIPAUX TEXTES OFFICIELS	63
7.1.	Législation - Réglementation.....	63
7.2.	Principales circulaires	63
7.3.	Publication de guides.....	63

Liste des illustrations

Figure 1 : Délimitation du territoire communal de Trois-Bassins (fond IGN scan 100- 2002)-----	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 Trois Bassins (IGN Scan 25) -----	25
Figure 5 : Réseau hydrographique de Trois-Bassins (source : BD topo 2008, fond IGN scan 100 – 2002)-----	29
Figure 6 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de la commune de Trois-Bassins (source : B.R.G.M., fond IGN scan 100 - 2002)-----	30
Figure 7 : Perspective morpho-géologique schématique de La Réunion (Raunet, 1991)-----	30
Figure 8 : Carte morpho-pédologique à l'échelle du 1/50 000 (source : C.I.R.A.D. (Raunet, 1991), fond IGN scan 100 - 2002)-----	33
Figure 9 : Chute d'un bloc isolé-----	41
Figure 10 : Eboulement-----	41
Figure 11 : Eboulement de près de 1000 m ³ après le passage du cyclone Dina le 23/01/2002 ; en amont immédiat de la cascade de la Grande Ravine -----	42
Figure 12 : Eboulement du 5 février 2010, RD9, rive droite de la ravine des Trois-Bassins-----	42
Figure 13 : Représentations schématiques des principaux types de glissement (source : B.R.G.M., www.bdmvt.net)-----	44
Figure 14 : Représentation schématique du glissement-coulée (exemple de Montauban, 1993 – cf. ci-après) --	45
Figure 15 : Affouillement en aval de la RD3, secteur de Cocâtre, Février 2010 -----	47
Figure 16 : Possibilité de déplacement des personnes en fonction des caractéristiques d'écoulement (source : Guide PPRI ruissellement péri-urbain M.E.D.D.) -----	49
Figure 17 : Submersion du radier au niveau de la RD3, secteur de Cocâtre, février 2010 -----	50
Figure 18 : Exemple de représentation de la notion de continuité du niveau d'aléa mouvements de terrain-----	52
Figure 19 : Principer de décroissance de l'intensité du phénomène chute de blocs avec l'éloignement de la source de départ -----	55

Liste des tableaux

Tableau 1 : Evénements historiques majeurs-----	12
Tableau 2 : Précipitations journalières décennales et centennales issues du GEDC, 1992 (en mm) -----	25
Tableau 3 : Précipitations journalières maximales (Bulletins Climatologiques de Météo France) -----	26
Tableau 4 : (source : Bulletins climatologiques – Météo France ; en italique les données sur l'année 2011) -----	26
Tableau 5 : Valeurs caractéristiques des précipitations journalières en mm -----	26
Tableau 6 : 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 7 : Evolution de la population de Trois-Bassins (source : I.N.S.E.E.)-----	34
Tableau 8 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelle sur la commune de Trois-Bassins (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 30/09/2010) -----	38
Tableau 9 : Liste des cyclones notables selon Météo-France (Soler, 1997)-----	39
Tableau 10 : Evénements recensés suite au passage du cyclone Dina en janvier 2002 sur le territoire de Trois-Bassins au droit de la RD3 (source :BRGM/RP-55478-FR)-----	41
Tableau 11: Type de phénomène rencontrés en fonction des catégories de terrain -----	54
Tableau 12: Intensité du phénomène-----	54
Tableau 13: Codification des aléas mouvements de terrain selon l'intensité-----	55
Tableau 14: Caractérisation du niveau d'aléa mouvement de terrain en fonction de l'intensité du phénomène -	57
Tableau 15: Caractérisation de l'aléa inondation pour la crue centennale en fonction des vitesses et des hauteurs d'eau-----	58

Préambule

Ce dossier est le **Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPR) inondations et mouvements de terrain de la commune de Trois-Bassins**. 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 1/15 000 ;
- une cartographie des aléas naturels (inondations et mouvements de terrain) à l'échelle du 1/15 000 et du 1/5 000 dans les zones à enjeux ;
- une cartographie des équipements sensibles (enjeux) et du secteur urbain à enjeux sécurisable de la commune à l'échelle 1/15 000.

✓ les documents réglementaires :

- la note de présentation, décrivant succinctement le territoire de Trois-Bassins et les phénomènes naturels qui le concernent, ainsi que les règles méthodologiques adoptées ;
- une cartographie du zonage réglementaire à l'échelle du 1/ 15 000 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 sans doute pas une démarche naturelle, et le soleil fait oublier ou efface trop rapidement les cicatrices laissées par ces événements. 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.

Trois-Bassins, commune peuplée de 7057 habitants (population recensée par l'INSEE en 2009), est affectée par des phénomènes de mouvements de terrains 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 Trois Bassins.

1.1. ORGANISATION DE LA GESTION DES RISQUES

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

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

1.2. PREVENTION DES RISQUES NATURELS

La politique de prévention des risques naturels a pris un essor particulier en France en 1994 suite à une succession d'événements catastrophiques ayant affecté depuis 1987 le territoire national. Il est apparu alors de manière évidente qu'un développement urbain mal maîtrisé pouvait aggraver considérablement les catastrophes en particulier lorsque les zones exposées sont urbanisées. L'extension urbaine peut même contribuer à les provoquer notamment par l'imperméabilisation des sols, la canalisation des rejets pluviaux et les divers travaux de terrassement. Ces phénomènes sont également constatés sur l'île de la Réunion qui subit régulièrement les effets dévastateurs des cyclones et des fortes pluies (cf. le tableau des événements majeurs historiques présenté en 1.4).

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

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

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

La loi n°2004-811 du 13 août 2004 relative à la modernisation de la loi sur la sécurité civile dispose dans son article 13 (protection générale de la population) :

« Le plan communal de sauvegarde regroupe l'ensemble des documents de compétence communale contribuant à l'information préventive et à la protection de la population. Il détermine, en fonction des risques connus, les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population. Il peut désigner l'adjoint au maire ou le conseiller municipal chargé des questions de sécurité civile. Il doit être compatible avec les plans d'organisation des secours arrêtés en application des dispositions de l'article 14.

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'Etat 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.

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 Trois-Bassins par l'arrêté préfectoral n° 1335 en date du 28 Août 2012.

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

1.4. CATASTROPHES NATURELLES A LA REUNION

EVENEMENTS HISTORIQUES MAJEURS

1875 - Salazie « le Grand sable » 63 personnes ensevelies par un glissement
Janvier 1948 , cyclone 16 morts ; dégâts énormes
Février 1962 cyclone Jenny 36 morts ; dégâts importants
Janvier 1966 cyclone Denise 3 morts ; dégâts importants
Janvier 1980 tempête Hyacinthe 25 morts ; 1 milliard de francs de dommages
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
Février 1998 tempête Anacelle 1 mort ; dégâts importants
Janvier 2002 cyclone Dina 2 morts, dégâts très importants
Mars 2006 Tempête tropicale modérée Diwa 4 morts, pluies importantes
Février 2007 Cyclone Gamède 2 morts, dégâts importants

Tableau 1 : Evénements historiques majeurs

2. Présentation du PPR

2.1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE DU PPR

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

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

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

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

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

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

Les travaux de prévention imposés en application du 4° à des biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du Code de l'Urbanisme avant

l'approbation du plan et mis à la charge des propriétaires, exploitants ou utilisateurs ne peuvent porter que sur des aménagements limités. »

Objectif général de l'outil PPR

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

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

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 le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995, modifié par le décret du 4 janvier 2005. Le point de départ de la présente procédure d'élaboration du PPR est l'arrêté préfectoral de prescription, daté du 28 Août 2012.

Il précise notamment que le périmètre mis à l'étude concerne l'ensemble du territoire de la commune de Trois-Bassins, et que les risques relatifs aux « mouvements de terrain » et aux « inondations » sont pris en compte.

2.2.2. État des réflexions menées

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

- 7 juillet 2010 : Porté A Connaissance auprès des services de la Mairie de Trois-Bassins de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain réalisée à l'échelle 1/5 000 par le BRGM dans le cadre de sa mission d'appui aux politiques publiques, sur l'ensemble du territoire communal ;
- 22 juillet 2010 : arrêté préfectoral n° 1689/SG/DRCTCV prescrivant l'établissement d'un Plan de Prévention des Risques (PPR) naturels prévisibles sur la commune de Trois-Bassins, relatif aux phénomènes de mouvements de terrain ;
- 25 novembre 2010 : réunion de lancement de la cartographie de l'aléa inondation ;
- 21 novembre 2011 : arrêté préfectoral n°1840/SG/DRCTCV relatif à l'information des acquéreurs et des locataires de biens immobiliers sur les risques naturels et technologiques majeurs sur la commune de Trois Bassins ;
- 8 mars 2012 : Porté A Connaissance auprès des services de la Mairie de Trois-Bassins de la cartographie de l'aléa inondation réalisée à l'échelle 1/5 000 par le

BRGM dans le cadre de sa mission d'appui aux politiques publiques, sur l'ensemble du territoire communal ;

- 28 août 2012 : arrêté préfectoral n° 1335 prescrivant l'établissement d'un Plan de Prévention des Risques (PPR) naturels prévisibles sur la commune de Trois-Bassins, relatif aux phénomènes de mouvements de terrain et inondations ;
- Mai à septembre 2012 : Analyse d'études techniques et des demandes de la Mairie de Trois-Bassins de modifications de zonage des aléas (mouvements de terrain et inondations) ;
- Fin 2012 : élaboration du projet de PPR sur la commune de Trois Bassins (mise au point du règlement et du zonage réglementaire).
- 14 février 2013 : arrêté préfectoral n°160 SG/DRCTCV relatif à l'information des acquéreurs et des locataires des biens immobiliers sur les risques naturels et technologiques majeurs sur la commune de Trois-Bassins.

Après la phase d'élaboration, le dossier est soumis à des consultations, puis approuvé et publié conformément à l'article 7 du décret n°95-1089 du 05 octobre 1995, modifié par le décret n° 2005-3 du 04 janvier 2005 :

« 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 régional 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.

Le projet de plan est soumis par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles 6 à 21 du décret n° 85-453 du 23 avril 1985 pris pour l'application de la loi n° 83-630 du 12 juillet 1983 relative à la démocratisation des enquêtes publiques et à la protection de l'environnement, sous réserve des dispositions des deux alinéas qui suivent.

Les avis recueillis en application des trois premiers alinéas du présent article sont consignés ou annexés aux registres d'enquête dans les conditions prévues par l'article 15 du décret du 23 avril 1985 précité.

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.

A l'issue de ces consultations, le plan, éventuellement modifié, est approuvé par arrêté préfectoral. Cet arrêté fait l'objet d'une mention au recueil des actes administratifs de l'Etat 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 ».

Le bilan de la concertation pour le PPR de Trois-Bassins est présenté en annexe 7. Dans ce cadre et conformément aux dispositions de l'article R 562-7 du code de l'environnement, le projet de PPR de Trois-Bassins a été adressé par courrier (daté du 17 janvier 2013) au Maire de la commune et aux présidents du TCO et de la Chambre d'Agriculture.

L'arrêté préfectoral n°1425/SG/DRCTCV/BCLU du 6 août 2013 a prescrit l'ouverture, sur le territoire de Trois-Bassins, 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, une réunion publique s'est tenue en mairie de Trois-Bassins, le 22 août 2013, animée par les services de l'Etat et le BRGM en présence de représentants de la Mairie.

L'enquête publique s'est tenue du 26 août 2013 au 25 septembre 2013 inclus (31 jours consécutifs), sous la supervision de Mme Béatrice VITTOZ, commissaire-enquêteur. Les pièces du dossier PPR ainsi qu'un registre d'enquête ont été mis à la disposition du public à l'hôtel de ville pendant la durée de l'enquête. La commissaire-enquêteur a par ailleurs tenu 6 permanences pendant la durée de l'enquête afin de recevoir en personne les observations du public.

Durant cette période, 13 requêtes, soit 19 parcelles concernées, ont été consignées aux registres de l'enquête de publique. L'analyse de ces requêtes a nécessité la réalisation de 7 visites de terrain complémentaires, qui ont été effectuées au cours d'1 journée. Le rapport détaillé de l'analyse des requêtes portées à l'enquête publique et des modifications de zonage retenues au projet PPR est présenté en annexe 8.

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.

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

Trois-Bassins, chef-lieu de canton, se situe à 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 42,58 km², soit moins de 1,7 % de la surface totale de l'île de la Réunion. Avec 7220 habitants (source Insee – janvier 2013) et une densité de 170 habitants par km², Trois-Bassins observe une augmentation de sa population de l'ordre de 7% depuis le début des années 2000.



Figure 1 : Délimitation du territoire communal de Trois-Bassins (fond IGN scan 100 - 2002)

Le territoire de Trois-Bassins s'étend selon un axe Ouest-Est, entre le littoral et le massif du Grand Bénare (2 898 m d'altitude) à l'extrémité orientale - point culminant du territoire communal - et de part et d'autre de la Ravine des Trois-Bassins au Nord et de La Petite Ravine et Fond Simambry au Sud.

La commune de Trois-Bassins est limitrophe avec les communes de Saint-Paul et La Possession sur ses bordures nord et nord-est, de Cilaos à sa pointe sud-est et de Saint-Leu sur sa bordure méridionale.

La commune de Trois-Bassins est incluse au sein du territoire de la côte ouest (TCO).

3.1.2. Contexte géomorphologique

Le territoire communal se caractérise par des contrastes morphologiques très marqués. 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 (de 0 à 20 m NGR environ) ;
- des terrains aux pentes plus prononcées (de l'ordre de 25-30°) en amont de la RN1 (de 20 à 600 m NGR environ) ;
- des terrains aux pentes plus faibles (de l'ordre de 10-20°) regroupant une grande partie des secteurs urbanisés, des terres agricoles et le domaine forestier (de 600 à 1800 m NGR environ) ;
- des terrains aux pentes plus prononcées (de l'ordre de 20-30°) en amont de la route forestière des Hauts sous le vent (RF9, de 1800 à 2900 m NGR environ).

Ces terrains sont incisés par des ravines délimitant des planèzes plus ou moins vastes. Certains cours d'eau du réseau hydrographique, notamment la Grande Ravine, incisent les flancs du massif du Piton des Neiges de manière considérable. Les principales ravines présentes sur le territoire communal sont, du Nord au Sud :

- la Ravine des Trois-Bassins ;
- la Ravine de la Souris Chaude ;
- la Grande Ravine ;
- la Ravine Cocâtre ;
- la Petite Ravine.

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 massives 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 Trois-Bassins, 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 détient les records mondiaux de pluviométrie cumulée pour des durées allant de 3 h (500 mm) à 12 jours (6 000 mm) (cf. Atlas climatique de la Réunion, source : Météo France).

La Réunion est soumise à une variation temporelle des pluies. On distingue deux saisons :

- la saison des pluies, de décembre à avril,
- la saison sèche, de mai à novembre.

Pendant la saison sèche, les températures sont douces et les pluies peu abondantes. Sur la côte ouest, la pluviométrie des mois de juillet à octobre est très faible voire quasi nulle (moins de 100 mm mensuels). A l'Est, la pluviométrie reste tout de même importante et varie entre 100 mm à 300 mm par mois, notamment au niveau du volcan où la moyenne du mois le plus sec atteint 700 mm environ.

L'augmentation des précipitations pendant la saison des pluies est importante : à l'Ouest, la pluviométrie moyenne mensuelle se situe entre au moins 100 mm et 300 mm (sauf sur le littoral). Les températures sont plus élevées.

Selon les cartes d'isohyètes mensuelles de Météo France pour la période de 1970 à 2009, le mois de février est le mois le plus arrosé sur l'ensemble de l'île.

Située sur la côte « sous le vent », la commune de Trois-Bassins affiche des valeurs de pluviométrie bien moindre que les territoires de la côte « au vent ». Les précipitations moyennes annuelles dans le secteur de Trois-bassins ne dépassent pas 2000 mm (dans les hauts de la commune), avec une valeur moyenne annuelle au droit des secteurs urbanisés de l'ordre de 1500 mm ce qui reste significatif (Atlas climatique de la Réunion, Météo France 2000, cf. Figure 2).

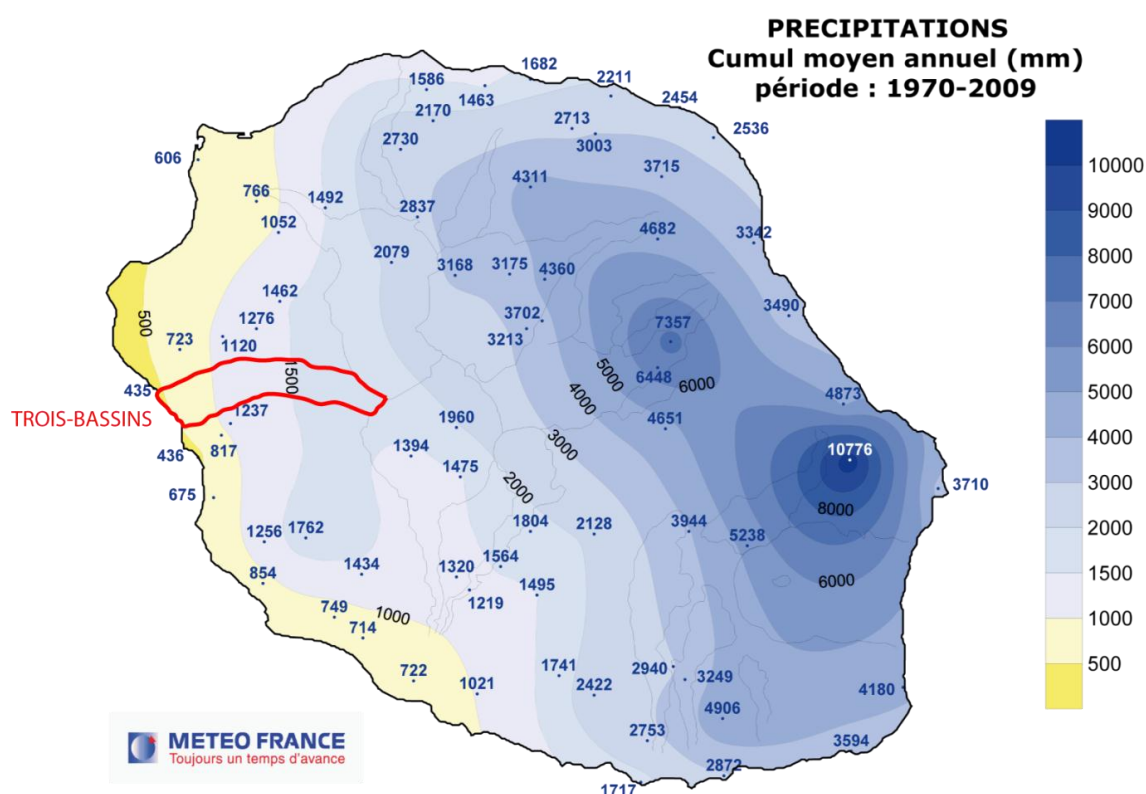


Figure 2 : Précipitations moyennes annuelles sur la période 1970-2009 (source : Météo France)

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 Trois-Bassins 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 (région 1) qui est la plus sèche de l'île toute l'année. Les précipitations s'y produisent

essentiellement en saison des pluies et sont d'autre part très tributaires des événements cycloniques qui n'interviennent pas forcément 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. Le secteur urbanisé de la commune est situé au sein de cette région 2.

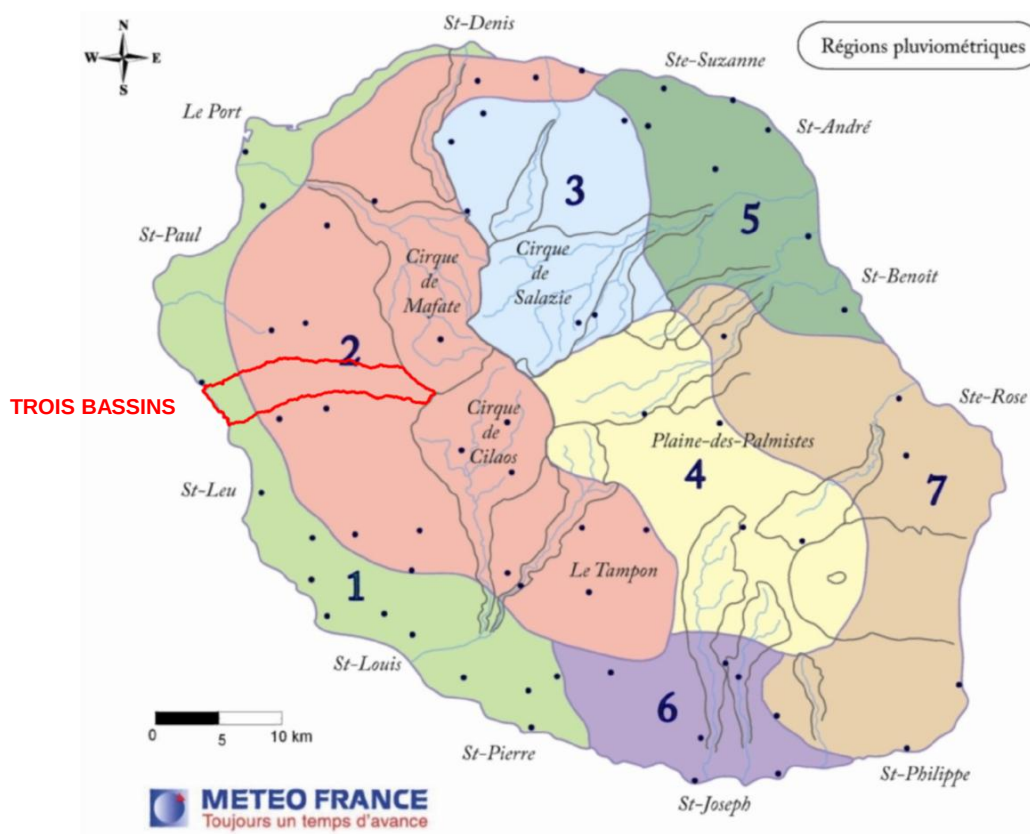


Figure 3 : Régions pluviométriques déterminées par Météo-France Réunion (2010)

Aucune station météorologique n'est installée actuellement sur le territoire de Trois-Bassins. La seule station a été installée sur le territoire de Trois-Bassins (à l'altitude 725 m) en 1951 puis fermée en 2003.

Etant donné le zonage pluviométrique au droit de la commune de Trois-Bassins (cf. Figure 3), les données pluviométriques de stations proches, actuellement suivies par Météo France, permettent de caractériser la pluviométrie sur le territoire communal. Il s'agit notamment des stations météorologiques suivantes :

- Pointe des Trois-Bassins (commune de Saint Paul, altitude : 5 m, installée en 1987) ;
- St-Leu (commune de Saint-Leu, altitude : 55 m, installée en 1950) ;
- Ferme Corail (commune de Saint-Leu, altitude : 4 m, installée en 1990) ;
- Les Colimaçons (commune de Saint-Leu, altitude : 798 m, installée en 1963) ;
- Carreau Alfred (commune de Saint-Leu, altitude : 1530 m, installée en 1970) ;
- Piton Maïdo (commune de Saint-Paul, altitude : 2195 m, installée en 1998).



Figure 4 : Localisation des stations météo à proximité de Trois-Bassins (IGN Scan 25)

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 à partir respectivement de plus de 10 et 25 ans de mesures.

Les valeurs caractéristiques pour les stations proches de Trois-Bassins sont les suivantes :

Nom station	Altitude (m)	Pluie Journalière Décennale (PJ ₁₀ en mm)	Pluie Journalière Centennale (PJ ₁₀₀ en mm)
Ferme Corail	4	Non disponible	Non disponible
Pointe Trois Bassins	5	Non disponible	Non disponible
Saint Leu	55	201	321
Trois Bassins	725	309	494
Colimaçons	798	246	393
Carreau Alfred	1530	400	640
Maïdo	2195	372	595

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 proches du territoire de Trois-Bassins, 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	Altitude (m)	Maximum absolu quotidien	
		Valeur (mm)	Date
Ferme Corail	4	330	22/01/2002
Pointe Trois Bassins	5	324,6	22/01/2002
Saint Leu	55	380	22/01/2002
Trois Bassins	725	560	22/01/2002
Colimaçons	798	592,5	22/01/2002
Carreau Alfred	1530	770,5	25/01/1970
Maïdo	2195	800	22/01/2002

Tableau 3 : Précipitations journalières maximales (Bulletins Climatologiques 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
Pointe des Trois-Bassins	35,4	10,8	1,4	0,4	324,6	22/01/2002
Colimaçons	88,9	26,7	4,3	1,1	592,5	22/01/2002
Piton Maïdo	103	31	5	3	800	22/01/2002

Tableau 4 : Valeurs caractéristiques des précipitations sur différents postes météorologiques (source : Bulletins climatologiques – Météo France ; en italique les données sur l'année 2011)

Une analyse statistique des valeurs de pluviométrie journalières enregistrées à la station des Colimaçons de 1991 à 2011, réalisée par le BRGM dans le cadre de l'élaboration de la présente note, montre les principales valeurs suivantes.

Nom station	Maximum	Moyenne	1 ^{er} Quartile	3 ^{ème} Quartile
Colimaçons	592,5 mm	2,8 mm	0 mm	0,5 mm

Tableau 5 : Valeurs caractéristiques des précipitations journalières en mm sur le poste des Colimaçons

Pour le secteur urbanisé du centre de Trois Bassins, proche de la station des Colimaçons, l'analyse des données montre que la pluviométrie est faible, avec 75% des valeurs de pluies journalières inférieures à 0,5 mm. Le maximum des précipitations a été ici enregistré le 22 janvier 2002, au cours du passage du cyclone de Dina (du 17/01 au 26/01/2002).

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, qui correspond 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 ont dépassé 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 6 : 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 (source : données de Météo France)

Les précipitations associées à un événement climatique particulier représentent en moyenne 13,5% des précipitations annuelles.

Au-delà d'un seuil de l'ordre de 50 mm de précipitations journalières (valeur approximative), 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).

L'analyse des données de pluies, confirme la variation spatiale et temporelle des pluies notamment entre les hauts du territoire de Trois-Bassins (plus pluvieux) et le littoral (plus sec). Les épisodes pluvieux exceptionnels peuvent également impactés tout le territoire communal.

On peut également citer le caractère localisé de certains épisodes pluvieux intenses qui peuvent engendrer des désordres conséquents à l'échelle d'un territoire restreint. L'épisode du 5 février 2012 survenu sur le territoire proche de la commune de Saint-Leu est une illustration de ce type de phénomène.

Les précipitations peuvent donc être très localisées, avec des cumuls journaliers pouvant atteindre des valeurs très fortes (de 300 à 800 mm par jour selon les stations suivies), notamment lors du passage d'évènement cyclonique. Ces derniers, pour le territoire de Trois-Bassins 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 (cf. figure 2).

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

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

3.1.4. Réseau hydrographique

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

- la **ravine des Trois-Bassins**, matérialisant la limite communale avec Saint-Paul et présentant un bassin versant d'une superficie de 26,7 km². Les débits de crues caractéristiques de cette ravine sont évalués à 345 m³/s pour la crue décennale et **736 m³/s pour la crue centennale** ;
- la **ravine de la Souris Chaude**, drainant un bassin versant de 4,9 km². Ses débits de crue sont évalués à 55 m³/s pour la crue décennale et **116 m³/s pour la crue centennale**;
- la **Grande Ravine**, d'une longueur totale de 18 km, prend naissance en amont de la Caverne de la Glacière à 2730 m d'altitude et entaille profondément le flanc Ouest du Piton des Neiges dominé par le Grand Bénare, entre la planèze du Bois de Nèfles au nord et la planèze Cocâtre au sud. Son bassin versant, d'une superficie de 22,9 km², est alimenté par plusieurs bras (bras de la Grande Ravine, bras sud de la Grande Ravine, petit bras de la Grande Ravine et Fond Simambry). Elle entaille profondément le flanc ouest du Piton des Neiges au droit du quartier Cocâtre où la hauteur de la ravine atteint 260 m. Les débits de crue caractéristiques ont été évalués à 313 m³/s pour la crue décennale et **669 m³/s pour la crue centennale**.
- la **Petite Ravine**, matérialisant la limite communale avec Saint-Leu 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.**

Nom du cours d'eau	Surface du bassin versant (km ²)	Débit pour la crue décennale (m ³ /s)	Débit pour la crue centennale (m ³ /s)
Ravine des Trois - Bassins	26,7	345	736
Ravine de la Souris Chaude	4,9	55	116
Grande Ravine	22,9	313	669
Petite Ravine	8,5	94	201

Tableau 7 : Tableau récapitulatif des données hydrographiques (source : STPC de la commune de Trois-Bassins, décembre 1998, BCEOM)

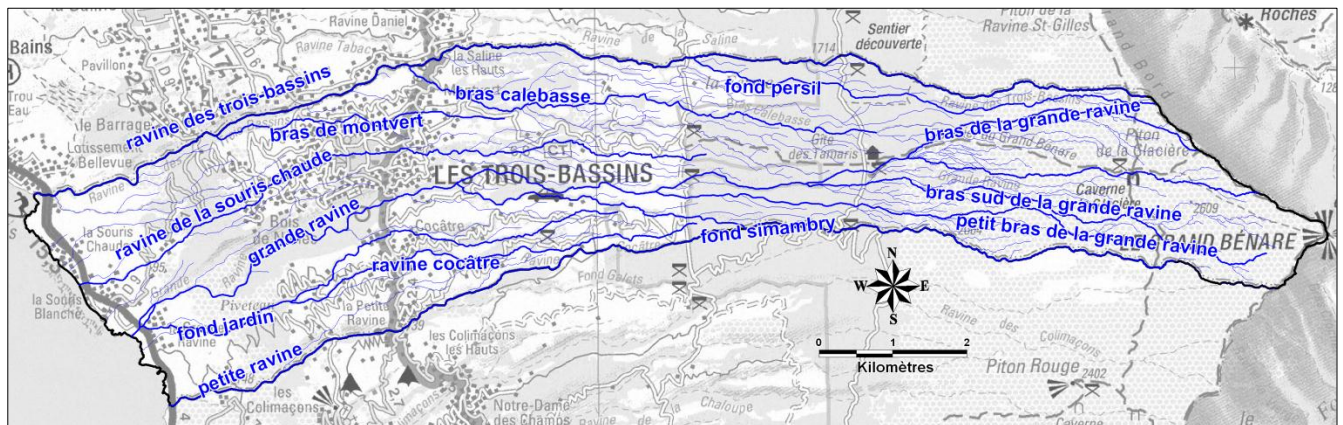
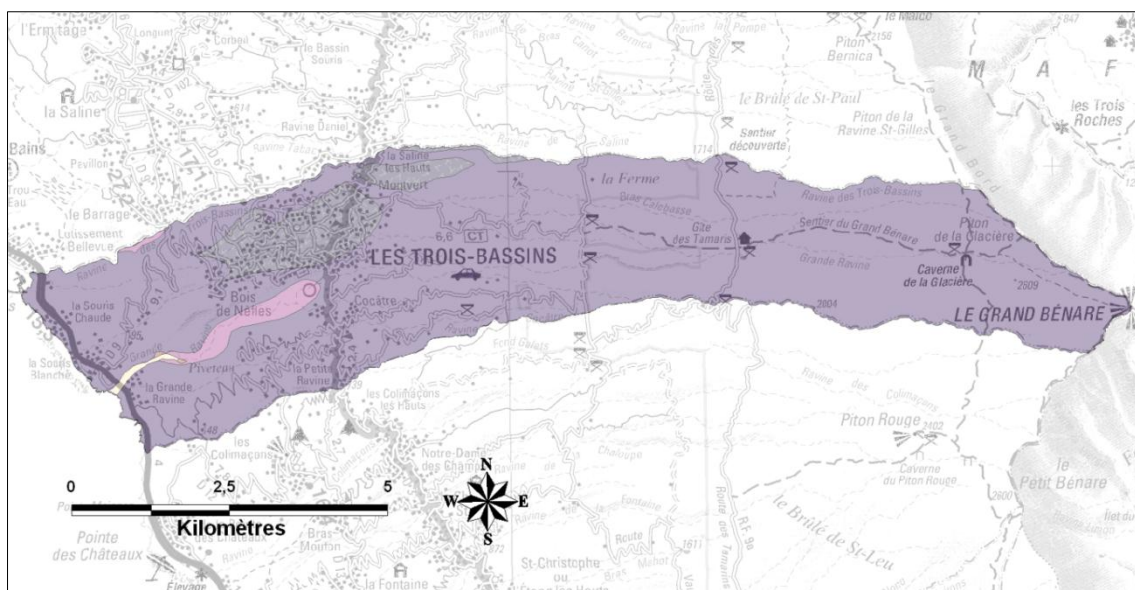


Figure 5 : Réseau hydrographique de Trois-Bassins (source : BD topo 2008, fond IGN scan 100 – 2002)

3.1.5. Contexte géologique

Le territoire communal de Trois-Bassins 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. La dernière période d'activité du Piton des Neiges est datée d'environ 12 000 ans (Deniel C., Kieffer G. & Lecointre J., 1992).

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.



Légende :

- Alluvions récentes
- Dépôts de glissements en masse, de coulées de débris, éboulis
- Tufs en épanchages
- Coulées (basalte, hawaïtes, mugéarites)
- Coulées basaltiques à olivine

Figure 6 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de la commune de Trois-Bassins (source : B.R.G.M., fond IGN scan 100 - 2002)

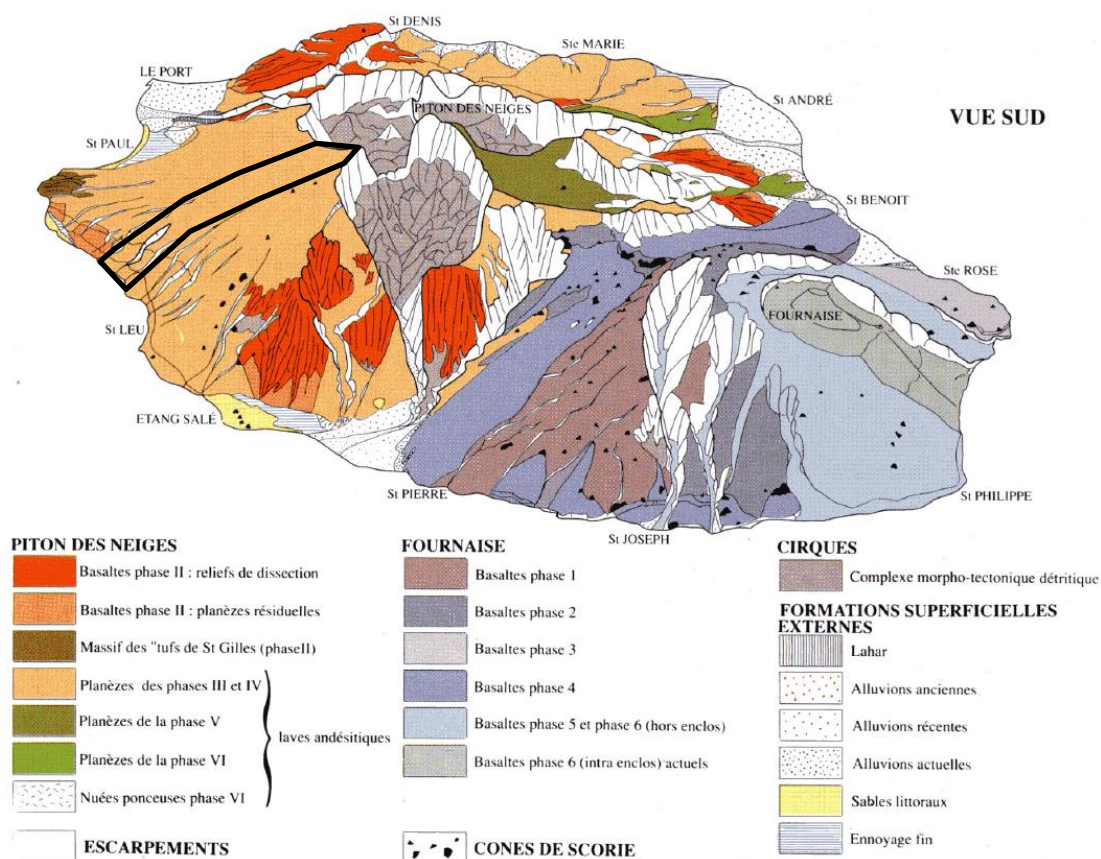


Figure 7 : Perspective morpho-géologique schématique de La Réunion (Raunet, 1991)

Les formations volcaniques primaires (non remaniées)

• Les séries anciennes : *Coulées basaltiques à olivine*

En se référant à la carte géologique à l'échelle du 1/50 000 (Billard, 1975), au niveau de l'encaissement de la Grande Ravine et dans la partie basse de la ravine des Trois Bassins, 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 (basaltes, hawaïtes, mugéarites)*

Les formations plus récentes issues de la phase III et IV (entre 350 000 et 12 000 ans) de l'activité du massif du Piton des Neiges sont les roches prédominantes de la commune de Trois-Bassins. La phase III est caractérisée par des coulées de lave à phénocristaux de feldspath et leurs produits d'altération et de remaniement. Ces coulées sont des leuco-basaltes et des andésites alcalines (hawaïtes, mugéarites). Elles se présentent généralement sous forme d'empilement de bancs compacts de laves d'épaisseur métrique à décimétrique et de bancs de scories d'épaisseur métrique. Ce faciès est également connu à la Réunion sous le nom de roche pintade. Des coulées basaltiques et andésitiques (hawaïtes, mugéarites), aphyriques ou à phénocristaux de feldspath et d'olivine généralement peu abondants résultent de la phase IV de l'activité du Piton des Neiges.

• Les formations tardives : *Tufs en épandage*

Dans les secteurs de Montvert et Bois de Nèfles affleure des coulées pyroclastiques d'une épaisseur pouvant atteindre quelques décamètres. Ces tufs pyroclastiques sont issus de la phase IV (entre 230 000 et 12 000 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 Trois-Bassins, 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 de la Grande Ravine. 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;
- des éboulis anciens ou récents, localisés sur des pentes, principalement sur les versants encaissés des ravines. Il s'agit de dépôts de glissement en masse, de coulées de débris et éboulis. Ce sont des dépôts de faible volume pour lesquels le mode de mise en place est principalement gravitaire. Leur épaisseur est très variable, allant de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres ;
- 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.

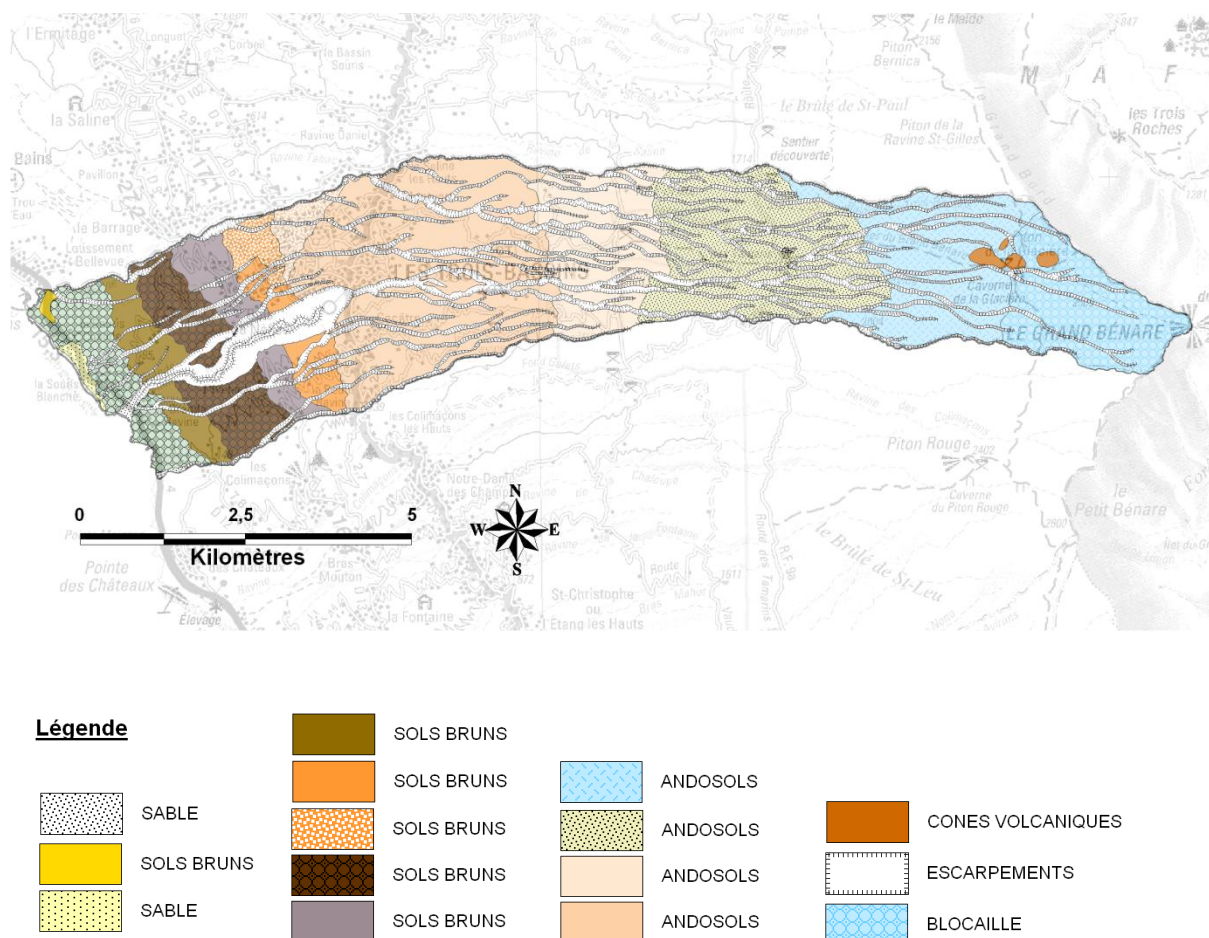


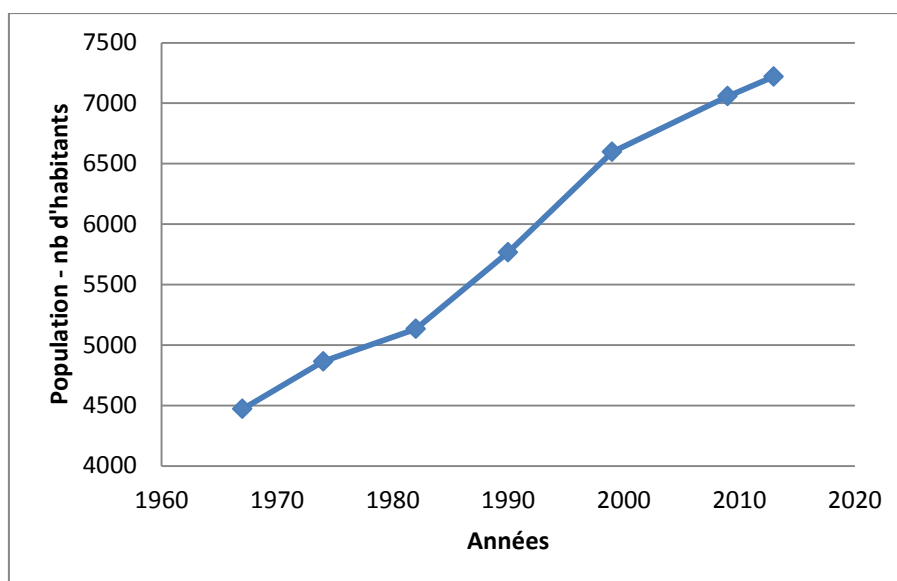
Figure 8 : Carte morpho-pédologique à l'échelle du 1/50 000
(source : C.I.R.A.D. (Raunet, 1991), fond IGN scan 100 - 2002)

D'après la Figure 8, quatre grands ensembles se distinguent sur le territoire communal de Trois-Bassins :

- en zone littorale, au niveau des cônes de déjection des ravines et en bordure des cours d'eau, on trouve des sables et des galets reposant sur des coulées ;
- des sols bruns peu épais caillouteux ou associés à des affleurements blocailleux entre 100 et 550 m d'altitude, et épais reposant sur des cendres entre 550m et 700m d'altitude ;
- 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.

3.2. ENJEUX ET VULNERABILITE

Évaluée à 4471 personnes en 1967, la population de Trois-Bassins a connu depuis une régulière et franche augmentation, s'établissant selon l'estimation de l'I.N.S.E.E. à environ 7057 en 2009 (soit un accroissement démographique de près de 60% en près de 40 ans) et 7220 début 2013.



	1967	1974	1982	1990	1999	2009	2013
Population	4471	4864	5132	5767	6597	7057	7220
Densité moyenne (hab/km ²)	105	114,2	120,5	135,4	154,9	165,7	169,6

Tableau 8 : Evolution de la population de Trois-Bassins (source : I.N.S.E.E.)

La densité démographique lors des dernières estimations de l'I.N.S.E.E. de 2013 était de 169,6 hab./km² (contre 326,1 hab./km² sur l'ensemble de l'Ile de La Réunion).

La commune de Trois-Bassins se divise en plusieurs secteurs :

- le secteur urbain se développant en bordure de la R.N. 1, le long du littoral, de la Souris Chaude à la Grande Ravine ;
- les écarts habités, plus ou moins urbanisés, correspondant en particulier (liste non exhaustive) :
 - au secteur de Bois de Nèfles ;
 - au secteur de Cocâtre ;
 - au secteur de Montvert ;
 - au secteur de la Petite Ravine.

Le parc de logement s'établissait en 2009 à 2655 unités (constitué à 87% de résidences principales), soit une augmentation de 61 % depuis le recensement de 1990, illustrant une forte pression foncière existant sur la commune de Trois-Bassins.

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.) ;

- 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.

Outre l'occupation du sol par l'activité agricole qui représente un enjeu économique, le milieu physique naturel représente un enjeu environnemental à travers :

- le Parc National de la Réunion ;
- les espaces remarquables du littoral.

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

4. Historicité et caractérisation des phénomènes naturels

4.1. PHENOMENES HISTORIQUES

L'ensemble des événements recensés ayant affecté par le passé le territoire communal de Trois-Bassins est reporté en annexe 2. Cette connaissance historique est principalement issue d'un travail d'enquête fait avec les services de la mairie de Trois-Bassins, de l'analyse d'archives, notamment des revues de presse de la DEAL (« Trois-Bassins dans la tourmente, Cf. annexe 1), des articles de journaux et de la base de données nationale sur les mouvements de terrain gérée nationalement par le BRGM (BDMVT). Quelques éléments sur les événements les plus marquants sont donnés ci-après :

1934

Chute de blocs suite au cyclone du 29/01/1934, en bordure du littoral (pointe sud-ouest de la commune de Trois-Bassins).

1948

Chute de blocs suite au cyclone du 26/01/1948, en bordure du littoral (pointe sud-ouest de la commune de Trois-Bassins).

1980

Inondations de maisons à l'exutoire de Souris Chaude et en bordure de ravine (avec des hauteurs d'eau pouvant atteindre 1m). Trois habitations individuelles endommagées à l'exutoire de Souris Blanche. Deux habitations inondées en amont du secteur de Bois de Nèfles. Submersion d'un ouvrage dans le secteur de Bois de Nèfles. Cyclone Hyacinthe.

20 janvier 1980

1987

Le CD9 coupé à hauteur de la Ravine des Trois-Bassins. La chaussée recouverte par 1,5m d'eau. Cyclone Clotilda.

Février 1987

1989

« Difficile passage entre la Saline-les-Hauts et Trois-Bassins ». Cyclone Firinga.

Quotidien, janvier 1989

1993

Débordement de ravines, inondations de maison, 5 ou 6 habitations individuelles endommagées. Ecoulements importants dans la cour d'une habitation dans le secteur de Montvert. Cyclone Colina

Risques d'effondrement de falaise après les fortes pluies dans le secteur de Bois de Nèfles, deux habitations en danger au sommet de la falaise.

Inondations de rue, un chemin vicinal endommagé, le chemin des fraises connaît de graves problèmes d'écoulements (secteur du Cocâtre). Dépression tropicale.

Février 1993**1994**

Submersion du radier de la ravine des Trois-Bassin entraînant la coupure de la D3.

Glissement de terrain sur la rue du Kiosque (secteur de Bois de Nèfles).

Eboulis sur la route Hubert Delisle à proximité de la Grande Ravine.

« Les ravines du versant ouest ayant toutes plus ou moins débordé, la route Hubert Delisle, la Montée Panon et le CD 6 étaient coupées en de multiples endroits ». Le Quotidien, 12 février 1994.

Février 1994**1997**

Début du glissement actif rue du père Colineau (amont de la cascade de la Grande Ravine).

2002

Plusieurs coulées boueuses dans le secteur de Bois de Nèfles (à proximité de la Grande Ravine) et éboulement de près de 1000 m³ et éboulement d'une centaine de m³ en amont de la cascade de la Grande Ravine après le passage du cyclone Dina.

2010

Inondation de la maison de M. TENTALIDE.

Submersion du radier traversant le chemin des Bambous (secteur du Cocâtre, ravine Fond Jardin) caractérisée par des vitesses d'écoulements importantes. 2 voitures ont été emportées.

Février 2010

4.2. ARRETES DE CATASTROPHES NATURELS

Depuis 1993, 5 arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ont été pris 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
Chocs mécaniques liés à l'action des vagues	12/05/2007	13/05/2007	31/03/2008	04/04/2008

Tableau 9 : Liste des arrêtés de catastrophes naturelle sur la commune de Trois-Bassins (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 30/09/2010)

Les ouvrages généraux de Météo-France (Soler, 1997 et Mayoka, 1998), indiquent les cyclones majeurs ayant concernés La Réunion, et plus ou moins directement Trois-Bassins, depuis 1980 (cf. tableau 10).

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 10 : Liste des cyclones notables selon Météo-France (Soler,1997)

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 Trois-Bassins 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.

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 mobilisés (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).

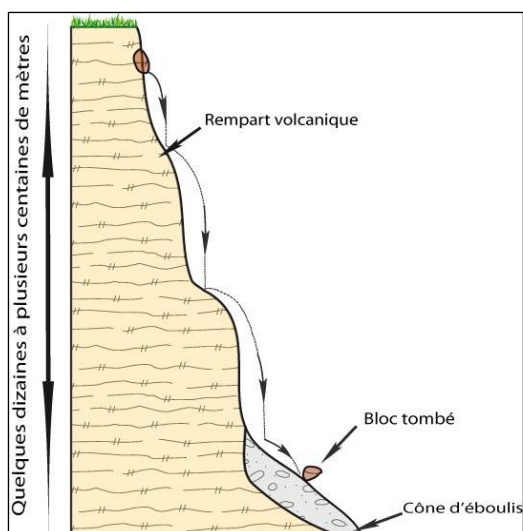


Figure 9 : Chute d'un bloc isolé

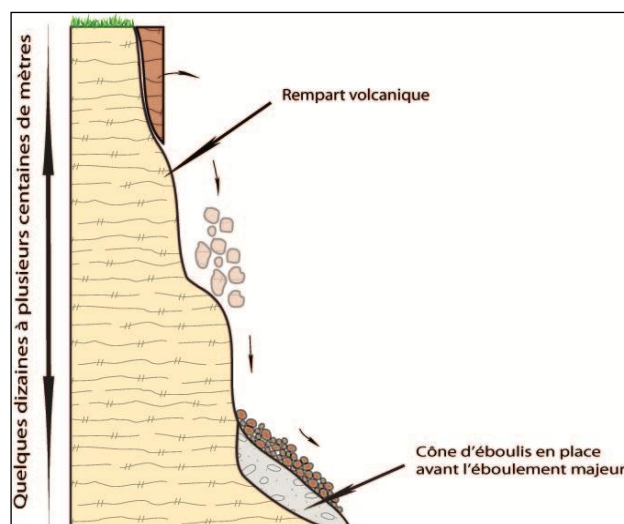


Figure 10 : Eboulement

Exemples de manifestations rencontrées :

- Démantèlement des remparts et versants de ravines encaissées

Dans le rempart de la Grande Ravine, au niveau de sa cascade, deux éboulements se sont produits suite au passage du cyclone Dina le 23/01/2002, l'un atteignant un volume d'une centaine de m³, et l'autre un volume de près de 1000 m³ (cf. Figure 11 ; BRGM/RC-51889-FR).

D'autres événements ont été observés sur la RD3 suite au passage de Dina. Le tableau qui suit reprend l'ensemble des événements de type chutes de blocs/ éboulements recensés sur la RD3 parcourant le territoire de Trois-Bassins entre le PR 117 et le PR 122.

Localisation	Type d'instabilité	Volume déplacé	Ampleur de l'instabilité
PR 119 +800	éboulement	100 m ³	décamétrique
PR 120 +020	chute	1 m ³	métrique
PR 120 +090	éboulement	1000 m ³	décamétrique
PR 121 +060	chute	3 m ³	métrique
PR 122 +260	chute	2 m ³	métrique

Tableau 11 : Evénements recensés suite au passage du cyclone Dina en janvier 2002 sur le territoire de Trois-Bassins au droit de la RD3 (source :BRGM/RP-55478-FR)

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 11 : Eboulement de près de 1000 m³ après le passage du cyclone Dina le 23/01/2002 ; en amont immédiat de la cascade de la Grande Ravine

Un éboulement d'un volume de l'ordre de 150 m³ a également été observé le 5 février 2010 au droit de la RD9, en rive droite de la ravine des Trois-Bassins (Cf. Note technique BRGM NT 2010-10).



Figure 12 : Eboulement du 5 février 2010, RD9, rive droite de la ravine des Trois-Bassins

- **Falaise littorale**

Des chutes de blocs plus anciennes ont été constatées dans la pointe sud-ouest de la commune, au niveau de la falaise littorale, en 1934 et 1948 suite au passage d'un 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.

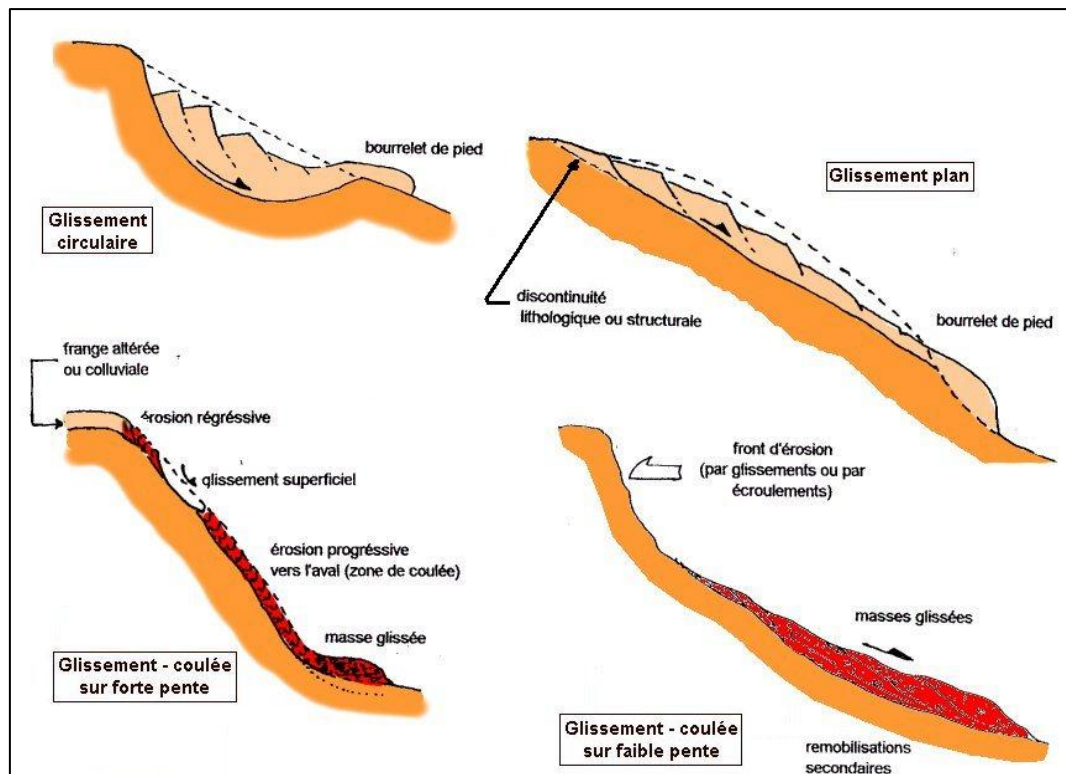


Figure 13 : Représentations schématiques des principaux types de glissement (source : B.R.G.M., www.bdmvt.net)

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.

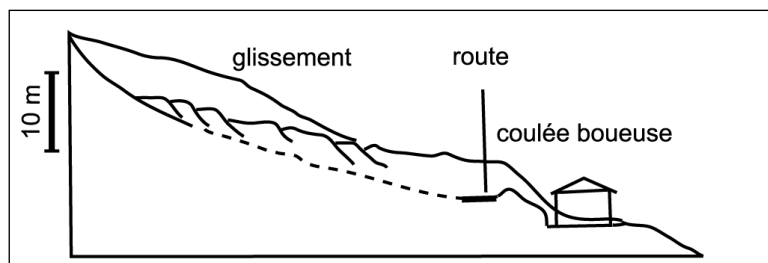


Figure 14 : Représentation schématique du glissement-coulée (exemple de Montauban, 1993 – cf. ci-après)

Exemples de manifestations rencontrées :

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

Des zones du territoire communal peuvent être touchées par des glissements de terrain d'ampleur variable, favorisés très souvent par un contexte géomorphologique défavorable (pentes plus ou moins marquées, terrains de couverture meubles - colluvions, altérites évoluées - sur une épaisseur variable) et aggravé par les aménagements humains (décaissements routiers ou pour l'habitat). Le glissement de terrain qui s'est produit dans la rue du Kiosque (secteur de Bois de Nèfles) suite au passage du cyclone Hollanda le 12/02/1994 illustre ce phénomène.

- **Glissements-coulées**

Plusieurs coulées boueuses se sont produites en 2002 suite au passage du cyclone Dina, au niveau de la Grande Ravine.

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

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

Depuis 1997, un glissement de terrain est actif au niveau de la rue du père Colineau ; situé en tête du rempart de la Grande Ravine.

• 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 Trois-Bassins, 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).

La Grande Ravine a connue des phénomènes érosifs considérablement plus marqués que les autres ravines du territoire communal laissant apparaître les coulées de basalte à olivine et formant des terrasses alluviales en partie aval.

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.



Figure 15 : Affouillement en aval de la RD3, secteur de Cocâtre, Février 2010

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 Trois-Bassins :

- 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** sur les voies de communication et dans les terres agricoles, eaux issues de bassins naturels plus ou moins importants sans thalweg marqué.

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.

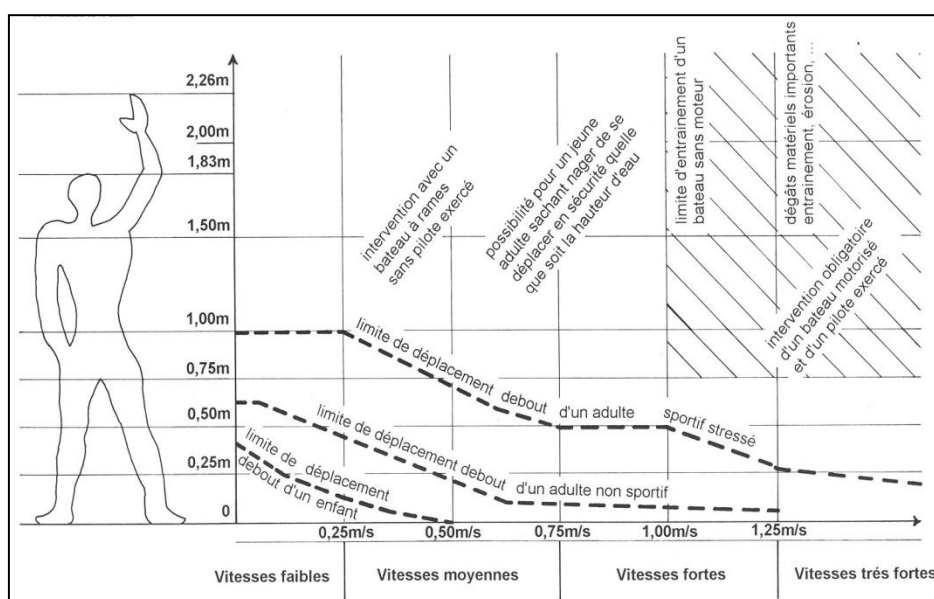


Figure 16 : Possibilité de déplacement des personnes en fonction des caractéristiques d'écoulement
 (source : Guide PPRi ruissellement péri-urbain M.E.D.D.)

- **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.).

Exemples de manifestations rencontrées

- **Bras alimentant la Grande Ravine (secteur de Cocâtre)**



Figure 17 : Submersion du radier au niveau de la RD3, secteur de Cocâtre, février 2010

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 ».

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 cette 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.

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'activité 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.

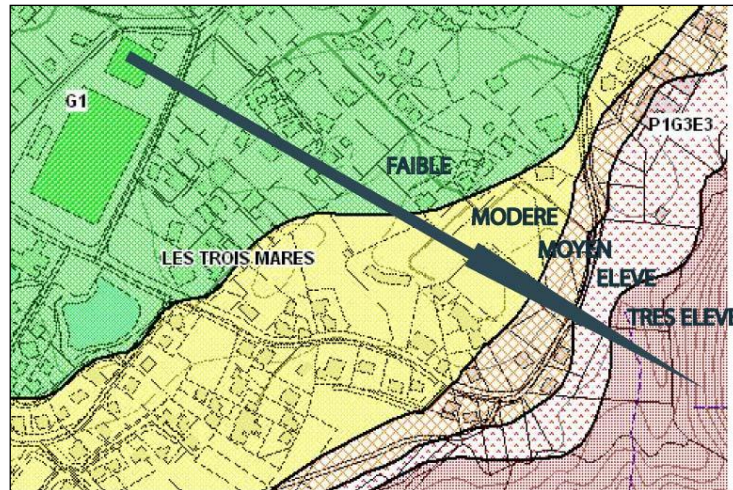


Figure 18 : Exemple de représentation de la notion de continuité du niveau d'aléa mouvements de terrain

5.2. ALEA MOUVEMENT DE TERRAIN

5.2.1. Méthode d'évaluation de l'aléa

L'élaboration de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain a débuté en novembre 2007. Cette cartographie a été portée à connaissance des services communaux le 7 juillet 2010 et s'est effectuée :

- d'une part par le biais de **visites de terrain** conjointes Mairie / D.E.A.L. / B.R.G.M. (analyses visuelles de type "expertise"). Ces « campagnes » de reconnaissances de terrain complémentaires ont été effectuées le 23 avril et le 12 mai 2010 et ont fait l'objet de comptes rendus de visites présentés en annexe 4.
- d'autre part en intégrant les **études spécifiques complémentaires** fournies par les services de la mairie ou par le service instructeur (études réalisées pour le compte de la mairie ou de tout autre service public, ou encore pour le compte de particuliers), ou toutes autres données pertinentes (événement historique non connu lors de la réalisation du précédent document ou événement nouveau, dossier de travaux, etc). Les rapports d'analyse de ces études sont présentés en annexe 5.
- en réexaminant le zonage au droit de certains secteurs définis par les services de la Mairie. L'analyse de ces demandes de modifications de zonage a fait l'objet de visites de terrain le 31 août 2010 et d'un rapport d'analyse présenté en annexe 6.
- par une mise à jour avec l'utilisation de nouveaux outils topographiques **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.

La cartographie mouvements de terrain est présentée sur fonds topographiques :

- à l'échelle 1/15 000 pour l'ensemble du périmètre d'étude (planche 1) ;
- à l'échelle 1/5 000 sur les secteurs à enjeux de la commune (planche 2 à planche 3) ;
- à l'échelle 1/10 000 sur les Hauts de Trois-Bassins (planche 4)

On attirera l'attention sur le fait que les cartes d'aléas mouvements de terrains (et de la même façon les cartes d'aléa inondations), qu'elles que soient leur échelle, ne constituent que **des documents informatifs**, et n'ont **aucune valeur réglementaire** (contrairement au zonage réglementaire qui en découle). On soulignera par ailleurs que les fonds topographiques utilisés (y compris à l'échelle du 1/5 000) restent insuffisants pour décliner le zonage des aléas mouvements de terrain à l'échelle de la parcelle.

5.2.2. 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 B.R.G.M. 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 12 : 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.

5.2.3. 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 13: Intensité du phénomène

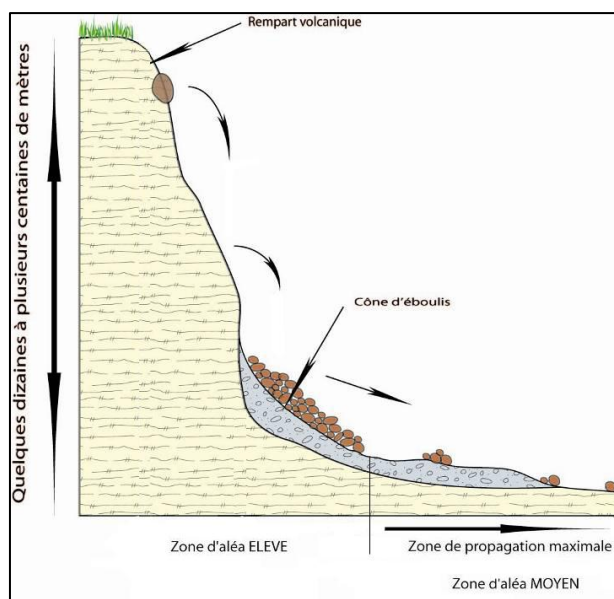


Figure 19 : Principe de décroissance de l'intensité du phénomène chute de blocs avec l'éloignement de la source de départ

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'événement 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 14: Codification des aléas mouvements de terrain selon l'intensité

5.2.4. Qualification de l'aléa mouvements de terrain

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

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

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

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

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

Les zones d'aléa moyen, où les parades dépassent le cadre de la parcelle (échelle du versant) et relèvent généralement d'un maître d'ouvrage collectif, sont en principe inconstructibles. Elles peuvent être néanmoins constructibles sous condition dans les « secteurs urbains à enjeux » 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 11).

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 15: Caractérisation du niveau d'aléa mouvement de terrain en fonction de l'intensité du phénomène

5.3. ALEA INONDATION

5.3.1. 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 inondations reprend le zonage défini dans le Schéma Technique de Protection contre les Crues réalisé en 1999 par le BCEOM. La révision de ce zonage s'est effectuée :

- d'une part sur certaines zones à enjeux identifiées par le Service Instructeur et la Mairie, pour tenir compte notamment de **la réalisation d'aménagements** depuis la réalisation de la carte du STPC, mais aussi pour intégrer **une connaissance nouvelle** sur les inondations (nouveau événements inondation connus depuis 1999);
- d'autre part, à la demande du service instructeur et/ou de la Mairie, à l'aide de visites de terrains réalisées soit au droit des zones à enjeux (RHI Montvert, Bois de Nèfles, zone littorale), soit au droit de secteurs sur lesquels le précédent zonage méritait d'être affiné. Ces visites ont fait l'objet de deux campagnes de terrains : en mai, avril, août et septembre 2010 ; en janvier et mars 2011.
- en intégrant la cartographie de l'aléa inondations dans **les Hauts de Trois-Bassins** ;
- par une mise en cohérence avec la cartographie de l'aléa mouvements de terrain ;
- par une mise à jour avec l'utilisation de nouveaux outils topographiques **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.

La cartographie « inondation » est présentée sur fonds topographiques :

- à l'échelle 1/15 000 pour l'ensemble du périmètre d'étude (planche 1) ;
- à l'échelle 1/5 000 sur les secteurs à enjeux de la commune (planche 2 à planche 3) ;
- à l'échelle 1/10 000 sur les Hauts de Trois-Bassins (planche 4).

5.3.2. 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)	$h < 0,5$	faible	moyen	fort
	$0,5 < h < 1$	moyen	moyen	fort
	$1 < h$	fort	fort	fort

Tableau 16: 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 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 des vitesses d'écoulement inférieure à 0,5 m/s.

6. Lexique des sigles et termes techniques

Il est indispensable pour bien comprendre ce document PPR, de s'entendre sur la définition de certains sigles ou termes techniques apparaissant dans le rapport de présentation. Les définitions qui suivent ont pour finalité de permettre un langage commun entre les différents acteurs, et surtout de faciliter la compréhension des documents aux non-initiés.

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.F.	Direction 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 Géographique National
--------	--------------------------------

I.N.S.E.E.	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
------------	---

O.N.F.	Office National des Forêts
--------	----------------------------

S.H.O.M.	Service Hydrographique et Océanographique de la Marine
----------	--

Termes techniques

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7. Principaux textes officiels

7.1. LEGISLATION - REGLEMENTATION

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

7.2. PRINCIPALES CIRCULAIRES

1. La circulaire interministérielle (Intérieur - Equipement - Environnement) du 24 janvier 1994 relative à la prévention des inondations et à la gestion des zones inondables ;
2. La circulaire du ministère de l'Environnement du 19 juillet 1994 relative à la relance de la cartographie réglementaire des risques naturels prévisibles ;
3. La circulaire interministérielle (Equipement - Environnement) du 24 avril 1996 relative aux dispositions applicables au bâti et aux ouvrages existants en zones inondables ;
4. La circulaire interministérielle (Equipement - Environnement) du 30 avril 2002 relative à la politique de l'Etat en matière de risques naturels prévisibles et de gestion des espaces situés derrière les digues de protection contre les inondations et les submersions marines.

7.3. PUBLICATION DE GUIDES

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