



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

Document public



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Rapport d'expertise Plan de Prévention des Risques Naturels «inondations et mouvements de terrain» de Saint- André - Analyse des demandes de précisions



Rapport final

BRGM/RP-73224-FR

Version 1 du 18 décembre 2023

Expertise réalisée dans le cadre des missions d'appui à la DEAL Réunion

M. CHAPUT, G. BOUCHARD

Vérificateur :

Nom : Le Moigne Benoit

Fonction : Géotechnicien

Date : 12/12/2023

Signature :

Approbateur :

Nom : Girardeau Ingrid

Fonction : Directrice régionale

Date : 13/12/2023

Signature :

Ingrid GIRARDEAU
Directrice
BRGM Réunion

Le système de management de la qualité et de l'environnement du BRGM est certifié selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Contact : qualite@brgm.fr

Déclaration

Ce rapport est le produit d'une expertise institutionnelle qui engage la responsabilité civile du BRGM. Il constitue un tout indissociable et complet ; une exploitation partielle ou sortie du contexte particulier de l'expertise n'engage pas la responsabilité du BRGM.

La diffusion des rapports publics est soumise aux conditions de communicabilité des documents, définie en accord avec le demandeur. Les conditions d'accès, de diffusion et de réutilisation du document sont régies par les dispositions en vigueur prévues dans le CRPA et le code de l'environnement.

Le BRGM a mis en place un dispositif de déontologie visant à développer une culture de l'intégrité et de la responsabilité dans le quotidien de tous ses salariés.

- Après examen, il ressort qu'il n'existe aucun lien d'intérêt susceptible de compromettre l'indépendance et l'impartialité du BRGM dans la réalisation de cette expertise :
- Entre le BRGM et l'objet ou les différentes parties prenantes de la présente expertise ;
 - Entre les salariés du BRGM qui seront impliqués et l'objet ou les différentes parties prenantes de la présente expertise.

- Après examen, il ressort qu'il existe un lien d'intérêt entre le BRGM et l'objet ou l'une des parties prenantes de la présente expertise (cf. déclaration de lien d'intérêt en annexe).

Cependant, le BRGM atteste, grâce à la mise en place de son SMQE et de son dispositif de déontologie, que la réalisation de la présente expertise n'est en rien influencée par le lien d'intérêt identifié.

Le BRGM confie la réalisation de cette expertise à des salariés qui n'ont, à titre individuel, aucun lien d'intérêt avec l'objet ou l'une des parties prenantes de la présente expertise, de façon à en préserver l'indépendance et l'impartialité.

- Le BRGM confie la réalisation de cette expertise à des salariés qui présentent un lien d'intérêt déclaré (cf. déclaration de lien d'intérêt jointe en annexe) avec l'objet ou l'une des parties prenantes de la présente expertise et atteste que l'existence de ce(s) lien(s) ne présente aucun risque de compromettre leur neutralité..

Votre avis nous intéresse

Dans le cadre de notre démarche qualité et de l'amélioration continue de nos pratiques, nous souhaitons mesurer l'efficacité de réalisation de nos travaux.

Aussi, nous vous remercions de bien vouloir nous donner votre avis sur le présent rapport en complétant le formulaire accessible par cette adresse <https://forms.office.com/r/yMgFcU6Ctq> ou par ce code :



Mots clés : Expertise, PPR, mouvement de terrain, inondations, La Réunion, Saint-André.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

M. CHAPUT, G. BOUCHARD (2023) – Rapport d'expertise
Plan de Prévention des Risques Naturels «inondations et mouvements de terrain» de Saint-André -
Analyse des demandes de précisions. Rapport final V1. BRGM/RP-73224-FR, 35 p.

© BRGM, 2023, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.
IM002_MVT-MT030-P2-27/02/2023

Synthèse

Le Plan de Prévention des Risques (PPR) inondation sur la commune de Saint-André a été approuvé le 25 juin 2014.

Dans le cadre de la procédure de révision de ce PPR (mouvements de terrain et inondations) sur la commune de Saint-André, le BRGM a été sollicité par la DEAL pour traiter **deux demandes de précisions de particuliers** sur le zonage réglementaire du projet de PPR présenté en octobre 2021 (Porter à Connaissance actualisé d'octobre 2021). Le PAC actualisé fait suite à une phase de concertation avec le public ayant eu lieu entre le 24 juin et le 12 juillet 2021.

Les requêtes analysées dans le présent rapport ont été émises hors phase officielle de procédure, les requêtes ayant été adressées directement à la DEAL en septembre 2023. La procédure de révision du PPR de Saint-André pourrait, selon les indications de la DEAL, entrer en phase de consultation des personnes publiques dans les prochains mois.

Le présent rapport porte sur l'avis émis par le BRGM concernant les zonages de l'aléa inondation et mouvements de terrain ainsi que la proposition de transcription réglementaire dans le cadre du projet de révision du PPR, au droit de ces deux requêtes. Une visite sur site a été effectuée en compagnie de la DEAL et des pétitionnaires sur les parcelles concernées (AV610 et AY1066) le mardi 7 novembre 2023. Cette visite a permis de réaliser des observations de terrain additionnelles permettant d'apporter des éléments de justification supplémentaires aux pétitionnaires et de préciser le zonage, le cas échéant.

Le bilan du traitement de ces 2 demandes a conduit à un déclassement du zonage réglementaire sur les parcelles concernées par l'étude. Ce déclassement consiste :

- Sur la parcelle AV610 : à une réorientation du bandeau d'aléa fort inondation et à une réduction de la surface en aléa moyen inondation au regard de la configuration observée des terrains ;
- Sur les parcelles AY1065/1066 : à la suppression du bandeau d'aléa fort inondation.

Sommaire

1. Contexte	7
2. Méthodologie employée dans la révision du PPR	9
2.1. Définitions et notions générales.....	9
2.1.1. Définitions	9
2.1.2. Aléas considérés.....	9
2.1.3. Probabilité d'occurrence et intensité	10
2.1.4. Règles générales de zonage.....	10
2.2. Aléa inondation	11
2.3. Aléa mouvement de terrain	13
2.3.1. Méthode d'évaluation de l'aléa	13
2.3.2. Qualification de l'aléa mouvements de terrain	14
2.4. Principes de traduction réglementaire	14
3. Comptes-rendus de l'analyse des demandes	16
4. Tableau de synthèse	34

Liste des figures

Figure 1 - Carte de localisation des parcelles visitées dans le cadre des demandes de précisions de 2 riverains (©IGN2015-SCAN25®).	8
Figure 2 - Exemple de représentation de la notion de continuité du niveau d'aléa mouvements de terrain.....	11
Figure 3 – Vue générale de la parcelle AV610 et de son environnement immédiat : emplacement du canal, de la buse et des voies d'accès (fond orthophoto IGN 2022).	19
Figure 4 - Canal en bordure nord de la parcelle AV610	19
Figure 5 - Buse en PVC et grille situées à l'extrémité du canal	20
Figure 6 – Cuvette au sud-est de la parcelle	21
Figure 7 - Localisation des zones remarquables (fossé, exutoire, Allée Vassal) – Emplacement de la parcelle AY1066	27
Figure 8 - Parcelle AY1065 au niveau de du bandeau cartographié en aléa fort inondation .	27
Figure 9 – Parcelle AY1066 avec topographie plane (vue en direction de l'allée Vassal)	28
Figure 10 – Mur de clôture en limite amont de la parcelle AY1065 avec ouvertures à sa base favorisant la transparence hydraulique	29
Figure 11 - Dalot partiellement obstrué au niveau de l'accotement la RD47 et vue vers l'intersection avec l'allée Vassal où s'écoulent les eaux de débordement.....	30

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractérisation de l'aléa inondation pour la crue centennale en fonction des vitesses et des hauteurs d'eau	12
Tableau 2: Définition du niveau d'aléa MVT résultant en fonction des différents aléas caractérisés.....	14
Tableau 3 : Principe de traduction réglementaire des aléas du projet de PPR de Saint-André	15
Tableau 4 : Tableau des légendes associées aux extraits cartographiques.....	16
Tableau 5 : Tableau de synthèse des résultats d'analyse des demandes de précisions.....	34

1. Contexte

Le PPR inondation sur la commune de Saint-André a été approuvé le 25 juin 2014.

Dans le cadre de la procédure de révision de ce PPR multi-aléas (mouvements de terrain et inondations) sur la commune de Saint-André prescrite le 17 octobre 2018, le BRGM a été sollicité par la DEAL pour traiter deux demandes de précisions de particuliers sur le zonage réglementaire du projet de PPR présenté en octobre 2021 (Porter à Connaissance actualisé d'octobre 2021). Le PAC actualisé fait suite à une phase de concertation avec le public ayant eu lieu entre le 24 juin et le 12 juillet 2021.

Les requêtes analysées dans le présent rapport ont été émises hors phase officielle de procédure, les requêtes ayant été adressées directement à la DEAL en septembre 2023. La procédure de révision du PPR de Saint-André pourrait, selon la DEAL, entrer en phase de consultation des personnes publiques dans les prochains mois.

Le présent rapport porte sur l'avis émis par le BRGM concernant les zonages de l'aléa inondation et mouvements de terrain ainsi que la proposition de transcription réglementaire dans le cadre du projet de révision du PPR, au droit de ces deux requêtes. Une visite sur site a été effectuée en compagnie de la DEAL et des pétitionnaires sur les parcelles concernées (AV610 et AY1066) le mardi 7 novembre 2023. Cette visite a permis de réaliser des observations de terrain additionnelles permettant d'apporter des éléments de justification supplémentaires aux pétitionnaires et de préciser le zonage, le cas échéant.

Les modifications retenues suite à l'analyse des demandes de précisions sont présentées dans le présent rapport avec des extraits cartographiques au 1/5 000 des modifications du zonage des aléas et du zonage réglementaire du projet de PPR (avant et après modifications).

Ci-dessous le détail des 2 demandes de précisions et la localisation des parcelles (Figure 1) :

1. Pétitionnaire : M. CANEVY ; parcelle AV610 ; visite terrain.
2. Pétitionnaire : Mme CLAIN ; parcelles AY1065/AY1066 ; visite terrain.

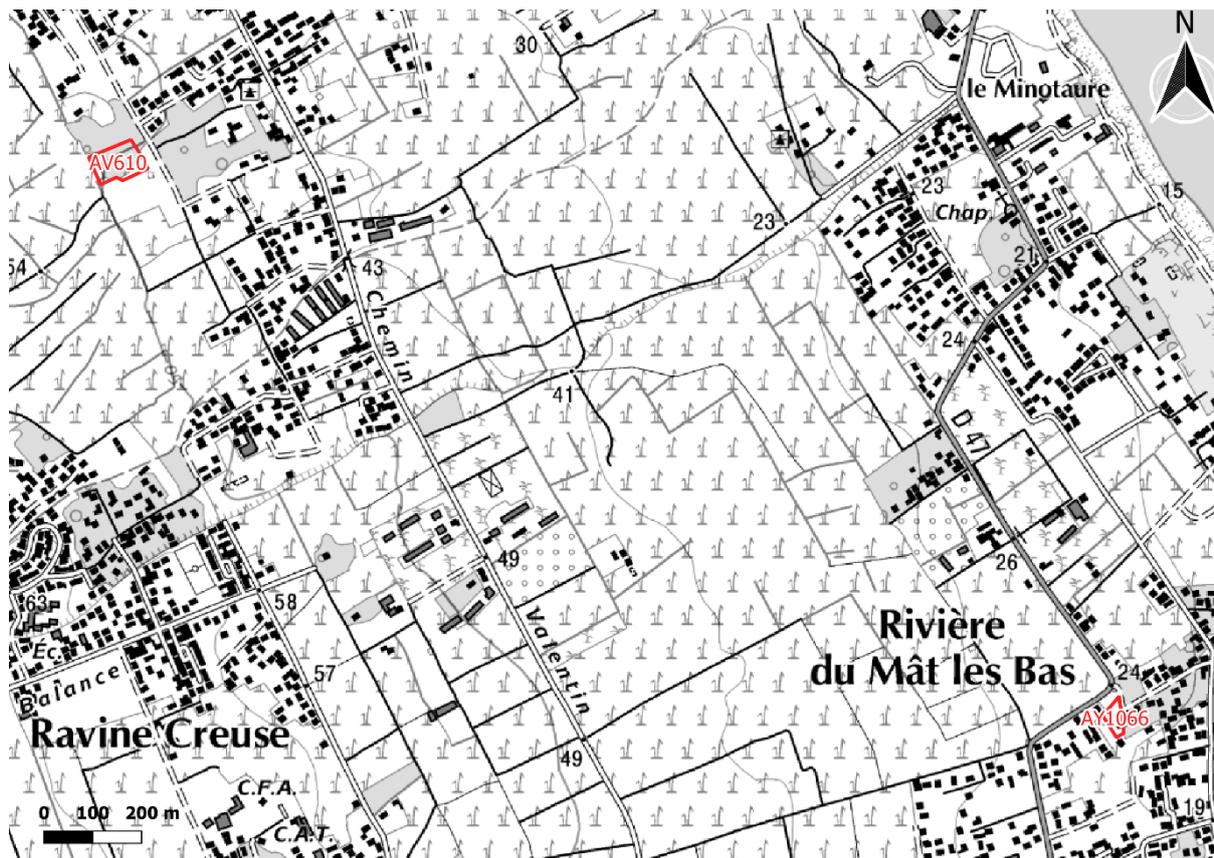


Figure 1 - Carte de localisation des parcelles visitées dans le cadre des demandes de précisions de 2 riverains (©IGN2015-SCAN25®)

2. Méthodologie employée dans la révision du PPR

2.1. DEFINITIONS ET NOTIONS GENERALES

2.1.1. Définitions

La **notion d'aléa** est complexe et de multiples définitions ont été proposées. Nous retiendrons la définition suivante :

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

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

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

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

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

2.1.2. Aléas considérés

Les aléas pris en compte dans le cadre de la procédure de révision du PPR de la commune de Saint-André sont les suivants :

- ☞ Les crues par débordement des cours d'eau ;
- ☞ Les chutes de pierres ou de blocs et les éboulements ;
- ☞ Les glissements de terrain et coulées de boue associées ;
- ☞ Les érosions de berge ;
- ☞ Le ravinement, l'érosion des sols.

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

L'inondation liée au ruissellement urbain n'est pas considérée dans la présente procédure de révision du PPR.

Les aléas littoraux (érosion par recul du trait de côte et inondation par submersion marine), ne sont également pas considérés dans la présente procédure de révision du PPR et font l'objet d'une procédure PPR spécifique.

2.1.3. Probabilité d'occurrence et intensité

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

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

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

2.1.4. Règles générales 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 mouvements 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 intenses. Le zonage traduit également un contexte similaire à celui d'une autre zone où un phénomène a été recensé.

Dans la majorité des cas, l'évolution des phénomènes naturels considérés 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 élevé, moyen et faible sont « emboîtées » (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Il existe donc, dans ce cas, pour une zone d'aléa élevée donnée, une zone d'aléa moyen et une zone d'aléa faible à modéré qui traduisent la décroissance de l'intensité et/ou de la probabilité du phénomène avec l'éloignement. Cette gradation est théorique et elle n'est pas toujours représentée notamment du fait des contraintes d'échelle et de dessin.

La cartographie des aléas inondations et mouvements de terrain est présentée sur fonds topographiques, avec en règle générale une carte couvrant l'ensemble du territoire communal (échelle adaptée au contour communal, 1/15 000 pour le territoire de Saint-André, objet de la

présente procédure PPR) et des cartes produites à l'échelle du 1/5 000 sur les secteurs urbains et bâtis de la commune (secteurs à enjeux).

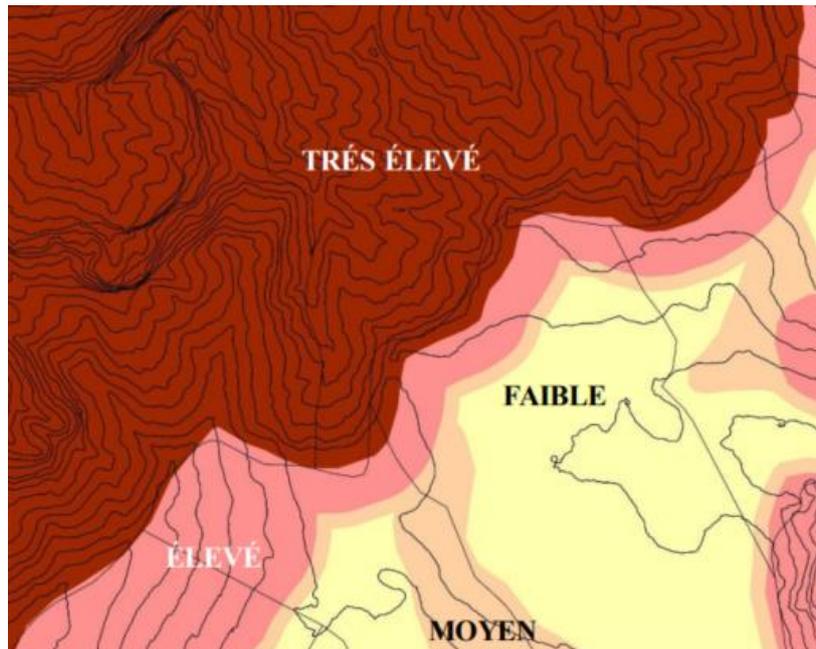


Figure 2 - Exemple de représentation de la notion de continuité du niveau d'aléa mouvements de terrain

2.2. ALEA INONDATION

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. Sur le territoire de la commune de Saint-André, les débits de crue considérés sont ceux d'une crue centennale.**

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

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

La méthodologie de travail pour établir la carte d'aléa inondation s'appuie sur une démarche « à dire d'experts » (approche naturaliste), sans recours à des modélisations systématiques.

La démarche de révision du zonage inondation s'appuie sur les cartes d'aléa inondation du PPR approuvé en juin 2014. Elle est effectuée en intégrant l'analyse de l'hydrologie des bassins versants du territoire communal (estimation des débits de crue), l'analyse hydrogéomorphologique appuyée par des enquêtes de terrain (traduction des débits de crue sur le terrain en termes d'inondabilité) et l'intégration des phénomènes historiques connus (éléments de calage). Des calculs hydrauliques ponctuels sont menés afin de renforcer l'analyse « à dire d'experts », notamment au niveau des ouvrages de franchissement afin d'évaluer les possibilités de débordement en crue centennale. Les études et modélisations hydrauliques disponibles sur le territoire sont aussi valorisées après vérification des hypothèses d'entrées.

- Une étude générale (PGRI) du bassin versant de la Grande Rivière Saint-Jean réalisée en 2011 par SOGREA (groupe ARTELIA) pour cartographier les crues de fréquences décennale et centennale (numéro d'affaire 4700841) ;
- Une étude hydraulique réalisée en 2017 par ARTELIA relative à l'aménagement des parcelles AW270, 271 et 694 sur la commune de Saint-André (référence 4 70 2097-VB) ;
- Une étude hydraulique réalisée en 2017 par ARTELIA relative à l'aménagement du site de RVE sur la commune de Saint-André (référence 4 70 2102-VB) ;
- Une étude hydraulique réalisée en 2017 par HYDRETTUDES relative au bassin de baignade au parc du Colosse sur la commune de Saint-André (référence RE16-129) ;
- Une étude pré-opérationnelle sur les habitats indigènes en zone à risque d'aléa fort réalisée par HYDRETTUDES en 2018 (référence RE17-140) ;
- L'étude générale de définition des aménagements et des actions de réduction de la vulnérabilité sur le TRI Saint-André/Sainte-Suzanne entre 2019 et 2021 par ARTELIA et HYDRETTUDES (référence 4702317-R1VB // 4702317-R5VE).

Les principes de cartographies de l'aléa inondation sont détaillés dans le « Guide d'élaboration des Plans de prévention des Risques Naturels à La Réunion (DEAL, 2012). Les éléments techniques suivants sont utilisés dans le cadre de cette démarche :

- Un outil topographique précis : **MNTR®** (2016) avec une précision de 1 m, qui permet d'apprécier finement les différents thalwegs et ravines du territoire communal.
- **La connaissance nouvelle** sur les inondations sur le territoire, et plus particulièrement au droit des secteurs à enjeux de la commune, avec notamment l'analyse et l'intégration des résultats d'études hydrauliques lorsque ceux-ci sont jugés pertinents et adaptés à la méthodologie de cartographie des aléas inondations du PPR ;
- Une **mise en cohérence avec la cartographie de l'aléa mouvements de terrain**.

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

Trois degrés d'aléa inondation ont été définis pour la crue centennale, en fonction des caractéristiques prévisibles du champ d'inondation (hauteur de submersion et vitesse d'écoulement) (Tableau 1) :

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

Tableau 1 : Caractérisation de l'aléa inondation pour la crue centennale en fonction des vitesses et des hauteurs d'eau

- **Aléa fort**
 - Hauteur d'eau en crue centennale supérieure ou égale à 1 m, et/ou des vitesses d'écoulement supérieures à 1 m/s ;
 - Chenal d'écoulement principal de la crue centennale.
- **Aléa moyen**
 - Zone inondée en crue centennale avec des hauteurs d'eau comprises entre 0,5 et 1 m et/ou des vitesses d'écoulement comprises entre 0,5 et 1 m/s ;

- **Aléa faible**

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

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

2.3. ALEA MOUVEMENT DE TERRAIN

2.3.1. Méthode d'évaluation de l'aléa

L'élaboration de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain s'appuie sur une méthodologie robuste, qui s'inscrit dans le respect des règles édictées dans les guides nationaux (PPR mouvements de terrain – Guide national méthodologique, 1999, actuellement en cours de révision²) et mise en œuvre sur tout le territoire réunionnais depuis plusieurs années.

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

- Les **observations de terrain** (analyses visuelles de type "expertise") afin de relever les indices hydrogéomorphologiques pouvant témoigner d'anciens mouvements de terrain ou justifier la possibilité d'occurrence sur la période de référence. Ces campagnes de terrain ont débuté en 2017 et se sont poursuivies jusqu'en 2019. Les constats lors des diagnostics de risques suite au passage du cyclone Fakir (avril 2018), ont été intégrés;
- La prise en compte de nouveaux outils topographiques précis : **MNTR®** (2016) avec une précision de 1m.
- Les résultats d'**études ponctuelles, généralement à l'échelle de projet d'aménagement permettant de préciser le zonage des aléas**. Ces études font l'objet d'une analyse critique par le BRGM avant une intégration éventuelle (partielle ou totale selon l'analyse) au projet de PPR.
- La **mise en cohérence avec l'aléa inondation** (pour l'aléa érosion de berges notamment).

Les récentes données de l'IGN (BD Topo 2023 et les orthophotos de 2022) font également partie des données fréquemment utilisées dans l'élaboration de la cartographie.

Les principes méthodologiques pour l'élaboration des cartographies d'aléas mouvements de terrain et leur transcription réglementaire, présentées dans le rapport BRGM/RP-66346-FR de novembre 2016³ ont été considérées dans le présent travail d'analyse et plus généralement dans le cadre de la révision du PPR de la commune de Saint-André.

² Plans de prévention des risques naturels (PPR) – Risques de mouvements de terrain – Guide méthodologique (1999). Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement & Ministère de l'équipement, des transports et du logement. *La Documentation française, Paris* – ISBN 2-11-0043547.

³ Rey A. (2016) – PPR multi-aléas des communes de La Réunion. Propositions d'évolutions méthodologiques. Rapport final BRGM/RP-66346-FR, 167p.

2.3.2. Qualification de l'aléa mouvements de terrain

Le niveau d'aléa MVT (pour chaque aléa MVT considéré) est défini par croisement de la probabilité d'occurrence et de l'intensité du phénomène étudié.

Dans les secteurs concernés par plusieurs aléas, le niveau d'aléa le plus élevé sera prédominant pour la définition du niveau d'aléa « résultant ». Ainsi quatre niveaux d'aléa mouvements de terrain sont définis par regroupement des typologies rencontrées (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) :

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

Tableau 2: Définition du niveau d'aléa MVT résultant en fonction des différents aléas caractérisés

2.4. PRINCIPES DE TRADUCTION REGLEMENTAIRE

Les principes de traduction réglementaire des aléas sont détaillés dans le règlement du projet de PPR (règlement en cours d'élaboration).

Par similitude avec les procédures d'élaboration et/ou de révision de PPR, la grille de croisement des aléas permettant la définition des zones réglementaires sert de base au projet de règlement du PPR de Saint-André (cf. Tableau 3).

Les règles et prescriptions définies et propres à chaque zone ainsi que les différentes dispositions réglementaires applicables au titre du PPR de Saint-André sont décrites dans le règlement du projet, suite à la phase de concertation entre les services de la DEAL et de la commune.

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

- Toute zone concernée par un aléa fort inondation ou élevé et très élevé mouvements de terrain est classée en R1 = zone « rouge » dotée d'un principe d'inconstructibilité ;
- L'aléa moyen mouvements de terrain est traduit (en dehors de zones d'aléa fort inondation) suivant deux zones réglementaires (R2 = zone « rouge » dotée d'un principe d'inconstructibilité et B2u zone « bleue » dotée d'un principe de constructibilité

avec prescriptions). La distinction réglementaire des terrains classés en aléa moyen mouvements de terrain est définie en fonction du caractère « sécurisable » dans le cadre d'un projet d'aménagement dans des zones à enjeux, où des travaux de sécurisation sont jugés réalisables. La délimitation des zones à enjeux s'appuie sur les limites des espaces forestiers gérés par l'ONF et les limites du cœur du Parc National de la Réunion. Les terrains inclus au sein de ces 2 périmètres, classés en aléa moyen MVT, sont ainsi maintenus en zone R2. En dehors de ces espaces naturels, les principaux critères utilisés pour juger du caractère sécurisable sont les suivants :

- La capacité technique à protéger la zone considérée doit être garantie dans le cadre d'un projet éventuel ;
- Le coût de la protection, directement lié à l'intensité des instabilités pouvant se développer dans la zone considérée doit être proportionné au projet éventuel.

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

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

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

Les cartes réglementaires du projet de PPR de Saint-André ont été présentées en réunion publique en juin 2019 sur la base des principes de traduction réglementaire suivants :

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

Tableau 3 : Principe de traduction réglementaire des aléas du projet de PPR de Saint-André

3. Comptes-rendus de l'analyse des demandes

L'analyse des demandes de précision a été effectuée à partir des éléments méthodologiques décrits précédemment et plus particulièrement :

- Des cartes d'aléas et du zonage réglementaire du PPR de la commune de Saint-André du Porter à Connaissance actualisé d'octobre 2021;
- Des éléments de connaissance historiques disponibles (entre autres la base de données des phénomènes historiques survenus sur le territoire communal et les données SIG telles que les orthophotos de 2022 et l'outil topographique récent MNTR® de 2016) ;
- Des informations communiquées par les administrés concernés vis-à-vis de leurs demandes de précision ;
- Des observations des visites de terrain.

Pour chaque demande, à l'issue de l'analyse, une proposition de zonage est établie avec les arguments motivant les choix, ainsi que des extraits cartographiques des cartes d'aléas inondation, mouvements de terrain et de leur traduction réglementaire (avant et après modification).

Les légendes associées aux extraits cartographiques présentés sont les suivantes :

Niveau d'aléa MVT	Niveau d'aléa Inondation	Zonage réglementaire
TRES ELEVE ELEVE MOYEN FAIBLE	FORT MOYEN FAIBLE	R1 B2u R2 B3 B2

Tableau 4 : Tableau des légendes associées aux extraits cartographiques

Demande n°1 - Pétitionnaire : CANEVY René
Secteur / Parcelle : Chemin Lefaguyes / AV610

➔ **Objet de la demande :**

Modification de l'aléa inondation suite à la création d'un canal d'évacuation

➔ **Classement actuel (projet PPR : PAC actualisé octobre 2021) :**

Aléa Inondation : bandeaux d'aléa fort traversant la parcelle au NE et longeant cette dernière à sa bordure sud. Aléa moyen à l'angle sud-est et aléa faible sur le reste.

Aléa Mouvements de terrain : aléa moyen en cohérence avec les bandeaux d'aléa inondation fort. Aléa faible ailleurs.

Projet de zonage réglementaire : R1 (aléa fort inondation) et B2 (aléa moyen inondation), B3 (aléa faible inondation).

➔ **Proposition de classement suite aux observations complémentaires :**

Aléa Inondation : réorientation de l'aléa fort et réduction de l'emprise de l'aléa moyen.

Aléa Mouvements de terrain : mise en cohérence de l'aléa élevé MVT avec l'aléa inondation.

Projet de zonage réglementaire : Réduction de la surface en R1 sur la parcelle et déclassement d'une partie de la parcelle en B3.

➔ **Justification :**

La parcelle se situe dans le cône alluvial de la Rivière du Mât, en rive gauche, sur lequel est implantée toute la partie aval de la commune de Saint-André. Hors réseau hydrographique, un aléa faible inondation est considéré sur l'ensemble de ce cône alluvial. Au droit de la parcelle du pétitionnaire, deux axes d'écoulement préférentiels sont identifiés, traduits en aléa fort inondation :

- Un axe au nord, traversant la parcelle en direction du sud-est ;
- Un axe au sud longeant la parcelle le long d'un chemin en terre.

Ces deux axes d'écoulement se rejoignent au niveau d'une petite dépression topographique où l'accumulation d'eau engendre un aléa moyen inondation. Cet aléa moyen concerne notamment l'angle sud-est de la parcelle AV610.

Une visite terrain a été organisée le 07 novembre 2023 en présence de la DEAL, du BRGM et du pétitionnaire afin de mieux appréhender la configuration du terrain ainsi que les modalités d'écoulements. Une maison, surélevée d'au moins 50 cm, se trouve à l'est du terrain ; un chemin en terre d'environ 2 m de largeur, vient longer la limite sud de la parcelle. Un canal artificiel, creusé dans le terrain naturel, construit il y a une quinzaine d'années par le riverain, vient quant à lui longer la limite nord (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Le reste du terrain est végétalisé (plantations de fruitiers et zones enherbées) et présente une légère pente d'environ 3° vers le SE.

La présence du canal n'est pas prise en compte dans le tracé du bandeau d'aléa fort au nord de la parcelle dans le PPR approuvé de 2014 et dans le PAC actualisé de 2021. Le canal se situe dans l'axe du bandeau d'aléa inondation situé en limite nord de la parcelle. Le canal longe l'ensemble de la parcelle sur une longueur de 85 m. Le canal dispose d'une hauteur comprise entre 1,2 et 1,6 m du côté de la parcelle AV610 et une largeur comprise entre 1,1 et 3 m selon les secteurs. Les berges du canal sont constituées d'un mélange de terre et

d'alluvions grossières (blocs de plusieurs dizaines voire centaines de litres), sensible à l'érosion.

Le débit capable du canal est estimé à 3-4 m³/s. A l'exutoire se trouve une buse en PVC Ø800 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) conduisant les eaux en souterrain sur une distance de 30 m jusqu'au bas-côté de l'impasse Lefaguyes longeant l'est de la parcelle. Cette canalisation possède un débit capable estimé à 1,7 m³/s. L'extrémité amont de la buse (côté canal) est équipée d'une grille métallique qui permet de retenir d'éventuels blocs et végétaux susceptibles d'obstruer l'ouvrage.

D'après les observations de terrain, l'eau provenant de l'amont de la parcelle du pétitionnaire sera canalisée dans le chenal ouvert créé en bordure nord de la parcelle. Compte tenu des pentes faibles sur le secteur et de l'absence de thalweg clairement marqué en amont de la parcelle, la surface du bassin versant collecté au niveau de la parcelle AV610 est complexe à définir. Le débit s'écoulant à ce niveau pourrait atteindre quelques m³/s en crue centennale. Le débit capable du chenal permettrait de contenir ce débit de crue même en cas d'érosion des berges. Toutefois, le débit capable de la buse à l'extrémité de la parcelle pourrait être limitant, notamment en cas de présence d'embâcles, piégés au niveau de la grille. Des débordements sont donc susceptibles de se produire. La topographie à ce niveau favorisera l'écoulement des eaux débordantes en direction de l'impasse Lefaguyes qui canaliser les eaux vers la dépression topographique au sud-est de la parcelle. L'aléa fort inondation est donc modifié et repositionné en adéquation avec ces observations.

De plus, en prenant en compte la topographie réelle du site, l'axe d'écoulement au sud de la parcelle suivra le tracé du chemin bordant la limite sud de la parcelle. A ce niveau, le bandeau d'aléa fort inondation est repositionné en cohérence avec l'axe réel du chemin.

Ces deux axes d'écoulement nord et sud convergent vers un point bas situé au croisement entre l'impasse Lefaguyes et le chemin au sud de la parcelle. Cette dépression d'environ 1 m de profondeur est représentée sur le zonage du PPR approuvé en 2014 par une étendue globalement sphérique en aléa inondation moyen. A la suite des mesures prises sur le terrain, cette surface d'aléa moyen apparaît surévaluée au vu de la topographie. En effet, la pente n'autorise pas un stockage important dans ce creux et va venir favoriser une surverse rapide de ces eaux en aval, vers l'est. L'emprise d'aléa moyen a donc été reprise en cohérence avec la topographie réelle, impliquant une réduction significative de sa surface. L'aléa moyen ne concerne ainsi plus la parcelle AV610.

Au total, les modifications apportées au zonage de l'aléa inondation suite à la prise en compte des nouvelles données de terrain permettent de réduire l'aléa fort inondation sur la parcelle d'environ 350 m² et de supprimer totalement l'aléa moyen sur la parcelle soit environ 760 m².

En conséquence, la parcelle AV610 fait l'objet d'un déclassement, avec une réduction de la zone rouge R1 inconstructible et une suppression de la zone B2.



Figure 3 – Localisation des principaux constats au droit et abords de la parcelle AV610 : emplacement du canal, de la buse et des voies d'accès (fond orthophoto IGN 2022).



Figure 4 - Canal en bordure nord de la parcelle AV610



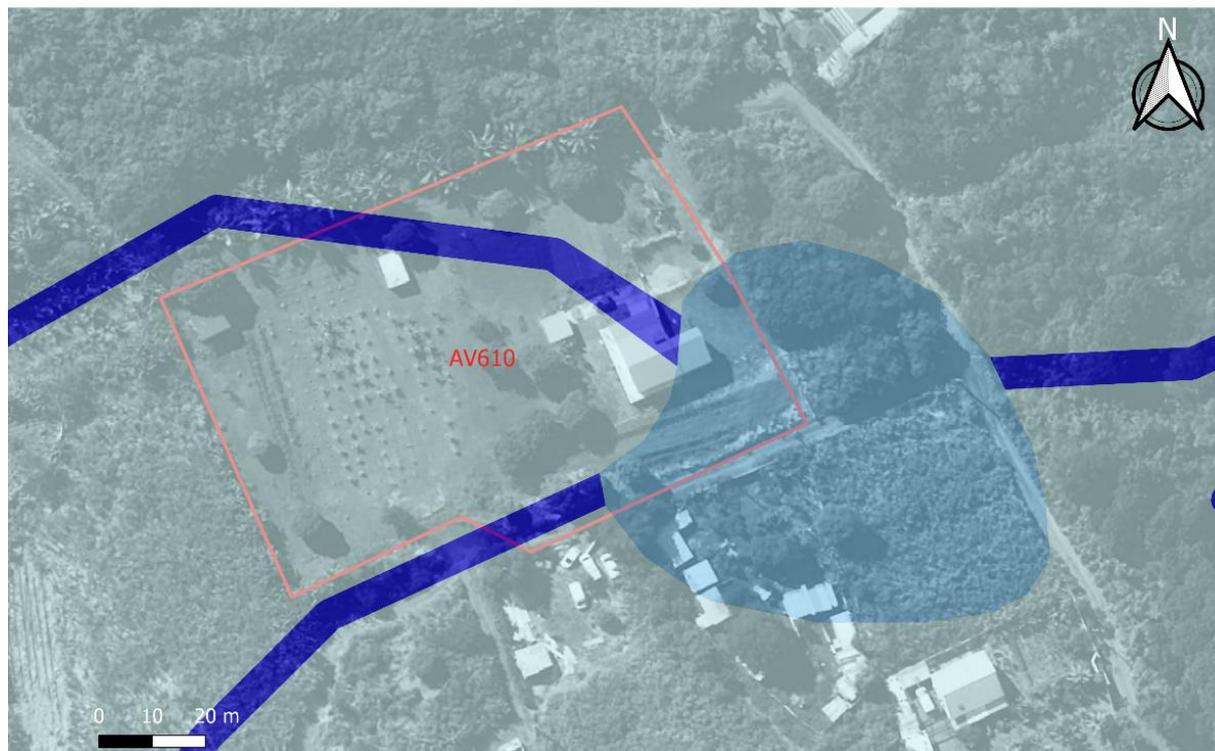
Figure 5 - Buse en PVC et grille situées à l'extrémité aval du canal



Figure 6 – Cuvette au sud-est de la parcelle

EXTRAIT DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION

AVANT MODIFICATION



EXTRAIT DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION

APRES MODIFICATION



EXTRAIT DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA MOUVEMENT DE TERRAIN

AVANT MODIFICATION

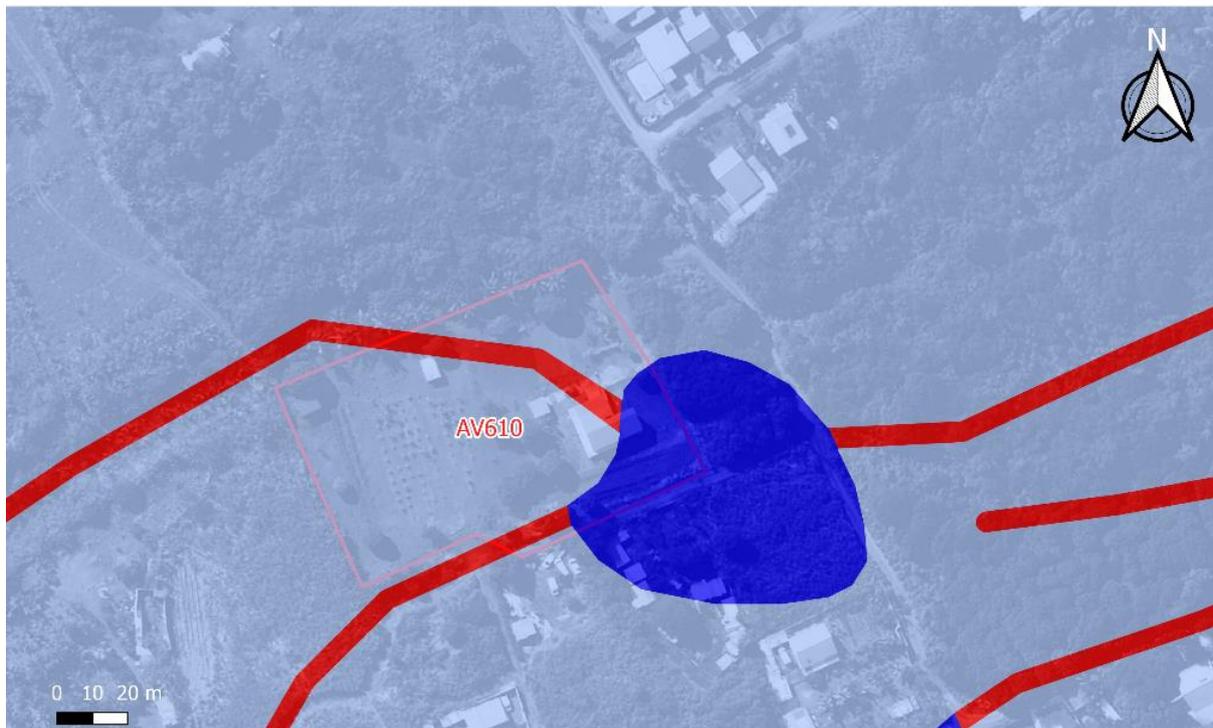


EXTRAIT DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA MOUVEMENT DE TERRAIN

APRES MODIFICATION



EXTRAIT DE LA CARTOGRAPHIE DU ZONAGE REGLEMENTAIRE
-
AVANT MODIFICATION



EXTRAIT DE LA CARTOGRAPHIE DU ZONAGE REGLEMENTAIRE
-
APRES MODIFICATION



Demande n°2 - Pétitionnaire : CLAIN Viviane
Secteur / Parcelles : Allée Vassal / AY1065 et AY1066

➤ **Objet de la demande :**

Modification de l'aléa fort inondation

➤ **Classement actuel (projet PPR : PAC actualisé octobre 2021) :**

Aléa Inondation : un bandeau d'aléa fort traverse la parcelle suivant un axe OSO-ENE. L'aléa est faible sur le reste de la parcelle.

Aléa Mouvements de terrain : un aléa moyen est appliqué en cohérence avec le bandeau d'aléa fort inondation. L'aléa est faible sur le reste de la parcelle.

Projet de zonage réglementaire : R1 (aléa fort inondation) et B3 (aléa faible inondation).

➤ **Proposition de classement suite aux observations complémentaires :**

Aléa Inondation : suppression du bandeau d'aléa fort sur la parcelle. Précision de l'aléa fort aux abords immédiats.

Aléa Mouvements de terrain : mise en cohérence de l'aléa élevé MVT avec l'aléa inondation.

Projet de zonage réglementaire : Déclassement.

➤ **Justification :**

Les parcelles se situent dans le cône alluvial de la Rivière du Mât, en rive gauche, sur lequel est implantée toute la partie aval de la commune de Saint-André. Hors réseau hydrographique, un aléa faible inondation est considéré sur l'ensemble de ce cône alluvial. Les parcelles AY1065-1066 se trouvent une quarantaine de mètres en contrebas de la RD47 (Chemin Grand Canal) au niveau du quartier Rivière du Mât les Bas. Un bandeau d'aléa fort inondation traverse les parcelles AY1065 et AY1066 vers l'est en direction de l'allée Vassal. Un aléa fort inondation est également cartographié le long de la RD47 et se poursuit vers l'aval en bordure du lotissement de l'Allée Vassal.

Une visite de terrain a été organisée le 07 novembre 2023 en présence de la DEAL, du BRGM et de la pétitionnaire afin de mieux appréhender la configuration du terrain ainsi que les modalités d'écoulements. Une habitation se trouve au sud de la parcelle AY1066 (hors zone d'aléa fort), elle est entourée de part et d'autre de zones végétalisées. Le bandeau d'aléa fort passe à une trentaine de mètres au nord de l'habitation.

Le terrain apparaît globalement plat (pente < 2° en moyenne) (Figure 8 et 9). Les observations réalisées au droit de l'axe du bandeau d'aléa cartographié montrent l'absence de thalweg, l'absence de traces de ravinement ou même d'écoulement diffus (malgré de fortes pluies la veille de la visite) (Figure 9). La topographie de la zone ne permet pas la création d'une ravine à ce niveau. Néanmoins, un mur de clôture en parpaings sépare les parcelles AY1065/1066 d'un petit chemin privé situé en amont. Ce chemin dessert quelques habitations. Une dépression topographique est identifiée sur ce chemin au droit des parcelles AY1065/1066. Des ouvertures à la base du mur de clôture permettent la transparence hydraulique à ce niveau (Figure 10). La topographie en cuvette et la présence d'ouvertures dans le mur de clôture suggèrent l'accumulation d'eau de ruissellement dans la dépression lors de fortes pluies et son évacuation en direction des parcelles AY1065-1066. Compte tenu de la topographie de la parcelle AY1065 (pente < 2°), cette eau aurait tendance à s'infiltrer directement dans le sol et non à s'écouler vers l'aval le long d'un axe de ruissellement. En tout état de cause, il s'agit de phénomènes de ruissellement diffus et non d'eau issue du débordement d'un cours d'eau. Or

le PPR inondation ne s'attache qu'à caractériser les inondations par débordement de cours d'eau et ne tient pas compte du ruissellement urbain. Au droit de la parcelle de la pétitionnaire, la présence d'un aléa fort inondation n'apparaît donc pas justifié et est supprimé. L'aléa faible inondation est maintenu sur l'ensemble du secteur.

Des observations ont également été réalisées au niveau de l'intersection entre la RD47 et l'allée Vassal à proximité de la parcelle étudiée. A ce niveau, la RD47 forme un virage marqué à 90° vers le nord. La voirie est bordée au niveau de la voie amont par un fossé de collecte des eaux pluviales. Ce fossé en partie bétonné côté route au niveau du virage mesure 88 cm de haut et 106 cm de large. Le fossé suit la courbe de la route. Néanmoins, on observe dans le virage la présence d'un exutoire (dalot rectangulaire H = 70 cm, l = 100 cm) partant sous la chaussée en direction de l'allée Vassal. Ce dalot est protégé par une grille métallique permettant d'éviter l'entrée d'éléments grossiers dans l'ouvrage (Figure 11). Lors de la visite, des résidus de végétation étaient piégés au niveau de la grille et obstruaient partiellement le passage. D'après la pétitionnaire, des embâcles se forment régulièrement à ce niveau et engendrent un débordement du caniveau. Compte tenu de la pente, les eaux de débordement partent en direction de l'allée Vassal et s'écoulent sur la parcelle AY1300 (déjà inondée dans un passé récent selon la pétitionnaire). Une partie s'écoule également le long de l'allée Vassal. Ces observations confirment l'aléa inondation cartographié au PPR approuvé de 2014 (et au PAC actualisé de 2021). La position du bandeau d'aléa inondation a toutefois été légèrement modifiée pour coller au mieux aux observations de la visite. Un bandeau d'aléa fort inondation a, à ce titre, été ajouté au droit de l'allée Vassal située en contrebas immédiat de la RD47.

En conséquence, les parcelles AY1065-1066 font l'objet d'un déclassement, avec une suppression de la zone rouge R1. L'ensemble des parcelles se situe en zone B3 au projet de zonage réglementaire, en lien avec un aléa inondation faible.



Figure 7 - Localisation des zones remarquables (fossé, exutoire, Allée Vassal) – Emplacement de la parcelle AY1066



Figure 8 - Parcelle AY1065 au niveau du bandeau cartographié en aléa fort inondation



Figure 9 – Parcelle AY1066 avec topographie plane (vue en direction de l'allée Vassal)



Figure 10 – Mur de clôture en limite amont de la parcelle AY1065 avec ouvertures à sa base favorisant la transparence hydraulique



Figure 11 - Dalot partiellement obstrué au niveau de l'accotement de la RD47 et vue vers l'intersection avec l'allée Vassal où s'écoulent les eaux de débordement.

EXTRAIT DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION
-
AVANT MODIFICATION



EXTRAIT DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION
-
APRES MODIFICATION



EXTRAIT DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA MOUVEMENT DE TERRAIN
-
AVANT MODIFICATION



EXTRAIT DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA MOUVEMENT DE TERRAIN
-
APRES MODIFICATION



EXTRAIT DE LA CARTOGRAPHIE DU ZONAGE REGLEMENTAIRE
-
AVANT MODIFICATION



EXTRAIT DE LA CARTOGRAPHIE DU ZONAGE REGLEMENTAIRE
-
APRES MODIFICATION



4. Tableau de synthèse

Le tableau suivant (Tableau 5) fait la synthèse des résultats de l'analyse des demandes de précisions.

N°	Pétitionnaire	N° Parcelle	Visites de terrain	
1	M. René CANEVY	AV610	oui	Déclassement
2	Mme Viviane CLAIN	AY1065/1066	oui	Déclassement

Tableau 5 : Tableau de synthèse des résultats d'analyse des demandes de précisions



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34
Direction régionale de La Réunion
5 Rue Sainte-Anne 97400 Saint-Denis
Tél. : 02 62 21 22 14
www.brgm.fr