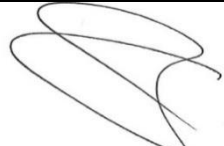


Le système de management de la qualité et de l'environnement du BRGM est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

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. Aucune diffusion du présent document vers des tiers identifiés ne sera volontairement engagée par le BRGM sans notification explicite du demandeur.

Ce document a été vérifié et approuvé par :

| | | |
|--|-------------------|--|
| Vérificateur : | Date : 15/12/2020 | |
| Nom : B. Le Moigne – Ingénieur Géotechnicien | | |
| Approbateur : | Date : 06/01/2021 |  |
| Nom : K. Samyn – Directeur régional – La Réunion | | |

Mots-clés : expertise, PPR, mouvements de terrain, inondations, La Réunion, Bras-Panon.

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

Chaput M., Chevaux S. (2021) – Commune de Bras-Panon. Plan de Prévention des Risques Naturels « inondation et mouvement de terrain » de Bras-Panon. Analyse des demandes de précision. Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-70308-FR. 53 p., 12 fig., 6 tab.

© BRGM, 2021, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Le **Plan de Prévention des Risques** (PPR) Inondations sur la commune de Bras-Panon a été approuvé le 23 février 2004.

Dans le cadre de la procédure d'établissement du PPR multi-aléas (mouvements de terrain et inondations) sur la commune de Bras-Panon, le BRGM a été sollicité par la DEAL pour traiter les demandes de précision des particuliers et de la mairie de Bras-Panon sur le zonage réglementaire du projet de PPR présenté en juin 2019 (Porter à Connaissance en date du 14 juin 2019).

Une première phase de concertation avec le public a eu lieu entre août 2019 et octobre 2019 au cours de laquelle, 13 demandes de précisions ont été reçues et analysées dans le rapport BRGM RP-69976-FR de mai 2020.

Suite aux élections municipales et au changement de mandature à la mairie de Bras-Panon, la DEAL a souhaité informer les nouveaux élus de la démarche de révision du PPR en cours. Une réunion d'information s'est tenue en présence des élus courant août 2020. Suite à cela, il a été convenu d'engager une seconde phase de concertation publique, préalablement au lancement de la phase de consultation officielle. Les demandes de précision du public ont été reçues par la DEAL et la mairie entre octobre 2020 et novembre 2020, suite à une réunion publique de présentation du projet de PPR tenue à l'hôtel de ville de Bras-Panon le 7 octobre 2020 (cartes de zonage réglementaire et des aléas inondation et mouvement de terrain). **Au total, 9 demandes ont été reçues et analysées.** Parmi ces 9 demandes, 3 concernent le même secteur (installations industrielles au lieu-dit Ma Pensée) et ont donc été traitées conjointement.

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 des 9 demandes de précision. Dans le cadre du travail d'analyse, 4 secteurs ont fait l'objet de visites complémentaires, réalisées le 19 novembre 2020. Ces visites ont 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 9 demandes de précision est présenté dans le Tableau 1 suivant.

| | Nombre de demandes de précisions (requêtes) |
|--|---|
| Total | 9 |
| Visites complémentaires | 4 |
| Pas de modification (pas de modification réglementaire) | 6 |
| Déclassement du zonage réglementaire | 3 |
| Surclassement du zonage réglementaire | 0 |

Tableau 1 : Bilan de l'analyse sur les 9 demandes

Sommaire

| | |
|---|-----------|
| 1. Contexte | 7 |
| 2. Méthodologie employée dans la révision du PPR | 10 |
| 2.1. DEFINITIONS ET NOTIONS GENERALES | 10 |
| 2.1.1 Définitions | 10 |
| 2.1.2 Aléas considérés | 10 |
| 2.1.3 Probabilité d'occurrence et intensité | 11 |
| 2.1.4 Règles générales de zonage | 11 |
| 2.2. ALEA INONDATION | 12 |
| 2.3. ALEA MOUVEMENTS DE TERRAIN | 14 |
| 2.3.1 Méthode d'évaluation de l'aléa | 14 |
| 2.3.2 Qualification de l'aléa mouvements de terrain | 15 |
| 2.4. PRINCIPES DE TRADUCTION REGLEMENTAIRE | 15 |
| 3. Comptes-rendus de l'analyse des demandes | 17 |
| 4. Tableau de synthèse | 55 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Carte de localisation des différents secteurs étudiés (©IGN2015-SCAN25®). En rouge, les secteurs visités, en bleu, les secteurs non visités lors de cette phase. | 9 |
| Figure 2 : Exemple de représentation de la notion de continuité du niveau d'aléa mouvements de terrain | 12 |
| Figure 3 – Vue générale du site Ma Pensée | 21 |
| Figure 4 – Détail de l'ouvrage en enrochement libre réalisé en 2019. | 22 |
| Figure 5 : Vue depuis la tête de talus au sud-est du lot 1, donnant sur des bâtiments en contrebas (ZAC). Le talus, de plus de 20 m de haut à ce niveau présente un profil subvertical en tête. | 27 |
| Figure 6 – Configuration du talus au droit du lot 6, présentant une pente homogène d'environ 20° jusqu'au bâtiment en contrebas. | 28 |
| Figure 7 : Fossé en limite des parcelles AB260 et AB1113 | 36 |
| Figure 8 : Buse de 80 cm de diamètre (débit capable 3m ³ /s) avec débordement possible en cas de crue centennale | 37 |
| Figure 9 : Coude en amont de la buse (flèche rouge). Un débordement en rive gauche est fortement probable en cas de crue centennale. | 37 |

| | |
|--|----|
| Figure 10 : Terrassement des pentes en rive gauche de la ravine. Ce dernier est situé en contre-haut, à gauche de la photo (prise de vue en direction de l'amont)..... | 38 |
| Figure 11 : Hauteurs d'eau issues des résultats de la modélisation d'HYDRETUDES (2018) | 51 |
| Figure 12 : Vitesses d'écoulement issues des résultats de la modélisation d'HYDRETUDES (2018) | 52 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Bilan de l'analyse sur les 9 demandes..... | 3 |
| Tableau 2 – Liste des demandes de précision analysées et du programme de visite retenu..... | 8 |
| Tableau 3 : Caractérisation de l'aléa inondation pour la crue centennale en fonction des vitesses et des hauteurs d'eau | 13 |
| Tableau 4 : Définition du niveau d'aléa MVT résultant en fonction des différents aléas caractérisés | 15 |
| Tableau 5 : Principe de traduction réglementaire des aléas du projet de PPR de Bras-Panon – version projet. | 16 |
| Tableau 6 – Tableau de synthèse des résultats d'analyse des requêtes..... | 55 |

1. Contexte

Le **Plan de Prévention des Risques** (PPR) Inondations sur la commune de Bras-Panon a été approuvé le 23 février 2004. La procédure d'établissement du Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles sur la commune de Bras-Panon a été prescrite par l'arrêté préfectoral n°2015-1814/SG/DRCTCV du 7 octobre 2015 et le délai d'approbation a été augmenté par l'arrêté n°2018-1791/SG/DCL/BU du 24 septembre 2018 portant prorogation du délai d'approbation.

Dans le cadre de la procédure d'établissement du PPR multi-aléas (mouvements de terrain et inondations) sur la commune de Bras-Panon, le BRGM a été sollicité par la DEAL pour traiter les demandes de précision des particuliers et de la mairie de Bras-Panon sur le zonage réglementaire du projet de PPR présenté en juin 2019 (Porter à Connaissance en date du 14 juin 2019).

Une première phase de concertation avec le public a eu lieu entre août 2019 et octobre 2019 au cours de laquelle, 13 demandes de précisions ont été reçues et analysées dans le rapport BRGM RP-69976-FR de mai 2020¹. Lors de cette phase, quatre visites de site avaient été réalisées et l'analyse des requêtes avait conduit à 4 déclassements du zonage réglementaire, 8 absences de modifications et 1 surclassement.

Suite aux élections municipales et au changement de mandature à la mairie de Bras-Panon, la DEAL a souhaité informer les nouveaux élus de la démarche de révision du PPR en cours. Une réunion d'information s'est tenue en présence des élus courant août 2020. Suite à cela, il a été convenu d'engager une seconde phase de concertation publique, préalablement au lancement de la phase de consultation officielle. Les demandes des précisions du public ont été reçues par la DEAL et la mairie entre octobre 2020 et novembre 2020, suite à une réunion publique de présentation du projet de PPR tenue à l'hôtel de ville de Bras-Panon le 7 octobre 2020 (cartes de zonage réglementaire et des aléas inondation et mouvement de terrain).

Au total, 9 demandes ont été reçues et analysées (Tableau 2 et Figures 1). Parmi ces 9 demandes, trois concernent le même secteur (installations industrielles au lieu-dit Ma Pensée) et ont donc été traitées conjointement.

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 des 9 demandes de précision. Dans le cadre du travail d'analyse, 4 secteurs ont fait l'objet de visites complémentaires, réalisées le 19 novembre 2020. Ces visites ont 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 principes méthodologiques pour l'élaboration des cartographies d'aléas mouvements de terrain et leur transcription réglementaire, présentées dans le rapport BRGM/RP-66346-FR² de novembre 2016 ont été considérées dans le présent travail d'analyse et plus généralement dans le cadre de la révision du PPR de la commune de Bras-Panon.

Les modifications retenues suite à l'analyse des demandes de précision sont présentées dans le présent rapport avec, le cas échéant, des extraits cartographiques au 1/5 000 de chaque secteur

¹ Chaput M., Chevaux S. (2020) – Commune de Bras Panon. Plan de Prévention des Risques Naturels « inondations et mouvements de terrain » de Bras Panon. Analyse des demandes de précision. Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-69976-FR. 75p., 14 fig., 6 tab.

² Rey A. (2016) – PPR multi-aléas des communes de La Réunion. Propositions d'évolutions méthodologiques. Rapport final. BRGM/RP-66346-FR, 159 p., 50 ill., 38 tabl., 5 ann. <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-66346-FR.pdf>

ayant fait l'objet de modifications aux zonages des aléas et au zonage réglementaire du projet de PPR (avant et après modifications).

| N° | Pétitionnaire | N° Parcelle | Visite de terrain |
|----|--|---|-------------------|
| 1 | Entreprise Teralta | AI242, AI243, AI244, AI140 | oui |
| 2 | Entreprise GTOI | AI309 | |
| 3 | Entreprise HOLCIM | AI140, AI244, AI152 à 160, AI45 à 49 | |
| 4 | M. RAMAYE Pascal | AD869 à 884, AD886 à 902 | oui |
| 5 | M. VAITILINGOM Arthur | AL77 | non |
| 6 | M. TAILEE Joévin | AB1113, AB1117, AB1118, AB1119, AB1120 et AB260 | Oui |
| 7 | PITOU Emmanuel | AN70 | Non |
| 8 | Granulats de l'Est – M. Éric DONTENVILLE | AD0075 et AD0966 | Non |
| 9 | Commune de Bras-Panon | AK1669 | Oui |

Tableau 2 – Liste des demandes de précision analysées et du programme de visite retenu

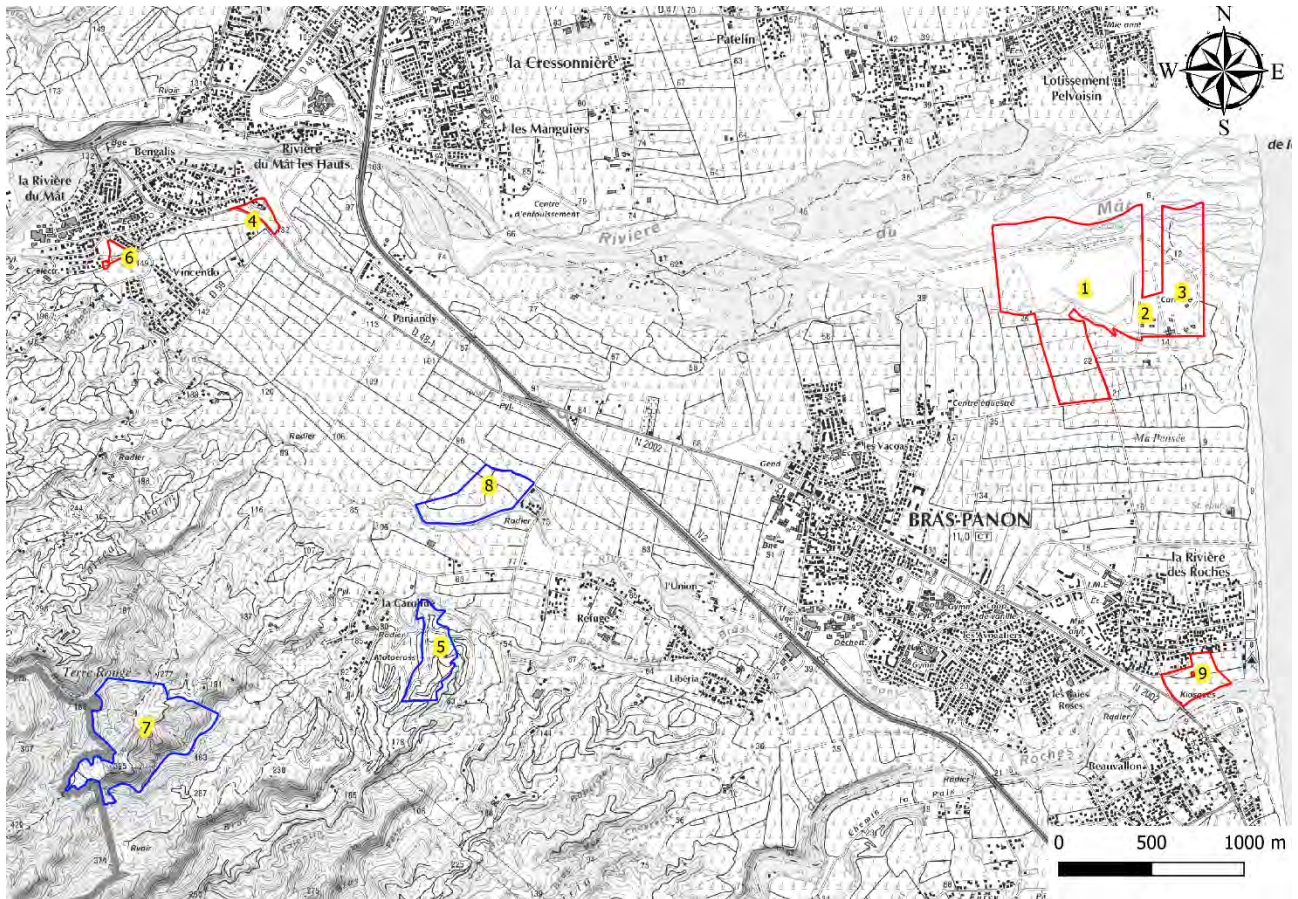


Figure 1 : Carte de localisation des différents secteurs étudiés (©IGN2015-SCAN25®). En rouge, les secteurs visités, en bleu, les secteurs non visités lors de cette phase.

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., 2008³), spécifique à l'aléa mouvements de terrain mérite également d'être citée au regard notamment de la notion de dommage intégrée à la définition de l'aléa :

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

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

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

2.1.2 Aléas considérés

Les risques pris en compte dans le cadre de la procédure de révision du PPR de la commune de Bras-Panon 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.

³ 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) et l'inondation liée au ruissellement urbain, ne sont pas considérés dans la présente procédure de révision du PPR et font l'objet de procédures spécifiques.

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 prise 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 » (Figure 2). Il existe donc, dans ce cas, pour une zone d'aléa élevée donnée, une zone d'aléa moyen et une zone d'aléa faible à modéré qui traduisent la décroissance de l'intensité et/ou de la probabilité du phénomène avec l'éloignement. Cette gradation est théorique et elle n'est pas toujours représentée notamment du fait des contraintes d'échelle et de dessin.

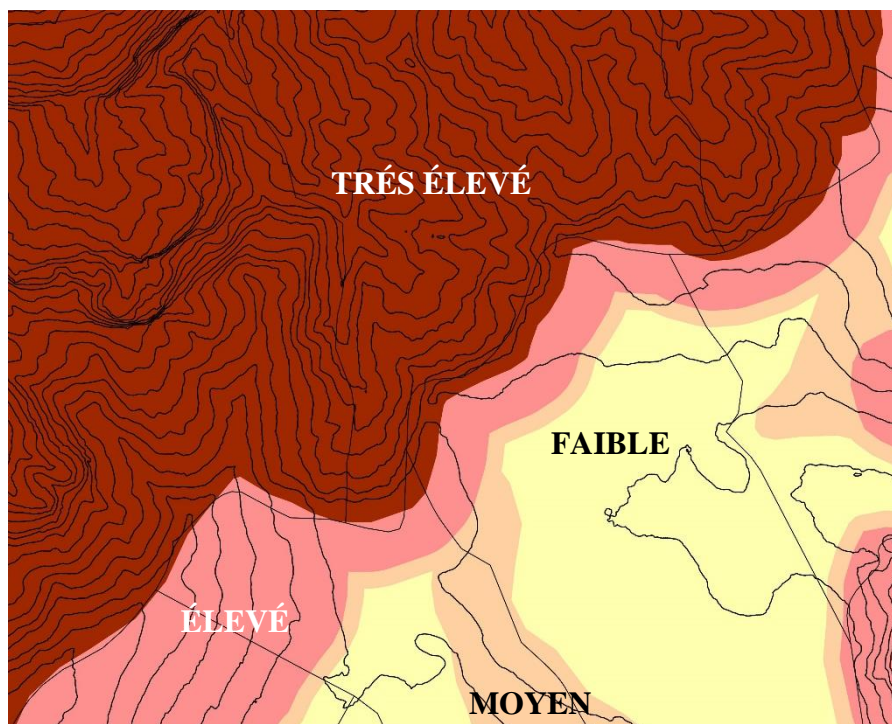


Figure 2 : Exemple de représentation de la notion de continuité du niveau d'aléa mouvements de terrain

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 Bras-Panon, 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).

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 Bras-Panon, 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 :

- Etude hydraulique réalisée en 2011 par ARTELIA relative au confortement des berges de la Rivière des Roches et de la Rivière Bras-Panon (référence 4701315) ;
- Etude pré-opérationnelle sur les habitats indignes en zone à risque d'aléa fort réalisée par HYDRETTUES en 2018 (référence RE17-140).

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, **le MNTR®** (2012), modèle numérique de terrain acquis par l'IGN avec une résolution de 5 m qui permet d'apprécier, avec une précision cohérente avec l'échelle du PPR, les différents thalwegs et ravines du territoire communal. Le produit **Litto3D®**, développé par l'IGN© et SHOM©, est une base de données altimétrique unique et continue terre-mer, avec une résolution de 1m, donnant une représentation tridimensionnelle de la forme de la position du sol sur la frange littorale du territoire réunionnais. La base de données de Litto3D® ne s'étend qu'à 2 km à l'intérieur des terres. Ainsi, 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 du modèle est de l'ordre de 20 cm et la précision planimétrique est de l'ordre de 50 cm. En complément, les données **Lidar** (Région Réunion et CIREST) disponibles sur les secteurs de la Rivière du Mât et de la Ravine Sèche ont été utilisées. Celles-ci sont livrées sous forme d'un modèle numérique de terrain avec une résolution de 0,5 m.
- **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 2017) 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 3):

| | | 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 3 : 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 MOUVEMENTS 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 révision) 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 : **le MNTR®** (2012), modèle numérique de terrain acquis par l'IGN avec une résolution de 5 m qui permet d'apprécier, avec une précision cohérente avec l'échelle du PPR, les différents thalwegs et ravines du territoire communal. Le produit **Litto3D®**, développé par l'IGN© et SHOM©, est une base de données altimétrique unique et continue terre-mer, avec une résolution de 1m, donnant une représentation tridimensionnelle de la forme de la position du sol sur la frange littorale du territoire réunionnais. La base de données de Litto3D® ne s'étend qu'à 2 km à l'intérieur des terres. Ainsi, 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 du modèle est de l'ordre de 20 cm et la précision planimétrique est de l'ordre de 50 cm. En complément, les données **Lidar** (Région Réunion et CIREST) disponibles sur les secteurs de la Rivière du Mât et de la Ravine Sèche ont été utilisées. Celles-ci sont livrées sous forme d'un modèle numérique de terrain avec une résolution de 0,5 m.
- 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 2019 et les orthophotos de 2017) 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 2016 (Rey, 2016) ont été considérées dans le présent travail d'analyse et plus généralement dans le cadre de la révision du PPR de la commune de Bras-Panon.

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 (Tableau 4) :

| 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 4 : 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 seront 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 actuellement en vigueur, la grille de croisement des aléas permettant la définition des zones réglementaires sert de base au projet de règlement du PPR de Bras-Panon (cf. Tableau 5).

Les règles et prescriptions définies et propres à chaque zone ainsi que les différentes dispositions réglementaires applicables au titre du PPR de Bras-Panon seront décrites dans le règlement du projet, suite à une 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 Bras-Panon ont été présentées en réunion publique en juin 2019 sur la base des principes de traduction réglementaire suivants (Tableau 5):

| 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 5 : Principe de traduction réglementaire des aléas du projet de PPR de Bras-Panon – version projet.


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 projet de révision du PPR de la commune de Bras-Panon, présentées en réunions publiques en septembre 2019. Ces cartographies sont les supports sur lesquelles les particuliers et la commune ont fait des observations.
- 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 (IGN) de 2017 et l'outil topographique récent MNTR® (©IGN 2012))
- Des informations communiquées par les services de la mairie et les administrés concernés vis-à-vis de leurs projets et/ou demandes de précision;
- Des résultats des visites de terrain pour les secteurs ayant fait l'objet d'une visite complémentaire.

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  R2  B2  B2u  B3 |

Demandes n°1, 2 et 3 - Pétitionnaires : Teralta, GTOI, Holcim
Secteur/Parcelles : Ma Pensée, parcelles AI242, AI 243, AI244, AI410, AI309, AI140, AI244, AI152 à 160, AI45 à 49

➡ **Objet de la demande :**

Demande un réexamen du zonage de l'aléa inondation en rive droite de la rivière du Mât au niveau des installations industrielles du lieu-dit Ma Pensée, suite à la réalisation d'un ouvrage digue et d'une étude hydraulique par le bureau d'étude ANTEA.

➡ **Classement actuel (projet PPR : PAC juin 2019) :**

Aléa Inondation : aléa fort

Aléa Mouvements de terrain : aléa élevé et aléa moyen

Projet de zonage réglementaire : R1 (aléa fort inondation) et R2 (aléa moyen MVT)

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

Aléa Inondation : pas de modification

Aléa Mouvements de terrain : pas de modification

Projet de zonage réglementaire : pas de modification mais adaptation du règlement du PPR envisagée par la DEAL

➡ **Justification :**

Les entreprises Teralta, GTOI et Holcim exploitent plusieurs installations classées sur le secteur de Ma Pensée, situées à l'exutoire de la Rivière du Mât sur la commune de Bras Panon.

Les installations sont les suivantes :

- Ancienne carrière Holcim Ma Pensée à l'amont du site, en cours de réhabilitation (parcelles AI152 à 160) ;
- Carrière Holcim « Canabady » au sud du site (parcelles AI45 à 49) ;
- Centrale d'enrobage GTOI (parcelle AI 309) ;
- Centrale à béton Holcim (parcelles AI140 et 244) ;
- Installation de traitement de matériaux Teralta (parcelles AI 242 à 244 et AI140).

Les premières activités recensées sur ce site datent de la fin des années 80. Depuis 1991, le site est classé au régime d'Autorisation pour la rubrique 89 bis-1 des ICPE pour l'activité de broyage, concassage, criblage de pierres et cailloux. Il est aujourd'hui soumis à l'arrêté préfectoral du 16 juillet 1993 (AP n°93-2181/SG/DICV/3) autorisant la société Sables et Gravier Contrôlés de la Réunion à exploiter une installation de concassage située au lieu-dit « Ma Pensée » sur le territoire de la commune de Bras-Panon. Teralta, GTOI et Holcim sont propriétaires des parcelles accueillant leurs activités respectives.

Les pétitionnaires ont fait appel au bureau d'études Antea Group afin de réaliser un rapport précisant l'aléa inondation au droit du site (rapport n°97550/Version A de février 2019 et rapport n° en cours/A du 6 octobre 2020). Par ailleurs, une visite de site a été réalisée le 19 novembre en présence de représentants des sociétés précitées, d'Antea Group, de la DEAL et du BRGM.

L'ensemble de ces installations se situe dans le lit de la Rivière du Mât, concerné par un aléa fort inondation traduit en zone rouge du PPRi approuvé en février 2004. Le projet de révision du PPR en cours classe également ce secteur en zone R1. Ce classement interdit notamment tout travaux, activités, installations et constructions nouvelles. Il autorise toutefois la présence de carrières.

D'après les pétitionnaires, ce zonage induit de fortes contraintes pour les installations de criblage/concassage Teralta/Holcim et pour la centrale d'enrobage GTOI à l'aval du secteur puisque toute demande de permis de construire dans le cadre de travaux sur les infrastructures est systématiquement refusée compte tenu du classement en zone rouge du PPR. La demande de révision du zonage du PPR par les pétitionnaires intervient dans ce cadre.

L'analyse des photos aériennes historiques montre que le site se trouve dans l'emprise historique du lit de la rivière. En effet, en 1950, des chenaux d'écoulement actifs étaient visibles au droit des installations actuelles.

Un bras de la rivière (ou Bras Coco) situé à l'extrémité sud de l'emprise du lit semble être fréquemment réactivé lors des crues majeures de la Rivière du Mât : 1993, 1997, 2007. Ce chenal d'écoulement, bien que végétalisé est toujours nettement visible sur les photos aériennes récentes.

En 2006, lors de Diwa, les berges en rive droite de la rivière du Mât ont subi un recul de 150 m environ, juste en amont de la carrière Ma Pensée. En 2007, lors de Gamède, une submersion et une rupture du délaissé (bande de matériaux séparant le lit actif de la Rivière et la carrière) s'est produite, engendrant l'inondation des installations GTOI et Holcim à l'aval. Un chenal d'écoulement s'est créé au nord des installations lors de cet événement.

L'excavation des matériaux de la carrière Ma Pensée a engendré l'affleurement de la nappe au droit du site (Figure 3). L'altitude actuelle du fond de la carrière est inférieure à celle du lit de la rivière du Mât, de l'autre côté du délaissé (plusieurs mètres). Actuellement, l'espace carrière est en cours de réhabilitation avec créations de risbermes au niveau du délaissé afin de garantir une stabilité à plus long terme de ce dernier (Figure 3). Le bassin où affleure la nappe est conservé, les eaux de cette dernière s'évacuant par le chenal créé en 2007 (Figure 3).

Par ailleurs, un ouvrage de protection en enrochements libres a été construit en aval de la carrière (hauteur 4 m, Figures 3 et 4). Cet ouvrage, dimensionné pour une protection contre une crue décennale, a pour vocation de protéger les installations GTOI, Holcim et Teralta à l'aval (Figure 3). Des modélisations hydrauliques ont été réalisées par Antéa, prenant en compte la configuration actuelle de la zone. Les modélisations ont été réalisées pour une crue décennale, pour une crue centennale avec brèche dans le délaissé et pour une crue centennale sans brèche dans le délaissé.

Les résultats des modélisations montrent l'absence d'inondation des installations GTOI, Holcim et Teralta, quel que soit le scénario, grâce à la présence du bassin formé par la carrière (rôle « tampon »), du chenal d'écoulement au nord et de l'ouvrage en enrochement.

Malgré ces résultats, plusieurs incertitudes demeurent quant à l'évolution du site dans les 100 ans à venir (période de référence du PPR) :

- Des incertitudes sont présentes quant à l'évolution du lit de la rivière du Mât sur cette période de référence. En effet, la rivière présente un débit de crue centennial d'environ 3300 m³/s à ce niveau, avec un transport solide (non pris en compte dans la modélisation) extrêmement important⁴ lié aux caractéristiques géomorphologiques et géologiques du bassin versant qui augmente le pouvoir érosif des écoulements. Des divagations importantes des chenaux d'écoulement peuvent se produire à chaque crue et modifier considérablement la morphologie du lit et des berges. L'orthophoto de 1950 montre que le lit de la rivière peut se déplacer jusqu'au sud des installations industrielles actuelles, justifiant l'emprise de l'aléa fort inondation. La « réactivation » récurrente du Bras Coco au sud du site dans le passé proche, et ce, malgré des opérations de comblement, est un argument supplémentaire pour la

⁴ Débit solide moyen annuel estimé à 180 000 m³ au niveau de l'îlet Morin, 13 km à l'amont de l'exutoire. Le débit solide en cas de crue exceptionnelle est estimé à 500 000 m³ (Jossot et Pouget, 2004, rapport BRGM/RP-53235-FR).

possibilité d'écoulements à ce niveau lors d'une crue centennale. La conséquence d'une réactivation de ce bras sur les installations est difficile à prévoir.

- Par ailleurs, la modélisation envisage une brèche dans le délaissé à l'amont du bassin formé par l'ancienne carrière. Néanmoins, l'apparition de brèches plus à l'aval ne peut être exclue et leurs conséquences sur l'écoulement des eaux ne peuvent être déterminées.

Le comportement de la nappe affleurante au niveau du bassin en cas de crue centennale n'est pas non plus connu (surélévation du niveau du bassin, volumes supplémentaires non pris en compte).

- Enfin, l'ouvrage de protection réalisé entre la carrière en réhabilitation et les installations industrielles est un ouvrage privé, non classé comme système d'endiguement au titre du code de l'environnement. Son dimensionnement et sa conception n'ont pas fait l'objet d'un suivi spécifique par les autorités compétentes. Par ailleurs, le devenir du site dans les 100 prochaines années n'est pas connu. L'entretien et donc la pérennité de l'ouvrage sur cette période ne peut donc être garanti, tout comme l'évolution du bassin formé par l'ancienne carrière et l'évolution du délaissé au gré des crues successives (endommagements potentiels).

Les installations industrielles d'Holcim, GTOI et Teralta se situent dans le lit majeur de l'une des rivières présentant le plus fort débit centennal et le plus fort transport solide de La Réunion. Les incertitudes sur le comportement de ce cours d'eau lors de ses crues (dynamique torrentielle, érosion, variation du lit, mobilité du fond...) sont importantes. Dans le cas d'une crue centennale, événement jamais observé jusqu'à aujourd'hui, ces incertitudes sont d'autant plus prégnantes. Malgré les outils de modélisation existants, les conséquences d'une telle crue sont très souvent difficilement prévisibles, au vu des nombreux paramètres qui entrent en jeu dans ces phénomènes : durée/intensité des pluies, phénomènes se produisant à l'amont (glissements de terrain, embâcles/débâcles...), trajectoires imprévisibles des chenaux...etc.

De plus, l'absence de garanties sur la pérennité des ouvrages de protection existants (délaissé et enrochement), par ailleurs non classés, dans les 100 ans à venir, ne permet pas de les prendre en considération dans la cartographie d'aléa dans le cadre du PPR.

C'est pourquoi, le zonage de l'aléa inondation au droit du site est maintenu, ainsi que le classement en zone rouge R1 au zonage réglementaire.

Toutefois, compte tenu des contraintes associées à ce zonage vis-à-vis des activités d'Holcim, GTOI et Teralta sur ce site, une adaptation locale du règlement du PPR sera envisagée par les services de l'Etat. Les adaptations concerneront les possibilités d'entretien/renouvellement des matériels des requérants mais excluront en tout état de cause les possibilités d'extension des installations.

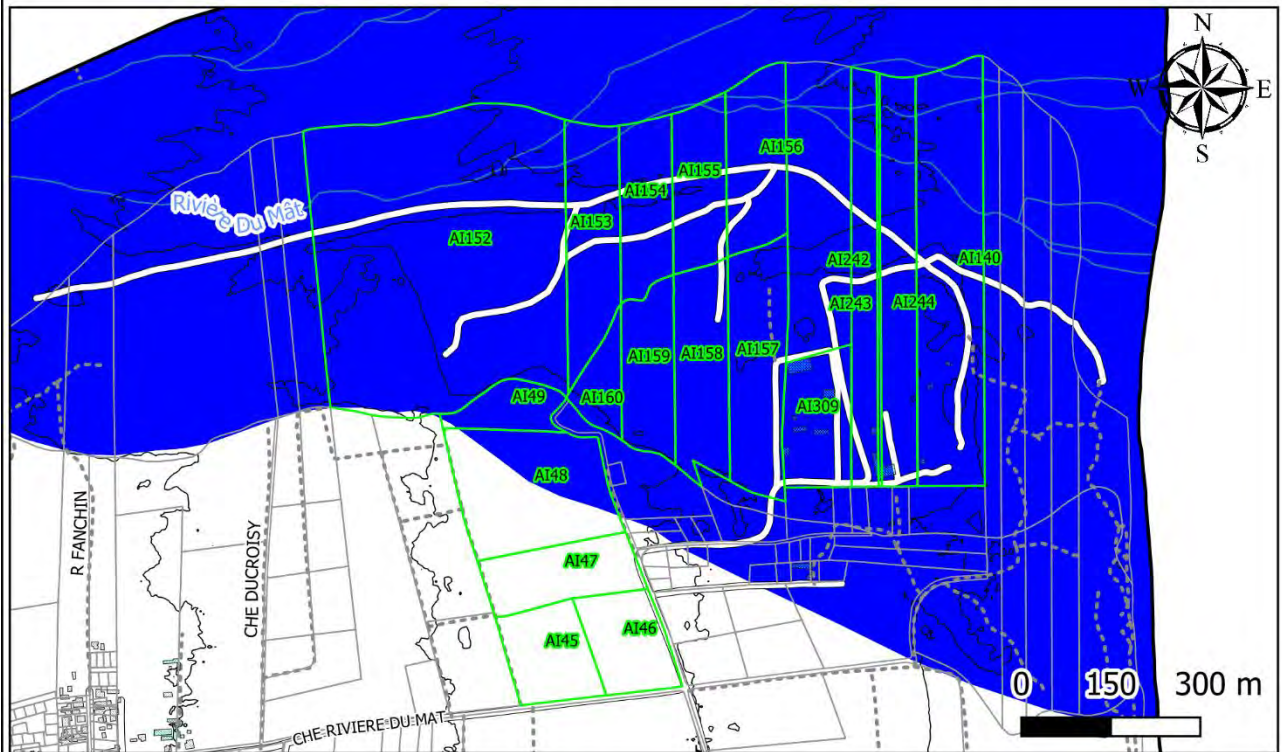


Figure 3 – Vue générale du site Ma Pensée

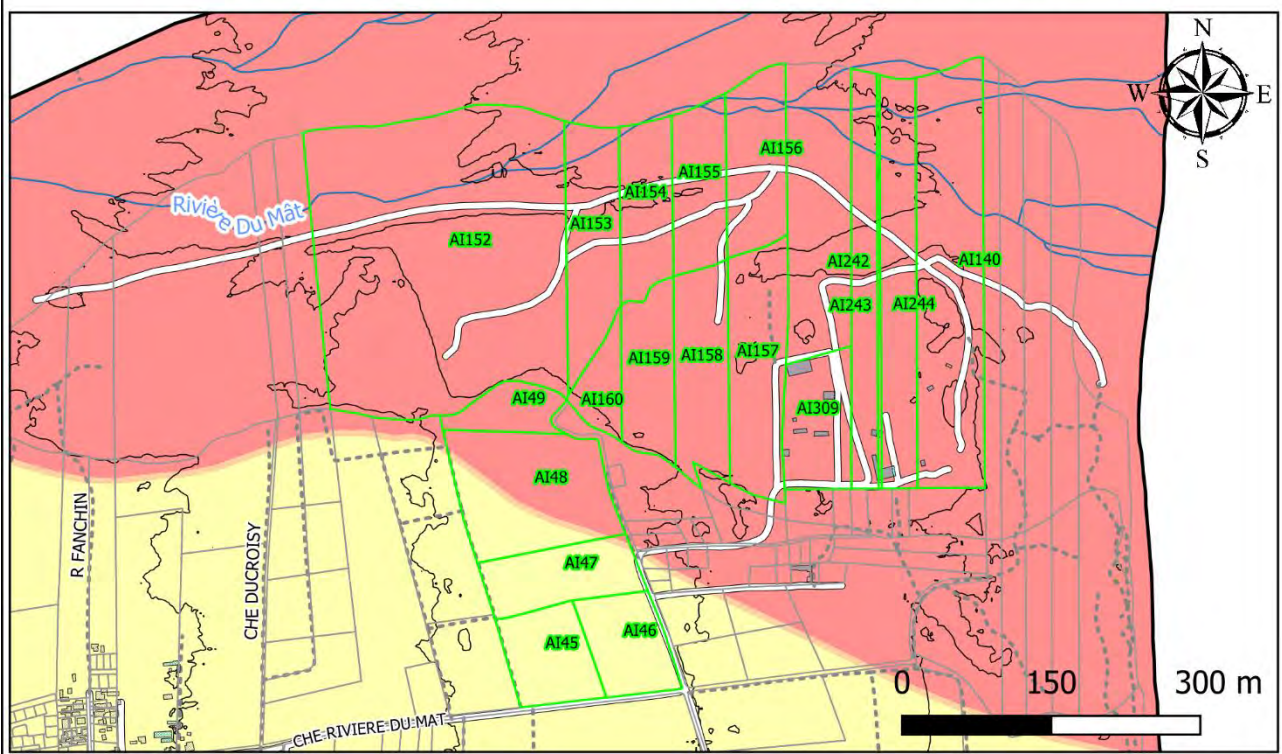


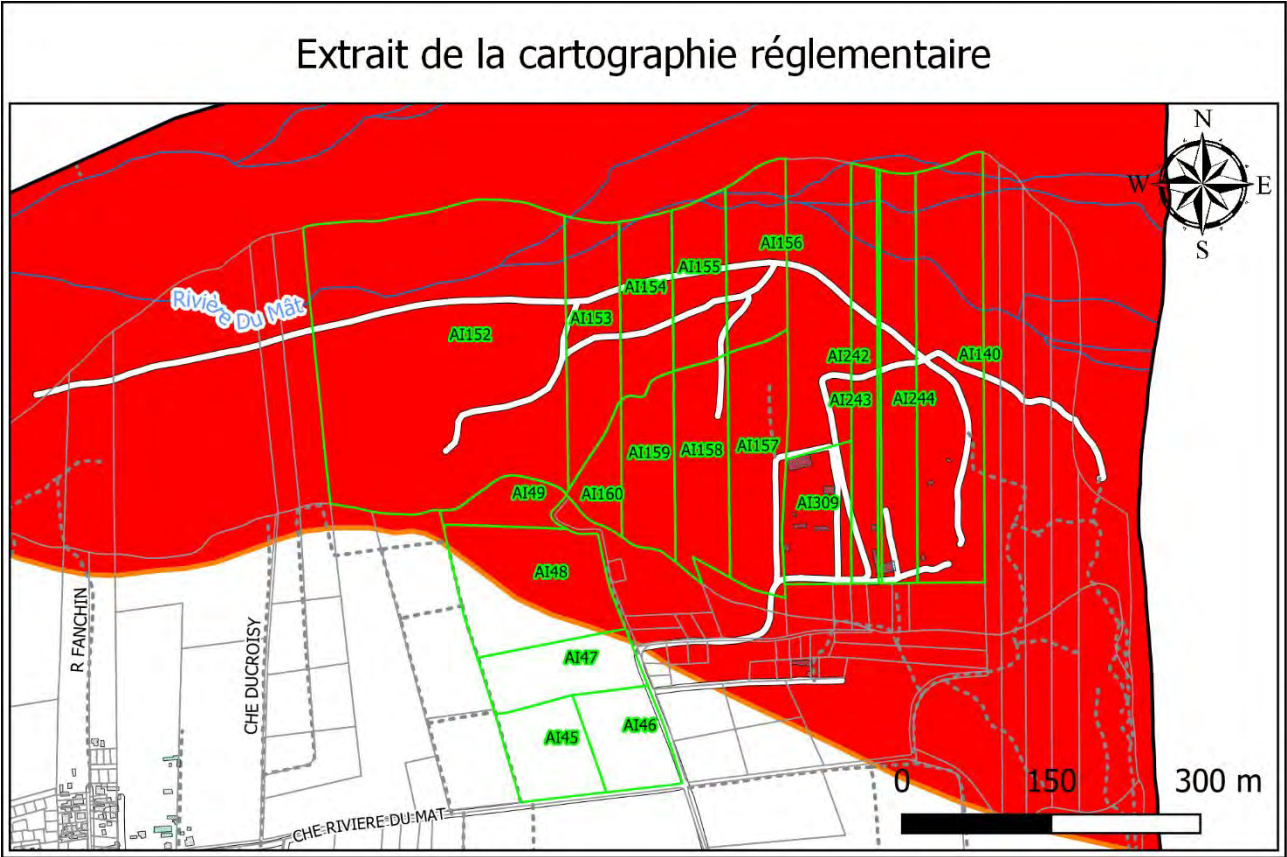
Figure 4 – Détail de l'ouvrage en enrochement libre réalisé en 2019.

Extrait de la cartographie de l'aléa inondation



Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain





Demande n°4 - Pétitionnaire : M. RAMAYE Pascal
Secteur / Parcelles : AD869 à 884 et AD886 à 902

➡ **Objet de la demande :**

Demande de réexamen du zonage réglementaire suite à la réalisation d'une étude géotechnique par le bureau d'étude SOILPIX.

➡ **Classement actuel (projet PPR : PAC juin 2019) :**

Aléa Inondation : aléa nul

Aléa Mouvements de terrain : aléa moyen et faible

Projet de zonage réglementaire : R2 (aléa moyen MVT) et zone blanche

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

Aléa Inondation : nul

Aléa Mouvements de terrain : aléa moyen

Projet de zonage réglementaire : B2u

➡ **Justification :**

Les parcelles sont situées à la Rivière du Mât les Hauts, en bordure de la RD48-1. Elles font l'objet d'un projet de construction d'un lotissement. Les parcelles AD869, 870, 871, 872, 873, 877, 901 et 902 sont celles faisant spécifiquement l'objet de la requête. Elles correspondent aux lots 1 à 6 du projet immobilier, ainsi dénommés dans l'étude SOILPIX (dossier RE19C60G0 V1 du 28/08/2019) fournie par le requérant. L'étude Soilpix propose de maintenir la cartographie d'aléa mouvement de terrain au droit du site mais de classer l'aléa moyen en B2u au zonage réglementaire (contre un zonage R2 actuellement).

Ces parcelles sont situées au sommet d'un talus correspondant à des paléo-berges de la Rivière du Mât au sein du cône alluvial de ce cours d'eau. Les matériaux formant cette terrasse sont des alluvions anciennes constituées d'éléments hétérogènes grossiers (blocs, galets, graviers) emballés dans une matrice sablo-graveleuse plus ou moins compacte.

L'étude Soilpix propose une analyse diachronique du secteur grâce à la comparaison de photos aériennes et montre que la zone a fait l'objet de remblaiement et de travaux d'amélioration foncière depuis la fin des années 70 en arrière de la terrasse alluviale.

Une visite de site réalisée le 19 novembre 2020 en présence du propriétaire, d'un représentant de la SARL Les Camélias en charge du projet d'aménagement et de la DEAL a permis de préciser la configuration du secteur.

Au sud, au niveau du lot n°1 et des deux emplacements mitoyens du projet (parcelles AD869 et AD877), la hauteur de l'escarpement est de 20 m, avec une pente moyenne de 35-40° et des pentes atteignant localement 50° (Figure 5). Les alluvions grossières formant le talus sont particulièrement sensibles aux phénomènes d'érosion différentielle liée à l'érosion de la matrice sablo-graveleuse qui participe au déchaussement des éléments plus grossiers. Lors de la visite de site, des évidences d'érosion récentes en sommet de talus et la présence de blocs de taille décimétrique déchaussés ont été observées sur la parcelle au sud-est du lot 1 (le sommet de talus au droit de ce lot n'étant pas accessible à cause de la végétation). A ce niveau, le versant mesure environ 24 m de haut avec un profil subvertical dans sa partie supérieure (Figure 5). Ces observations mettent en évidence la

nature peu consolidée et érodable des matériaux formant le talus, ainsi que le dénivelé important à ce niveau.

Compte tenu de la hauteur du talus, des pentes et de la nature des matériaux, un aléa moyen MVT est ici justifié pour des phénomènes de type érosion régressive, glissement de terrain et chute de blocs (probabilité d'occurrence et intensité jugées moyennes sur la période de référence, taille des blocs $< 1\text{m}^3$). Cet aléa est considéré sur toute la hauteur du versant et sur un bandeau d'environ 15 m en arrière de la tête de talus, pour prendre en compte l'incertitude liée au recul de l'escarpement susceptible de se produire en cas de déstabilisation.

Au regard de la méthodologie appliquée pour la traduction réglementaire de l'aléa moyen MVT (BRGM/RP-66346-FR⁵ de novembre 2016), la hauteur du talus et ses fortes pentes ne permettent pas d'envisager une traduction en B2u, l'ampleur des travaux nécessaires pour sécuriser cette zone à long terme (100 ans à venir) étant jugée trop importante. Ainsi, la traduction de l'aléa moyen en R2 est ici maintenue. Elle est également maintenue latéralement sur une distance de 15 m au-delà de la limite à partir de laquelle la hauteur du talus diminue pour tenir compte de l'incertitude quant à l'évolution du terrain sur la période de référence (soit jusqu'à la limite entre le lot 2 et 3, parcelles AD870 et 871).

Sur les lots 3 à 6 (parcelles AD871, 872, 873, 901, 902), le talus présente des pentes homogènes entre 20 et 30° sur des hauteurs de 11 à 13 m (Figure 6). L'aléa moyen MVT est également justifié à ce niveau pour les mêmes phénomènes que précédemment cités. Toutefois, le dénivelé et la pente sont ici significativement moins prononcés, comme l'ont confirmé les observations de terrain. Une sécurisation des parcelles est donc jugée possible. Ainsi, à ce niveau, les propositions de modification du bureau d'études Soilpix sont retenues et l'aléa moyen est traduit en B2u au zonage réglementaire, zone constructible sous prescription (réalisation d'une étude technique préalable dont la réalisation et la prise en compte devront faire l'objet d'une attestation établie par un architecte ou un expert et jointe au dossier de Permis de Construire).

⁵ Rey A. (2016) – PPR multi-aléas des communes de La Réunion. Propositions d'évolutions méthodologiques. Rapport final. BRGM/RP-66346-FR, 159 p., 50 ill., 38 tabl., 5 ann. <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-66346-FR.pdf>

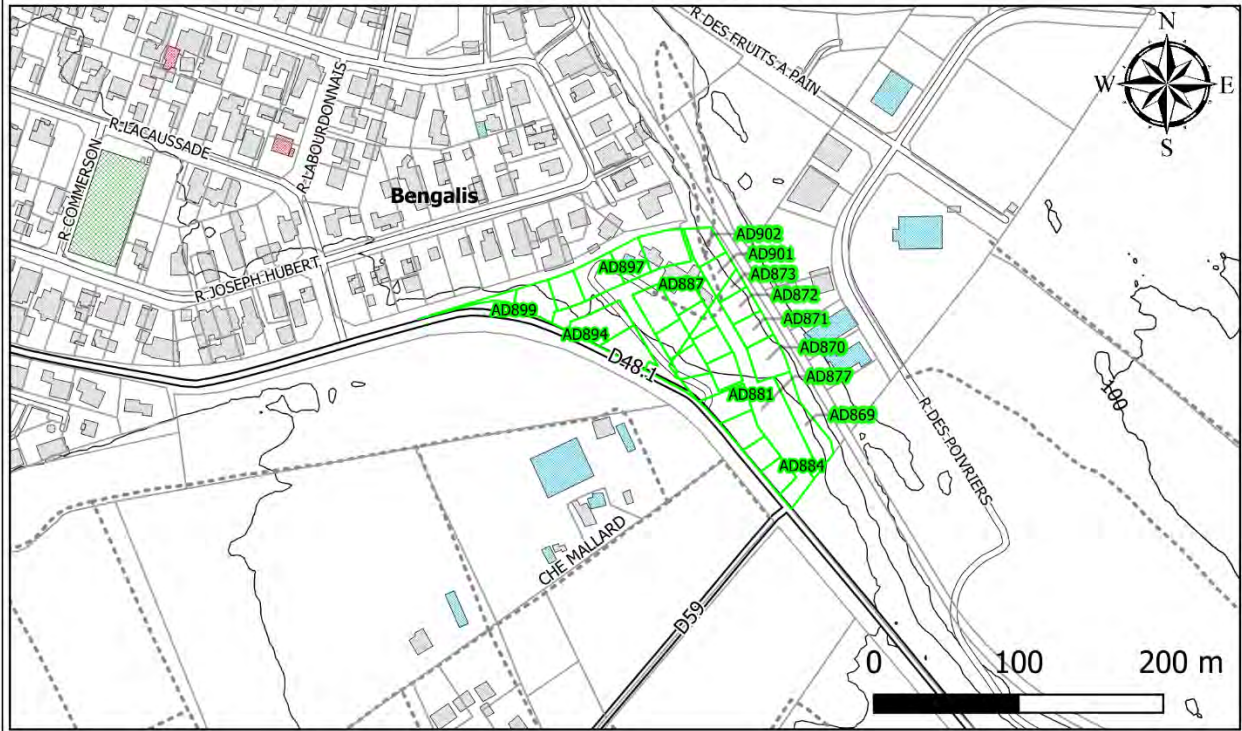


Figure 5 : Vue depuis la tête de talus au sud-est du lot 1, donnant sur des bâtiments en contrebas (ZAC). Le talus, de plus de 20 m de haut à ce niveau présente un profil subvertical en tête.

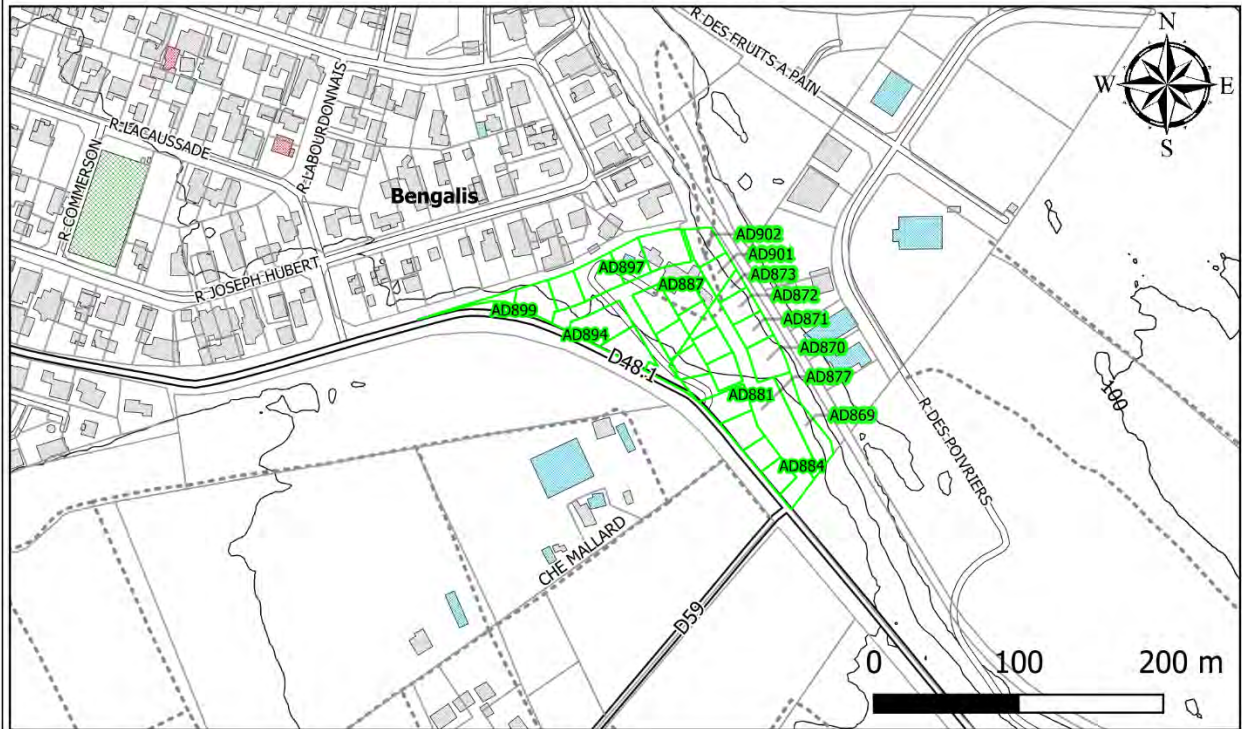


Figure 6 – Configuration du talus au droit du lot 6, présentant une pente homogène d'environ 20° jusqu'au bâtiment en contrebas.

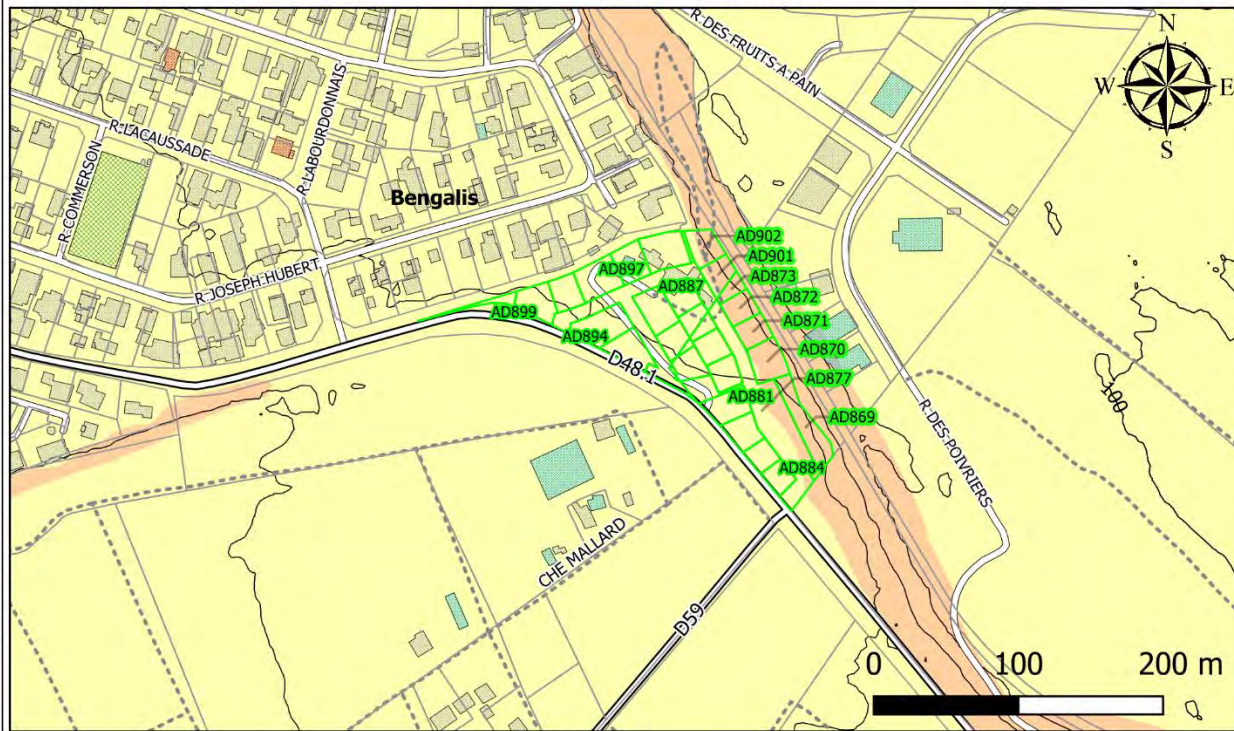
Extrait de la cartographie de l'aléa inondation AVANT MODIFICATION



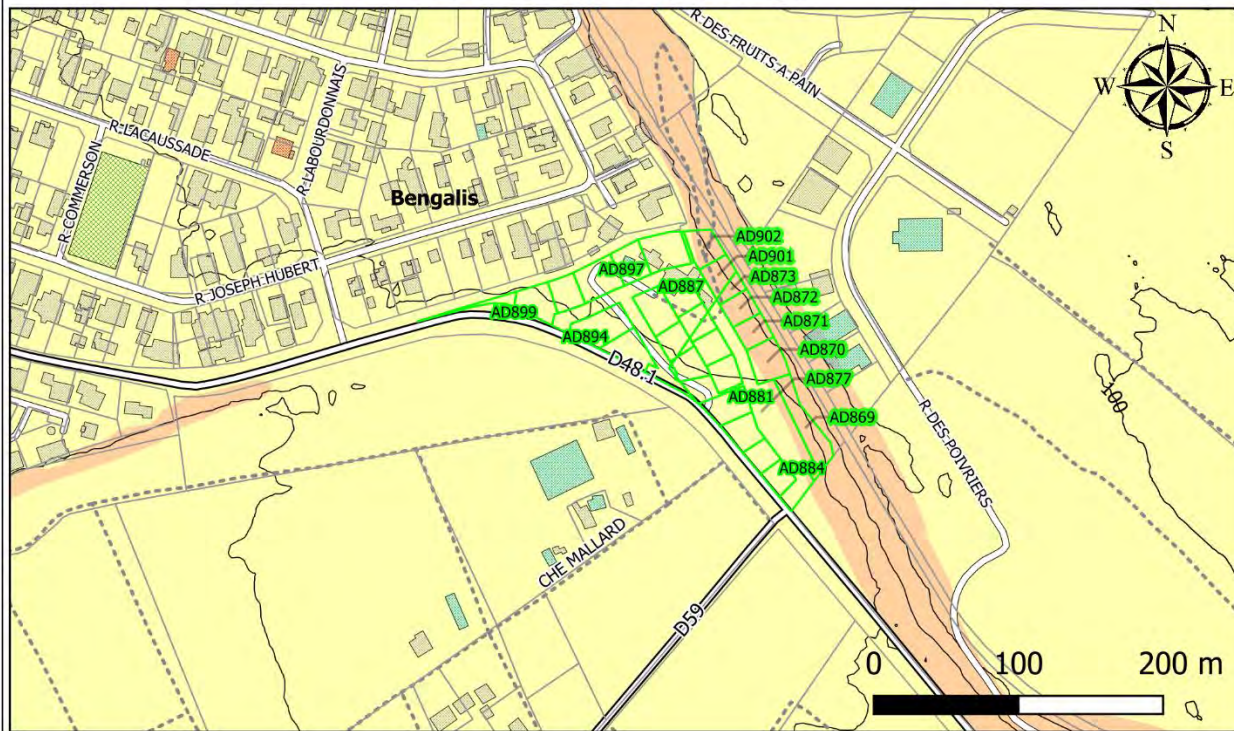
Extrait de la cartographie de l'aléa inondation APRES MODIFICATION



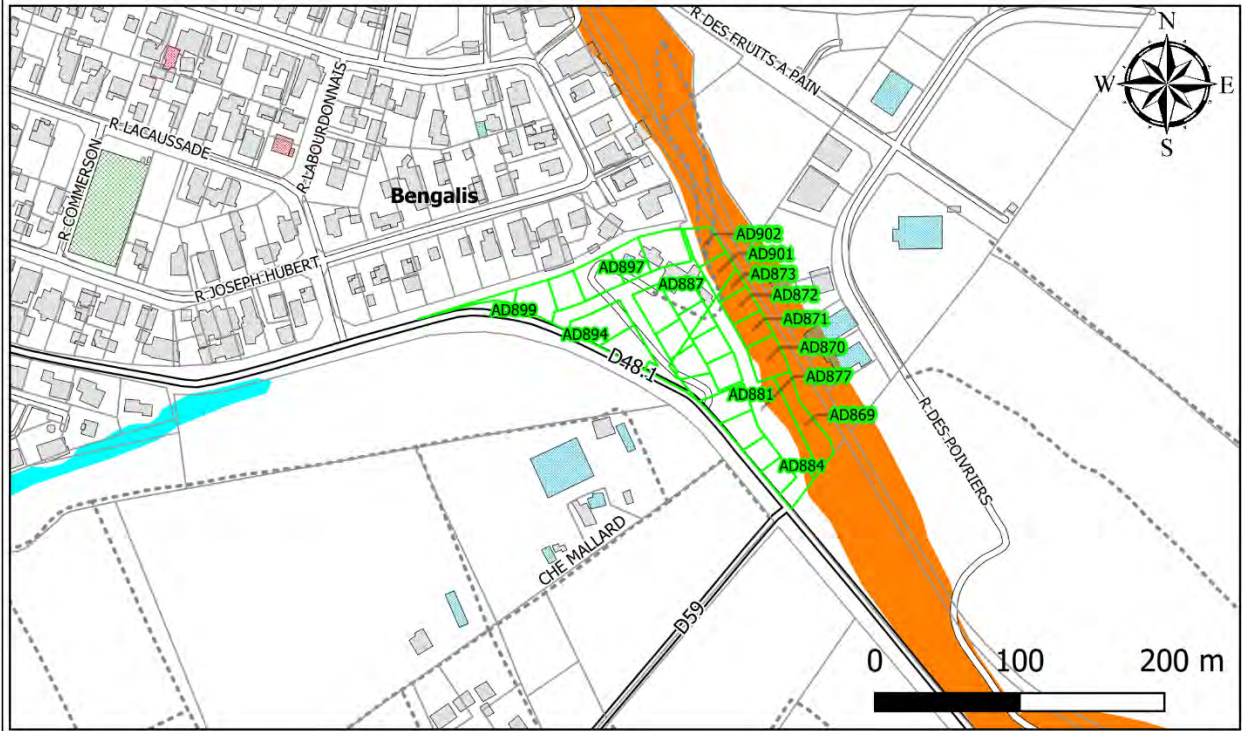
Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain AVANT MODIFICATION



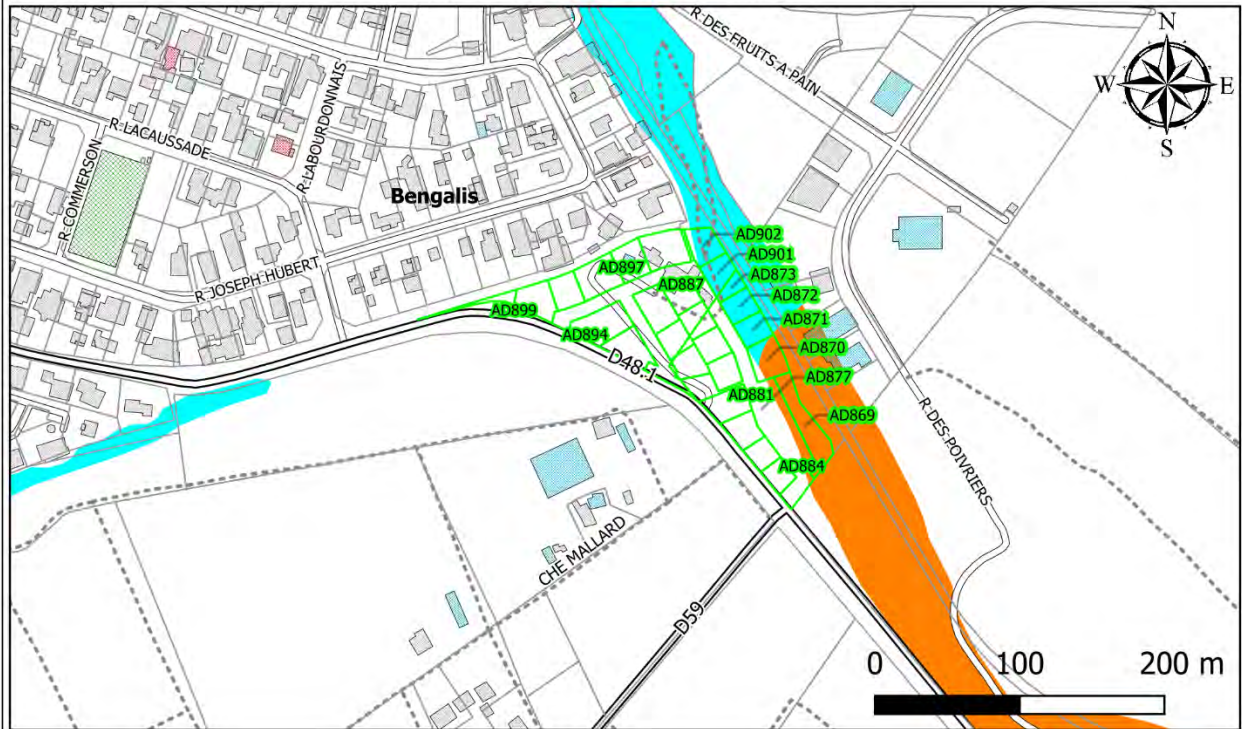
Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain APRES MODIFICATION



Extrait de la cartographie réglementaire AVANT MODIFICATION



Extrait de la cartographie réglementaire APRES MODIFICATION



Demande n°5 - Pétitionnaire : VAITILINGOM Arthur
Secteur / Parcelles : AL 77

➔ **Objet de la demande :**

Demande de réexamen du zonage car projet agricole et touristique sur la zone R1 de sa parcelle.

➔ **Classement actuel (projet PPR : PAC juin 2019) :**

Aléa Inondation : aléa fort en bordure ouest et nord (ravines), nul ailleurs

Aléa Mouvements de terrain : aléa fort, moyen et faible

Projet de zonage réglementaire : R1 (aléa fort inondation et MVT), R2 et B2u (aléa moyen MVT)

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

Aléa Inondation : pas de modification

Aléa Mouvements de terrain : pas de modification

Projet de zonage réglementaire : pas de modification

➔ **Justification :**

La parcelle AL77 est située à l'est du quartier de la Caroline. Elle est délimitée au nord par le Bras Patrick, à l'ouest par une ravine affluente et à l'est par un talus. Le Bras Patrick présente au droit de la parcelle un débit centennal de 164 m³/s imposant un aléa fort inondation dans l'emprise de son lit (vitesse d'écoulement en cas de crue de référence supérieure à 1m/s). De même, la ravine à l'ouest présente un débit de l'ordre de quelques dizaines de m³/s générant un aléa fort sur un bandeau d'une largeur de 10m. Cet aléa fort inondation est traduit en R1 au zonage réglementaire. Un aléa élevé MVT est mis en cohérence avec l'aléa fort inondation dans l'axe de la ravine et du Bras Patrick. Cet aléa élevé MVT est étendu à toute la hauteur des berges du Bras Patrick à ce niveau, où de nombreux méandres associés à des débits élevés sont propices à des déstabilisations de berge par érosion/affouillement en pied.

Le talus à l'est, haut de 40m, présente une pente moyenne de 25°-30°. Cette configuration est propice à l'apparition de phénomènes de glissement de terrain d'intensité modérée sur le siècle à venir (période de référence du PPR). Le talus est ainsi cartographié en aléa moyen MVT traduit en R2 au titre du PPR (secteur difficilement sécurisable à l'échelle d'un projet vu l'ampleur de la zone). Le centre de la parcelle montre de faibles valeurs de pente (<15°), justifiant un aléa faible MVT, déjà considéré au PAC 2019 (constructible sans contrainte réglementaire au projet de PPR).

Une première requête sur cette parcelle a été déposée en mai 2018 par le pétitionnaire et a fait l'objet d'une analyse et d'une visite de terrain par le BRGM la même année.

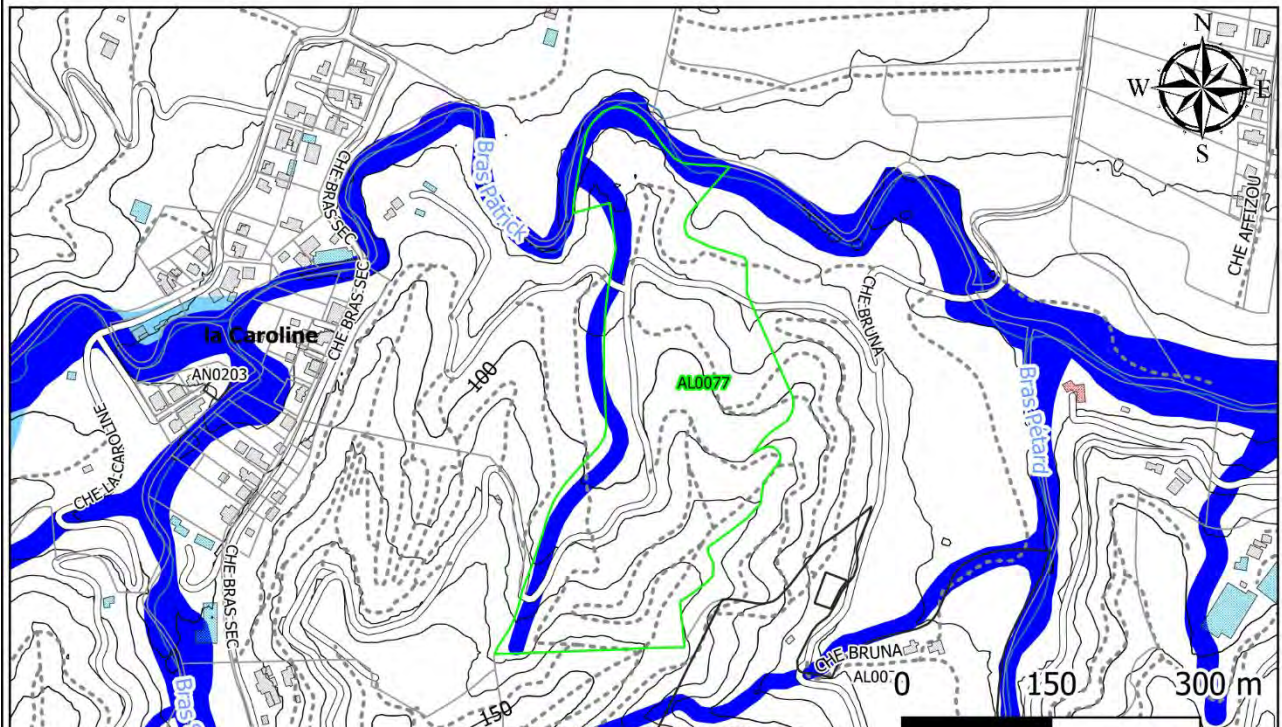
Suite à cette visite, les modifications suivantes ont été prises en compte :

- Réduction de l'emprise de l'aléa moyen MVT au profit de l'aléa faible MVT dans la continuité du plateau central (au sud de la parcelle).
- Traduction en B2u du bandeau en aléa moyen MVT en recul de berges dans la partie nord de la parcelle, où les valeurs de pente sont plus faibles.

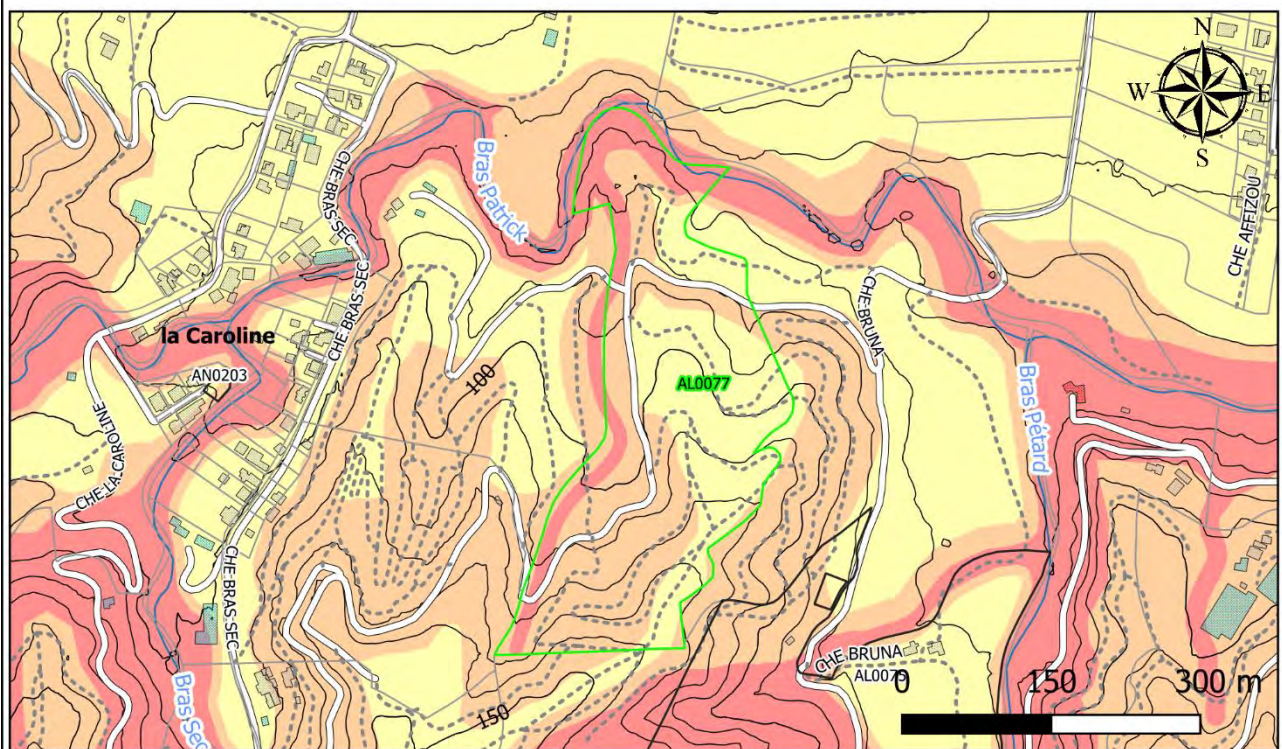
Une seconde requête déposée en octobre 2019 a été traitée et analysée (rapport RP-69976-FR, demande n°12). Compte tenu des modifications précédemment apportées sur le zonage au droit de la parcelle, et en l'absence d'éléments nouveaux, aucune nouvelle modification n'y avait été réalisée.

La présente requête porte sur la même parcelle et aucun élément nouveau n'a été apporté depuis la précédente demande du pétitionnaire. Le zonage ne fait donc l'objet d'aucune modification.

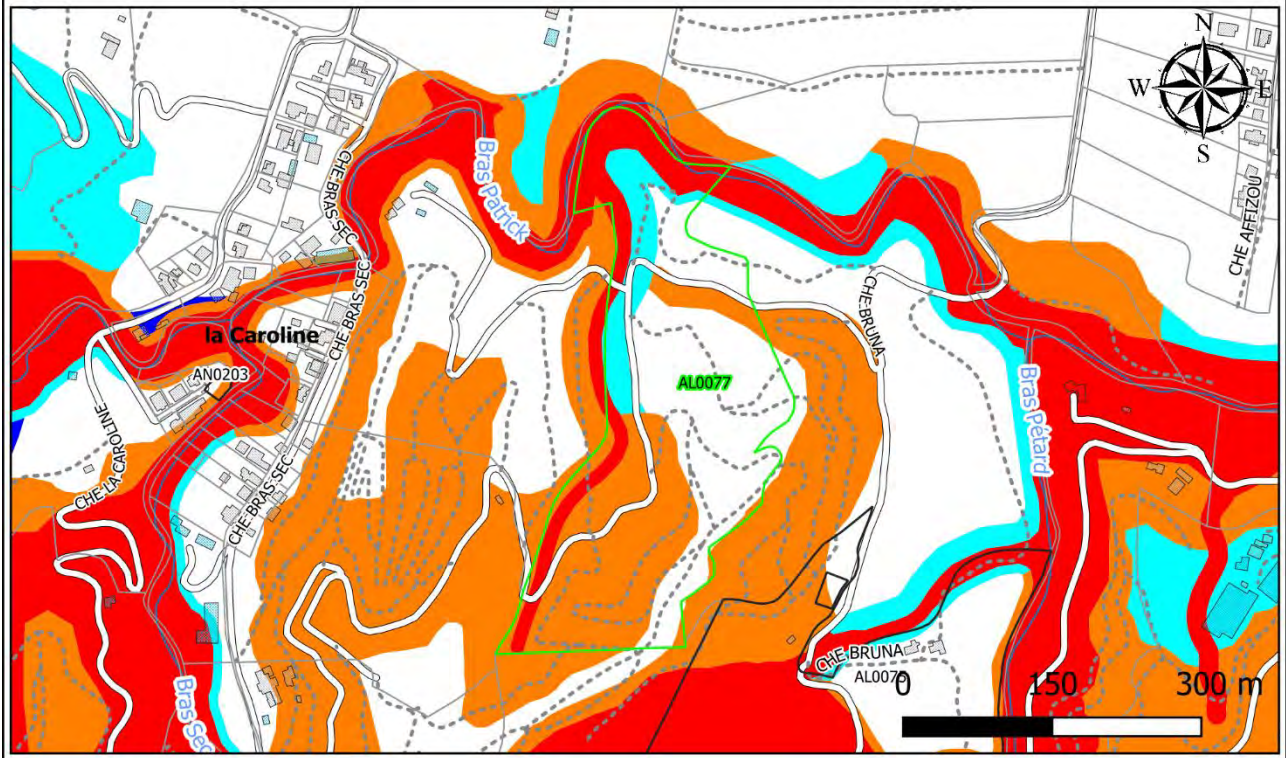
Extrait de la cartographie de l'aléa inondation



Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain



Extrait de la cartographie réglementaire



Demandes n°6 - Pétitionnaires : M. TAILLEE Joévin
Parcelles : AB1113, AB1117 à 1120, AB260

➔ **Objet de la demande :**

Demande de révision du zonage R1 du PPRn de Bras-Panon comprenant les parcelles, suite aux travaux sur le réseau d'eau pluvial réalisés par la commune.

➔ **Classement actuel (projet PPR : PAC juin 2019) :**

Aléa Inondation : aléa fort et moyen

Aléa Mouvements de terrain : aléa élevé et aléa moyen

Projet de zonage réglementaire : R1 (aléa fort inondation), B2u (aléa moyen MVT) et B2 (aléa moyen inondation)

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

Aléa Inondation : Réduction de la largeur du bandeau aléa fort au sud-ouest de la parcelle et déclassement d'une partie de l'aléa fort en aléa moyen sur la partie ouest de la parcelle.

Aléa Mouvements de terrain : Mise en corrélation avec l'aléa fort inondation, l'aléa élevé est réduit sur la partie sud-ouest et ouest de la parcelle avec un bandeau d'aléa moyen en recul.

Projet de zonage réglementaire : Réduction de la zone R1 sur la partie sud-ouest et ouest avec un bandeau B2u (aléa moyen MVT) et une zone en B2 (aléa moyen inondation).

➔ **Justification :**

Les parcelles se situent entre le quartier de la Rivière du Mât au nord et de Vincendo au sud et composent la partie est de la résidence Taillee installée autour de l'impasse du même nom. Elles sont traversées par un cours d'eau intermittent qui s'écoule de l'ouest à l'est en longeant la limite sud-est des parcelles et dont le débit de crue centennale est estimé à environ 10 m³/s. L'axe d'écoulement du cours d'eau correspond à un fossé d'environ 80 cm de profondeur et 1 m de largeur (Figure 7) dont le débit capable est estimé à environ 7 m³/s.

Une buse de 80 cm de diamètre (Figure 8) est située à l'est de l'habitation située sur la parcelle AB1113 juste après un coude vers la gauche (Figure 9). Le thalweg s'élargit ensuite vers l'est. Les parcelles AB1117 et 1118 se situent en rive gauche du cours d'eau, en contrebas de ce dernier. A ce niveau, les pentes externes de la berge, dirigées vers le nord-ouest, sont de 15 à 20°. Des terrassements ne dépassant pas 10 m de hauteur ont été réalisés par les propriétaires dans ces pentes afin de permettre la circulation d'engins (Figure 10 10). Plus à l'aval, le cours d'eau passe en souterrain sous le chemin Bellevue au niveau d'un ouvrage bétonné (H = 2 m, L = 1 m).

Le cours d'eau est cartographié en aléa fort inondation sur un bandeau de 27 m de large environ à l'ouest des parcelles du pétitionnaire. Le bandeau d'aléa fort inondation s'élargit vers le nord-est où il concerne la quasi-totalité des parcelles AB1117, AB1118, AB1119 et AB1120. A ce niveau, il traduit le débordement du cours d'eau par sa rive gauche en cas de crue centennale et l'inondation de ces parcelles, situées en contrebas. L'aléa mouvement de terrain est mis en cohérence avec l'aléa inondation avec un aléa mouvement de terrain élevé au niveau de l'aléa fort inondation afin de traduire les phénomènes d'érosion et de ravinement associés à l'écoulement des eaux. L'aléa fort inondation est traduit en R1 au zonage réglementaire.

Une visite de terrain réalisée le 19/11/2020 en présence du propriétaire des terrains et de la DEAL a permis de préciser la configuration du site. Compte tenu du débit de crue centennal de la ravine (10 m³/s), du débit capable du fossé (7 m³/s), un débordement du cours d'eau est très probable en cas de crue centennale à ce niveau. Cela justifie le maintien d'un bandeau d'aléa fort inondation

s'étalant sur plusieurs mètres de part et d'autre du lit de la ravine dans la partie amont du secteur étudié. Toutefois, les observations réalisées permettent de préciser ce bandeau et de réduire sa largeur d'environ 5 m au sud-est de la parcelle AB1113.

Par ailleurs, le débit capable de la buse est estimé à $3\text{m}^3/\text{s}$, bien en deçà du débit de crue centennal de la ravine. Un débordement en rive gauche après le coude et au niveau de la buse est donc attendu à ce niveau en cas de crue centennale avec une inondation des terrains situés à l'aval, sur les parcelles AB1118, AB1119 et AB1117. Bien que le volume débordant soit faible, les vitesses engendrées par les pentes impliquent un aléa fort inondation. De plus, ces parcelles sont situées dans un creux topographique dans lequel s'accumulent les eaux. Le propriétaire des terrains indique la présence d'eau fréquente au nord et à l'est de la parcelle AB1117 lors des fortes pluies avec des hauteurs d'eau de 10-15 cm environ. Compte tenu de la pente légèrement ascendante vers l'ouest, un déclassement en aléa moyen inondation a été toutefois considéré à l'ouest de la parcelle AB1117.

L'aléa mouvement de terrain (MVT) est mis en cohérence avec l'aléa inondation afin de traduire les phénomènes d'érosion et de ravinement associé à l'écoulement des eaux. Un aléa MVT élevé est donc associé à l'aléa fort inondation. Un bandeau de 5 m de large en aléa moyen MVT est cartographié en recul de l'aléa élevé afin de traduire l'incertitude liée à l'ampleur des phénomènes d'érosion en cas de crue.

De manière générale, l'aléa fort inondation et élevé MVT est traduit en R1 sur tout le secteur. Le bandeau d'aléa moyen MVT est traduit B2u car la sécurisation des berges de ce cours d'eau est jugée possible au regard du débit limité et de la topographie. À l'ouest de la parcelle AB1117, la partie cartographiée en aléa moyen inondation, hors bandeau moyen MVT (B2u), est traduite en B2 au zonage réglementaire.



Figure 7 : Fossé en limite des parcelles AB260 et AB1113



Figure 8 : Buse de 80 cm de diamètre (débit capable $3\text{m}^3/\text{s}$) avec débordement possible en cas de crue centennale

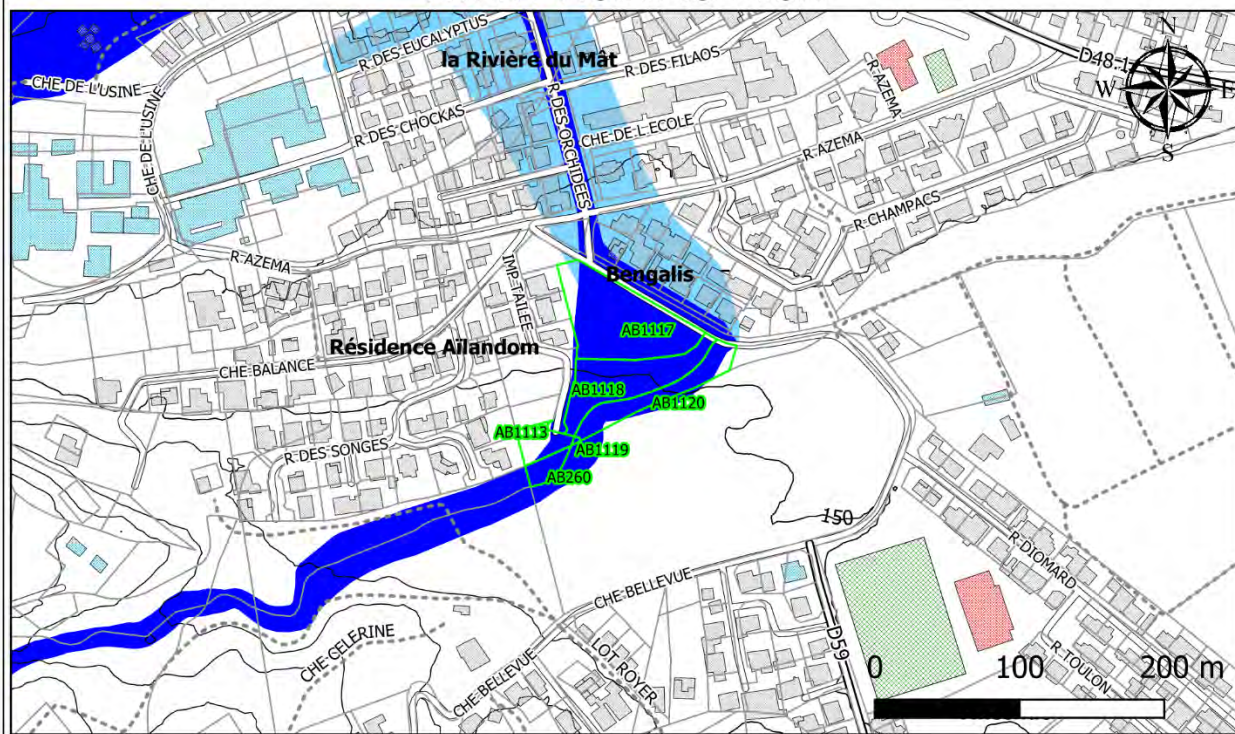


Figure 9 : Coude en amont de la buse (flèche rouge). Un débordement en rive gauche est fortement probable en cas de crue centennale.

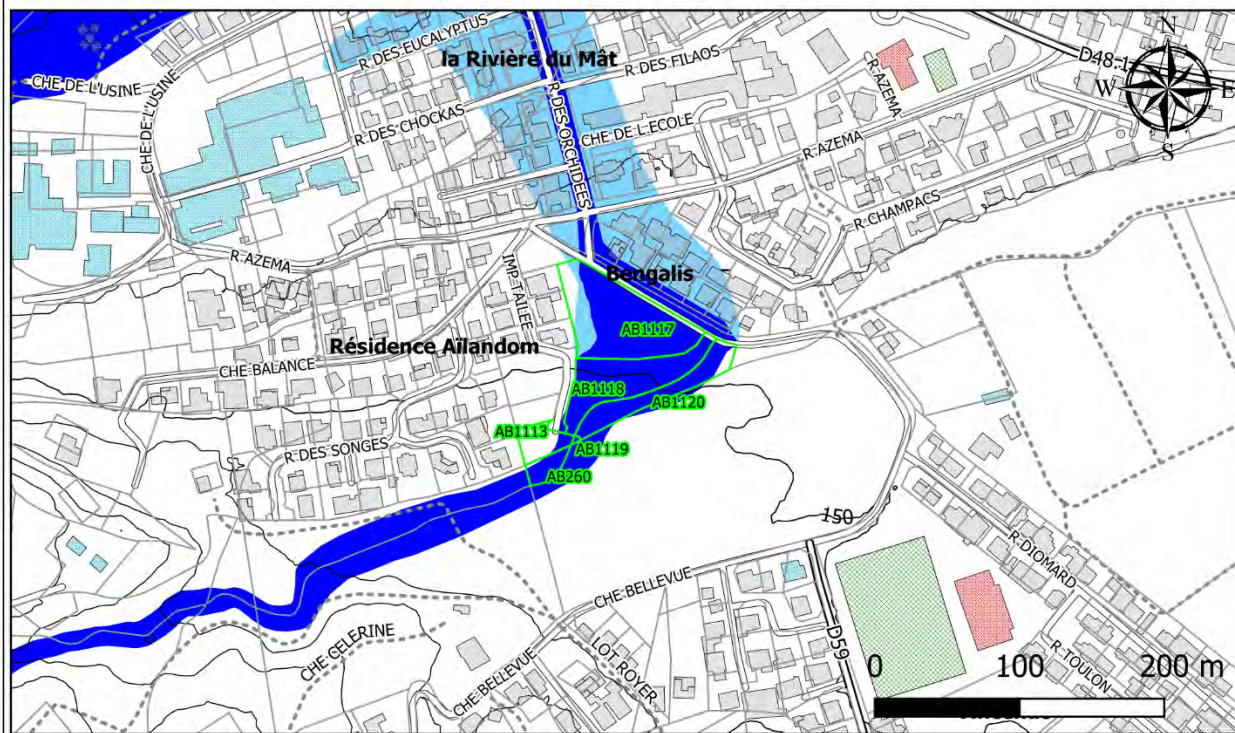


Figure 10 : Terrassement des pentes en rive gauche de la ravine. Ce dernier est situé en contre-haut, à gauche de la photo (prise de vue en direction de l'amont).

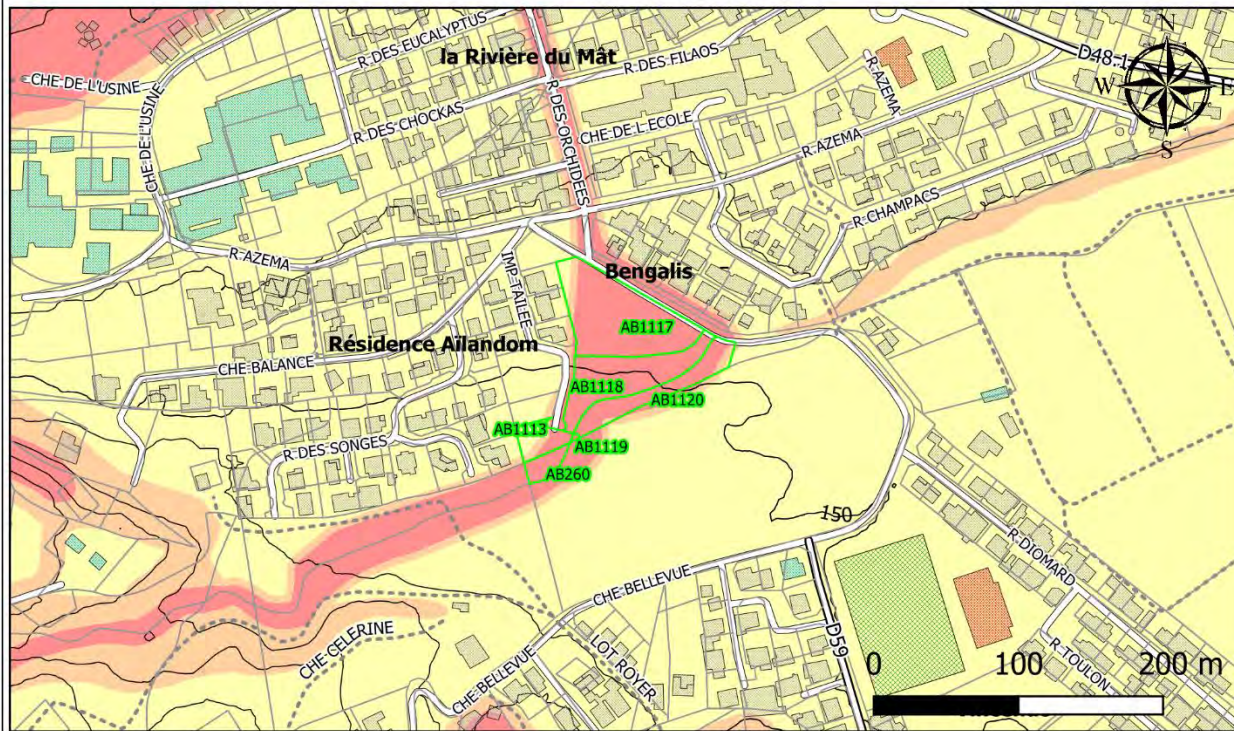
Extrait de la cartographie de l'aléa inondation
AVANT MODIFICATION



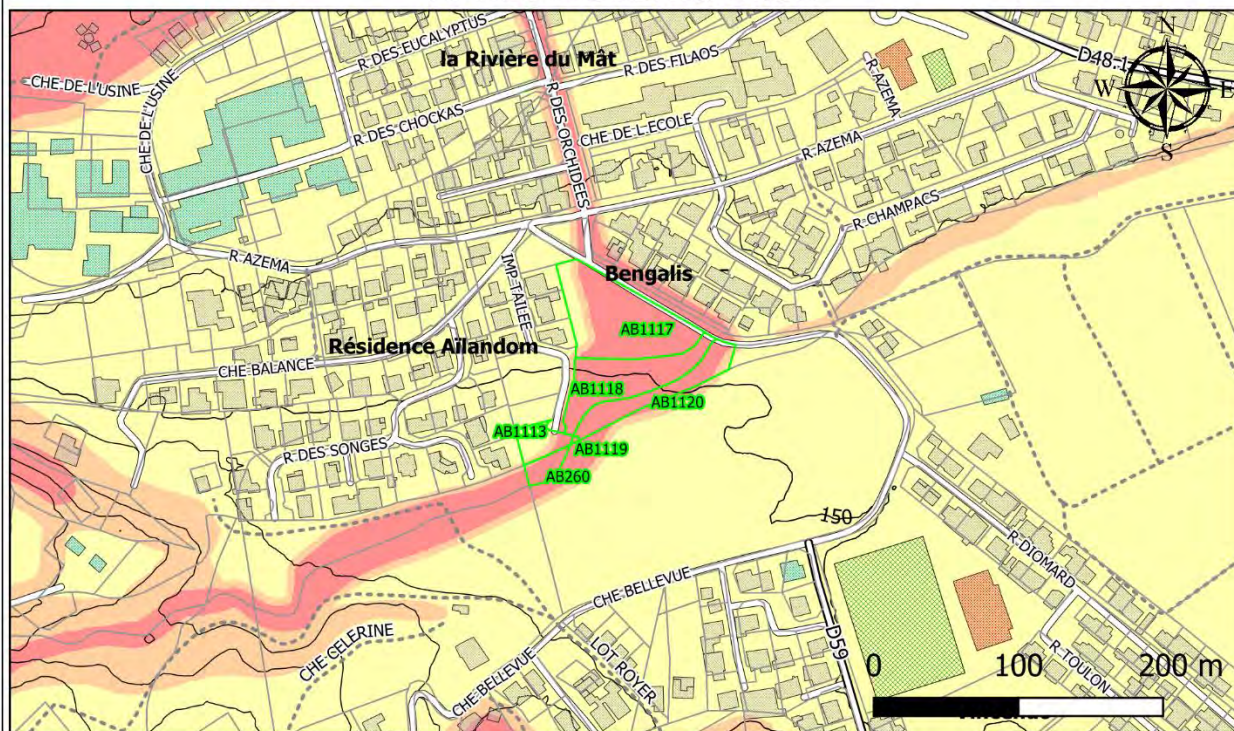
Extrait de la cartographie de l'aléa inondation
APRES MODIFICATION



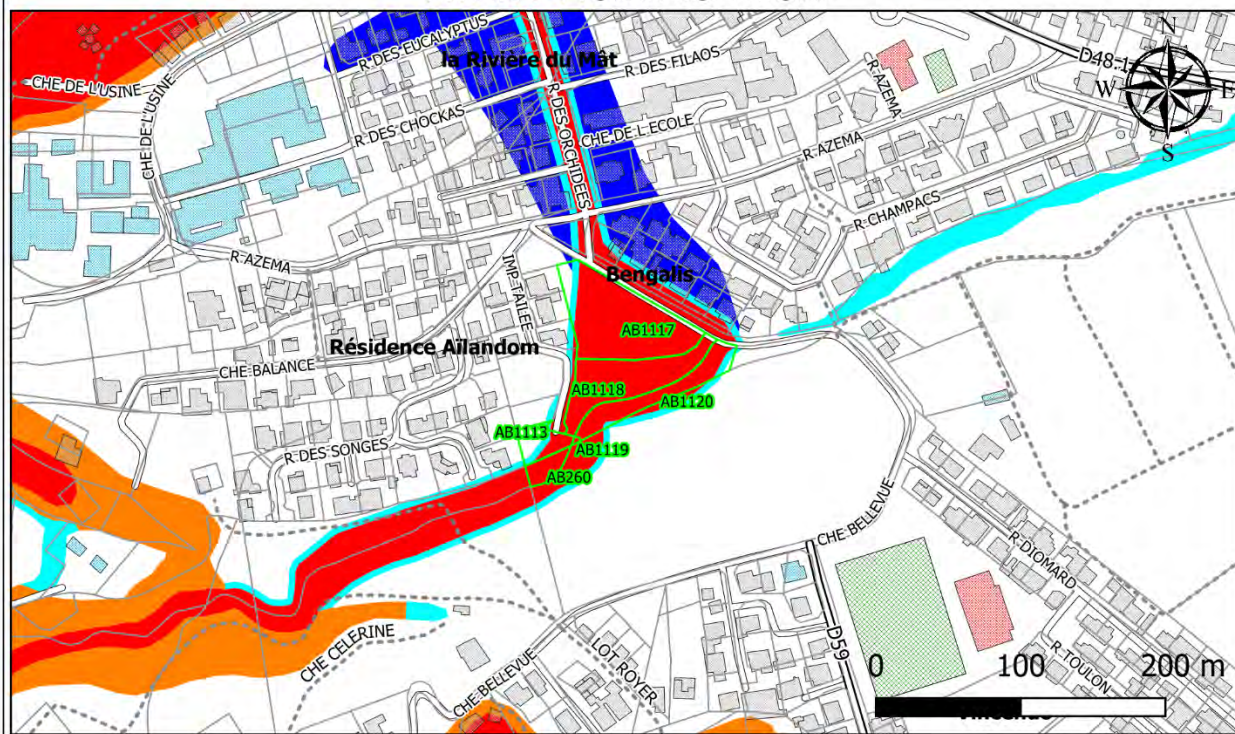
Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain AVANT MODIFICATION



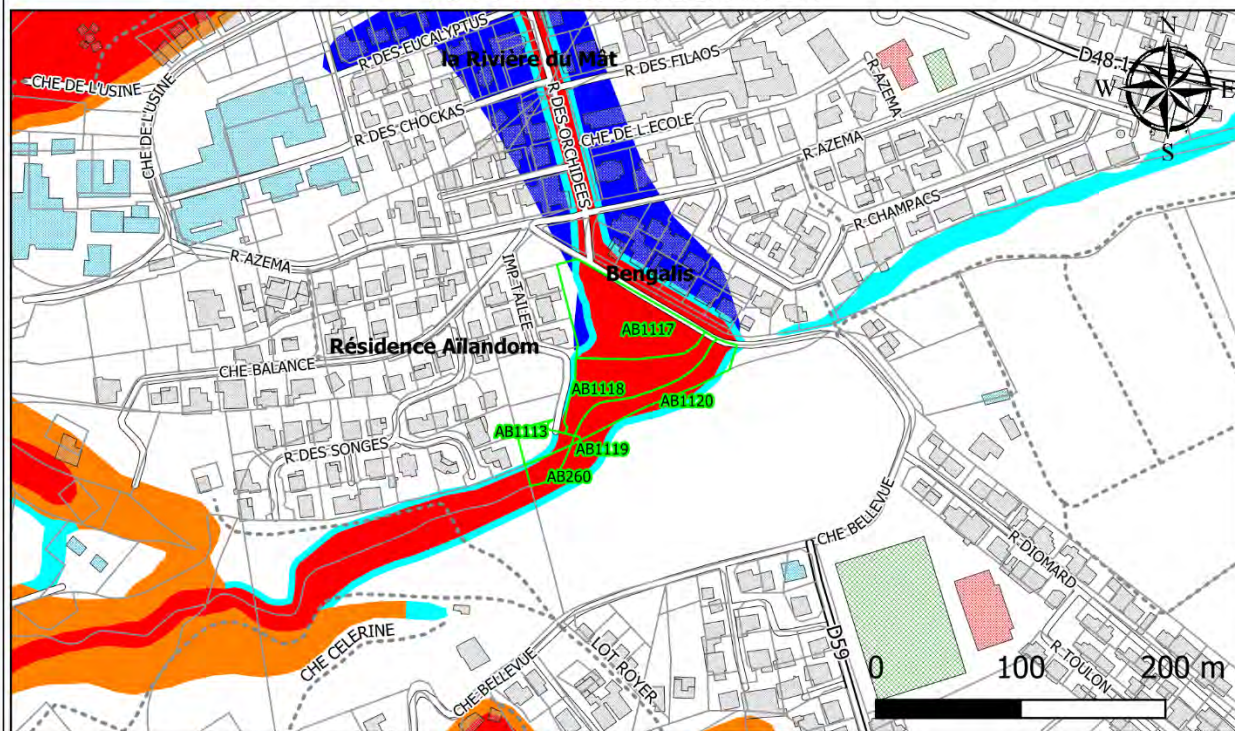
Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain APRES MODIFICATION



Extrait de la cartographie réglementaire
AVANT MODIFICATION



Extrait de la cartographie réglementaire
APRES MODIFICATION



Demande n°7 - Pétitionnaire : PITOU Emmanuel
Parcelle : AN70

➔ **Objet de la demande :**

Demande de révision du zonage R1, en vue de la réalisation d'un projet touristique sur la parcelle située en terrain agricole.

➔ **Classement actuel (projet PPR : PAC juin 2019) :**

Aléa Inondation : aléa fort

Aléa Mouvements de terrain : aléa élevé et moyen

Projet de zonage réglementaire : R1 et R2

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

Aléa Inondation : Reprise de l'aléa fort inondation ne modifiant pas le zonage réglementaire

Aléa Mouvements de terrain : Réduction partielle de l'aléa élevé au profit d'un aléa moyen

Projet de zonage réglementaire : Déclassement d'une partie du R1 en R2.

➔ **Justification :**

La parcelle AN70 se situe dans les hauts de La Caroline, à proximité de Terre Rouge. Elle est bordée par la Ravine Terre Rouge au nord-ouest et par le Bras Patrick du sud au nord-est. Ces deux ravines ont chacune quatre affluents qui empruntent des talwegs situés de part et d'autre d'une crête orientée sud-ouest – nord-est traversant la parcelle.

La pente moyenne du versant nord-ouest de cette crête est de l'ordre de 25-30° avec de nombreuses zones présentant des pentes plus élevées (45-50°). Le dénivelé est de 100 à 120 m entre la crête et la Ravine Terre Rouge.

La pente moyenne pour le versant sud-est est de l'ordre de 25-30° au nord-est et 25-40° au sud. On retrouve également de nombreuses zones avec des fortes pentes, notamment dans la partie sud (50-60°). Le dénivelé sur ce versant est compris entre 110 m et 140 m, entre la crête et le Bras Patrick.

Une zone avec une pente moyenne plus faible (20-25°) est présente dans la partie nord de la parcelle lorsque la crête devient plus large (150 m) avec ponctuellement toutefois, des zones de pente élevée (40-50°). Une seconde zone, au sud-ouest, présente des pentes moyennes de l'ordre de 20 à 30°.

Dans le lit de ces ravines et leurs affluents, un aléa fort inondation est cartographié. La largeur du bandeau au niveau de la Ravine Terre Rouge est d'environ 20 m et de 10 m pour ses affluents. Concernant le Bras Patrick, la largeur du bandeau de l'aléa fort inondation varie entre 15 et 50 m selon la morphologie de son lit et celui de ses affluents est de 10 m.

L'aléa mouvement de terrain (aléa élevé) est mis en cohérence avec l'aléa fort inondation, afin de traduire les phénomènes d'érosion et de ravinement associés à l'écoulement des eaux. Sur les versants des ravines et les versants de la crête, un aléa élevé mouvement de terrain est également considéré pour des phénomènes de type glissements de terrain et chutes de blocs. On retrouve cet aléa élevé sur toute la parcelle à l'exception de l'extrême sud-ouest de celle-ci où les pentes sont plus modérées et où un aléa moyen est cartographié.

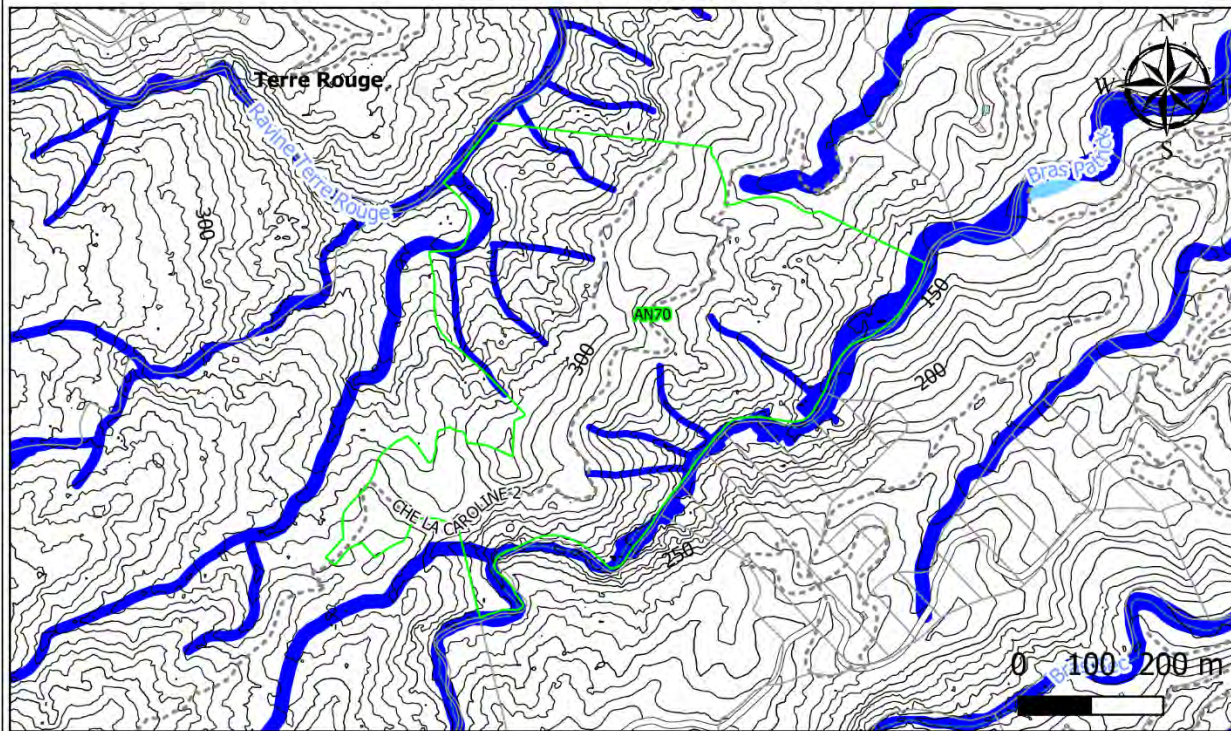
L'analyse précise de la topographie de la parcelle permet d'affiner le zonage d'aléa et de déclasser certains secteurs. Il s'agit notamment de la partie nord de la parcelle concernée par des pentes

modérées, comprises entre 25 et 35°, permettant d'envisager un déclassement en aléa moyen mouvement de terrain.

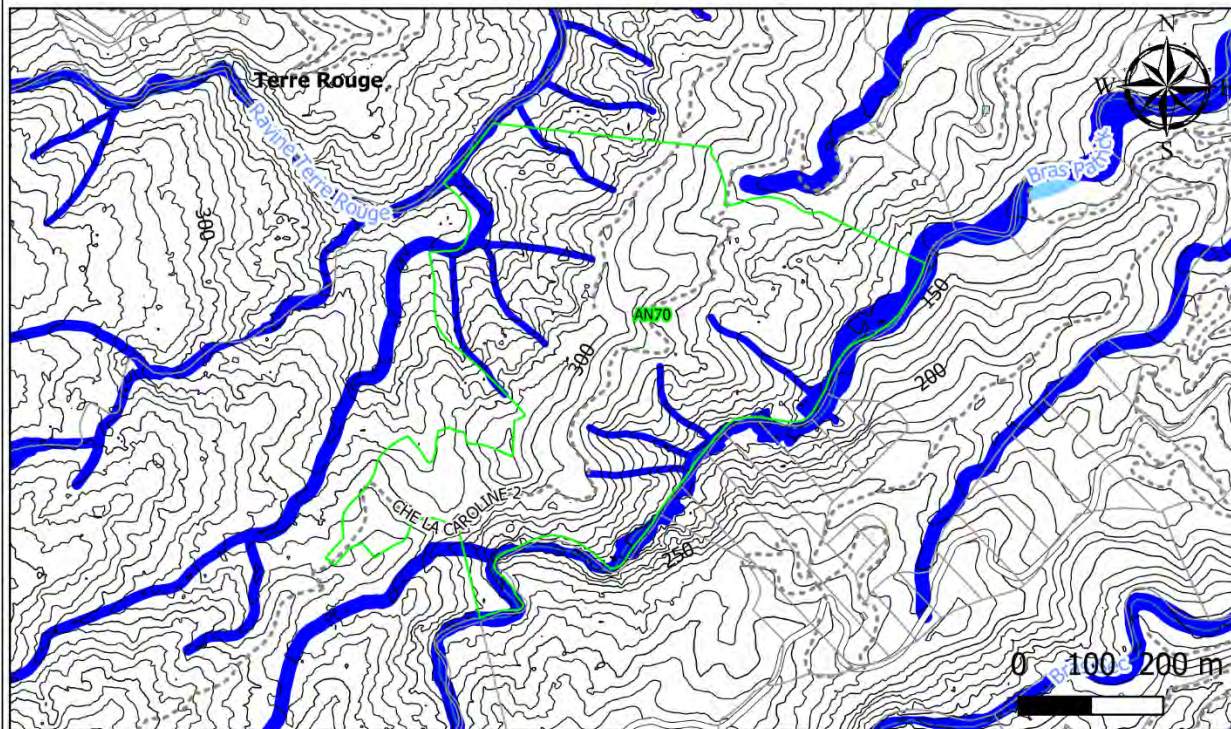
La cartographie de l'aléa inondation a été corrigée dans la partie ouest de la parcelle où l'aléa fort inondation associé à deux thalweg n'était pas connecté à l'aléa inondation associé à la Ravine Terre Rouge. Cette reprise de l'aléa inondation ne modifie pas le zonage réglementaire du secteur qui était déjà préalablement concerné par du R1 (aléa MVT élevé).

L'aléa élevé mouvement de terrain est traduit en R1 et l'aléa moyen est traduit en R2 au zonage réglementaire. Compte tenu de la hauteur et des pentes importantes des versants bordant la crête, (associés à un aléa élevé mouvement de terrain), une traduction de l'aléa moyen en B2u n'est pas envisageable dans ce secteur, l'ampleur des travaux nécessaires pour sécuriser cette zone à long terme (100 ans à venir) étant jugée trop importante.

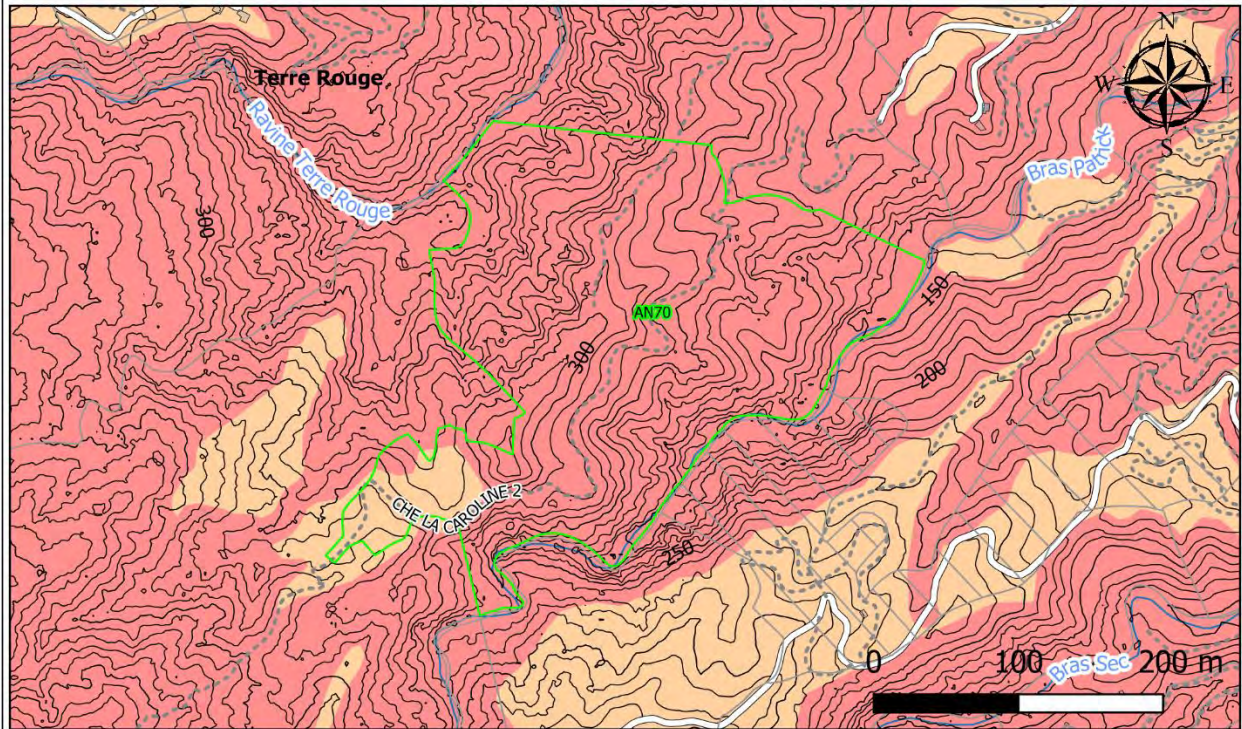
Extrait de la cartographie de l'aléa inondation AVANT MODIFICATION



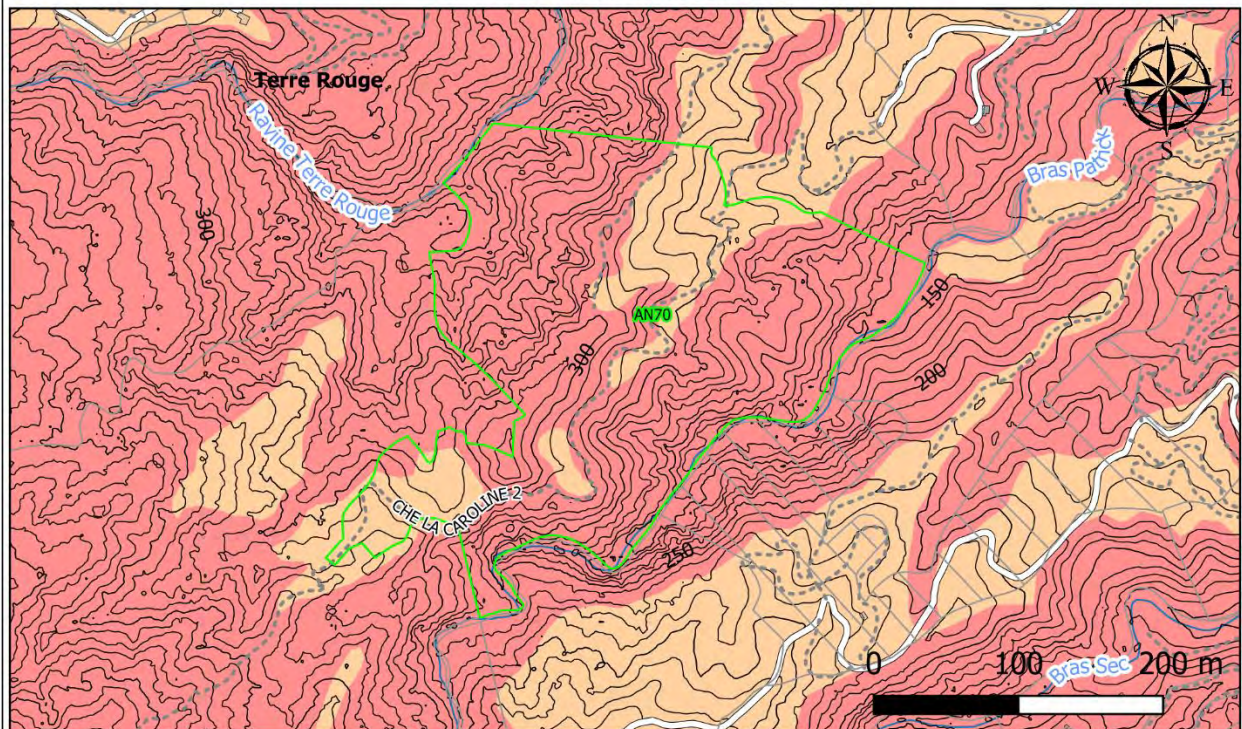
Extrait de la cartographie de l'aléa inondation APRES MODIFICATION



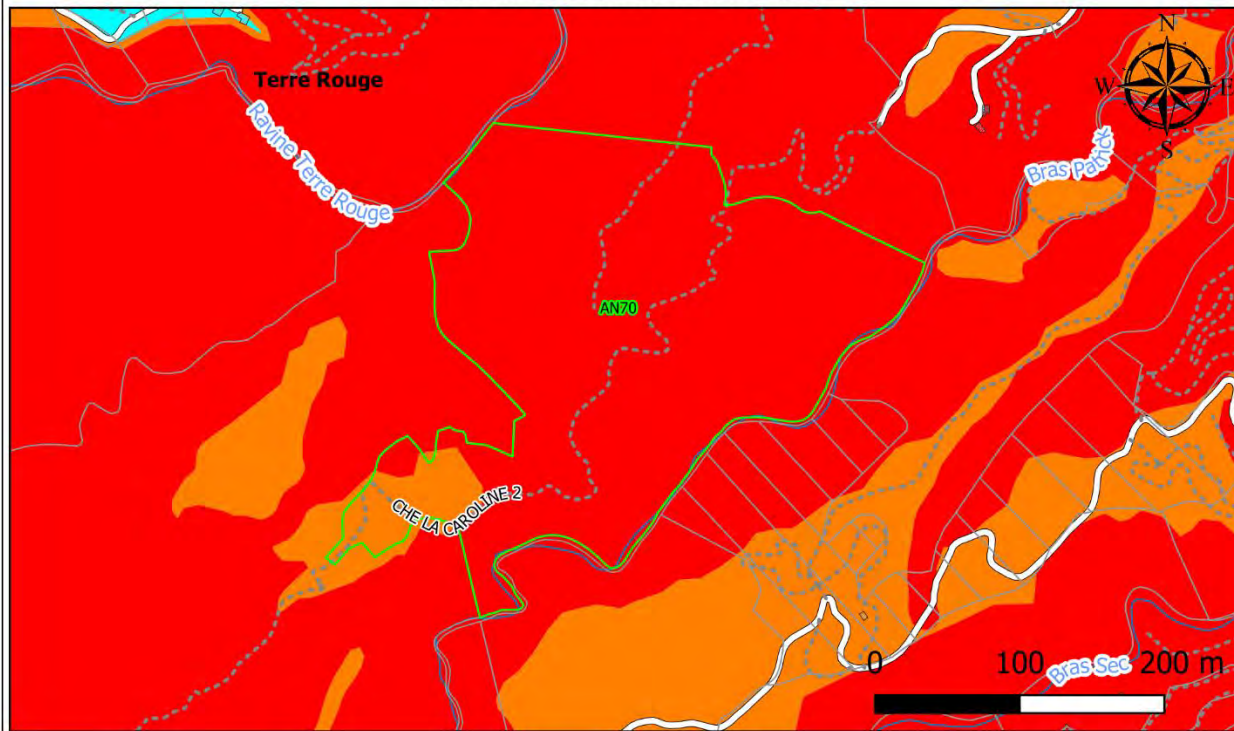
Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain AVANT MODIFICATION



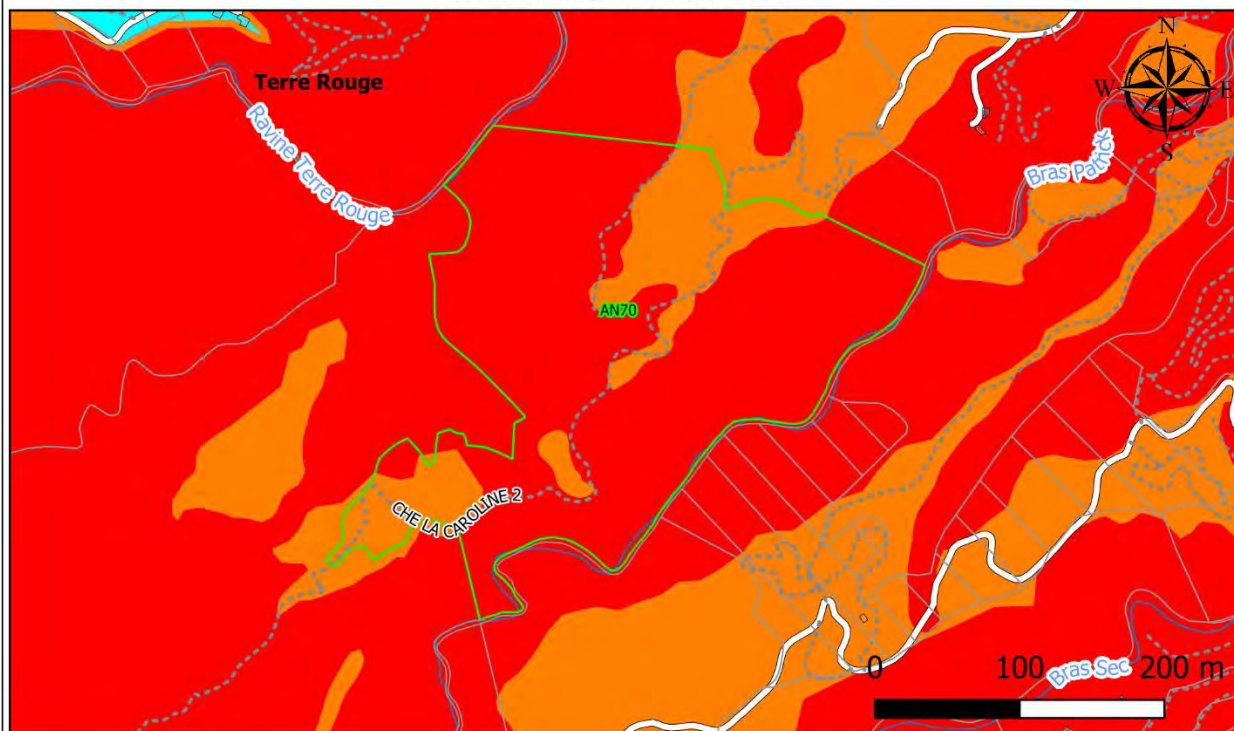
Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain APRES MODIFICATION



Extrait de la cartographie réglementaire AVANT MODIFICATION



Extrait de la cartographie réglementaire APRES MODIFICATION



Demande n°8 - Pétitionnaire : Granulats de l'Est – M. Éric DONTENVILLE
Parcelles : AD75 et AD966

➔ **Objet de la demande :**

Demande de faire figurer les bâtiments industriels construits sur les parcelles concernées par le plan de zonage du PPRn de Bras-Panon.

➔ **Classement actuel (projet PPR : PAC juin 2019) :**

Aléa Inondation : Aléa fort

Aléa Mouvements de terrain : Aléa fort et moyen

Projet de zonage réglementaire : R1 (aléa inondation) et R2 (aléa moyen MVT)

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

Aléa Inondation : Pas de modification

Aléa Mouvements de terrain : Pas de modification

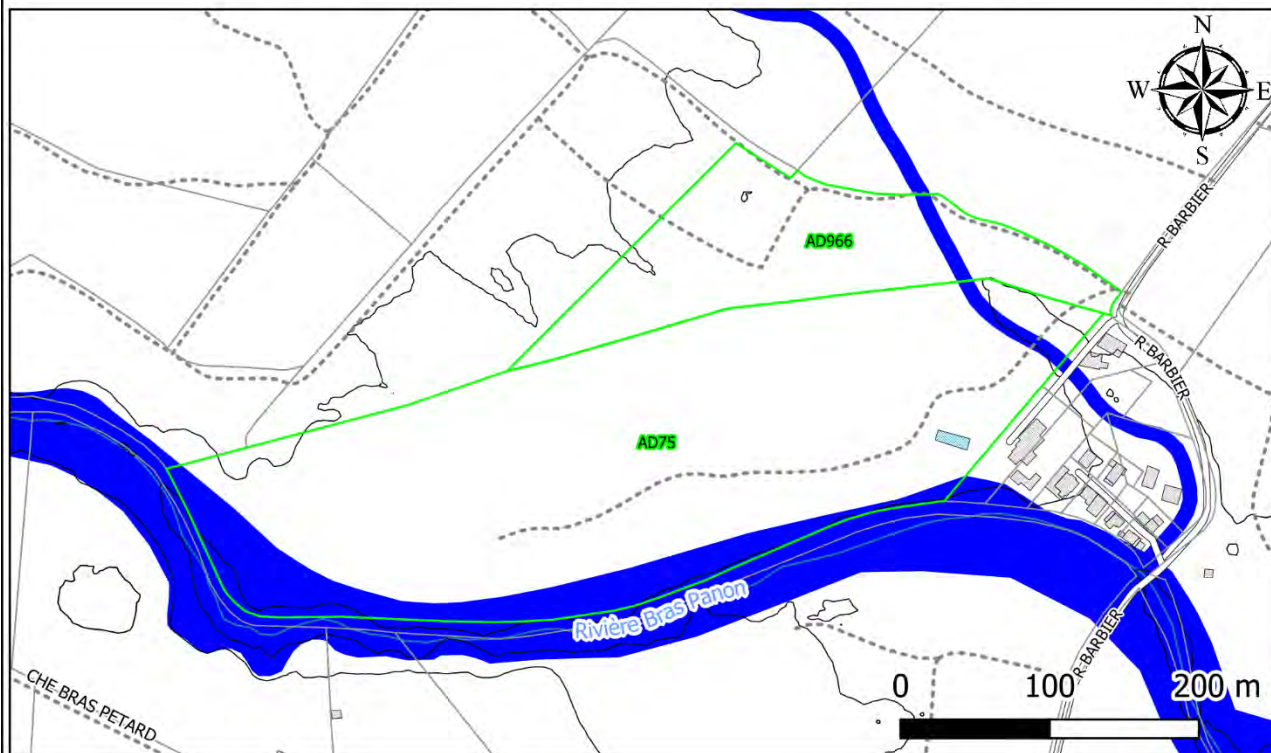
Projet de zonage réglementaire : Pas de modification

➔ **Justification :**

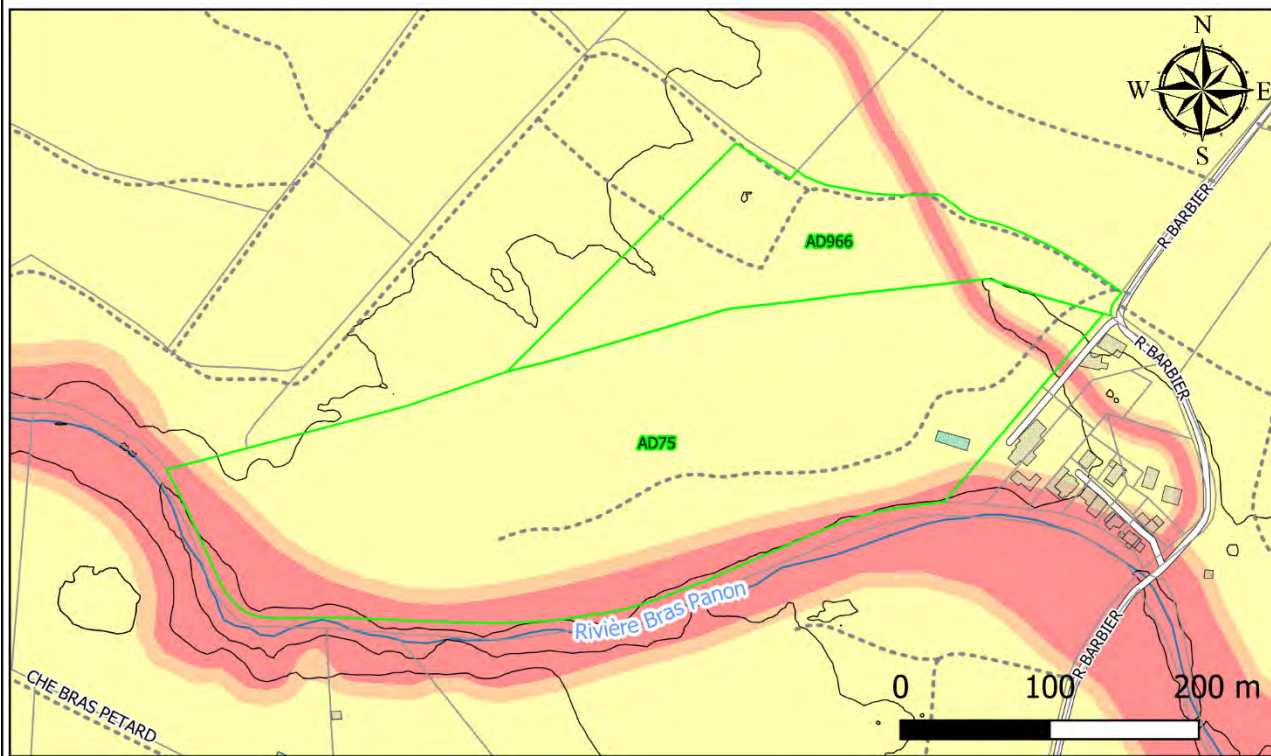
La donnée utilisée pour représenter le bâti lors de l'élaboration des cartes d'aléas et du zonage réglementaire dans le cadre des procédures PPR est la dernière version de la BDTopo® fournie par l'IGN, soit la version 2019. Les bâtiments mentionnés par le pétitionnaire sur les parcelles AD75 et AD966 ne figurent pas dans cette version de la BDTopo. Il est probable que ces infrastructures soient trop récentes et n'aient pas été intégrée à la dernière mise à jour de la donnée par l'IGN, ou bien que ces bâtiments aient été omis.

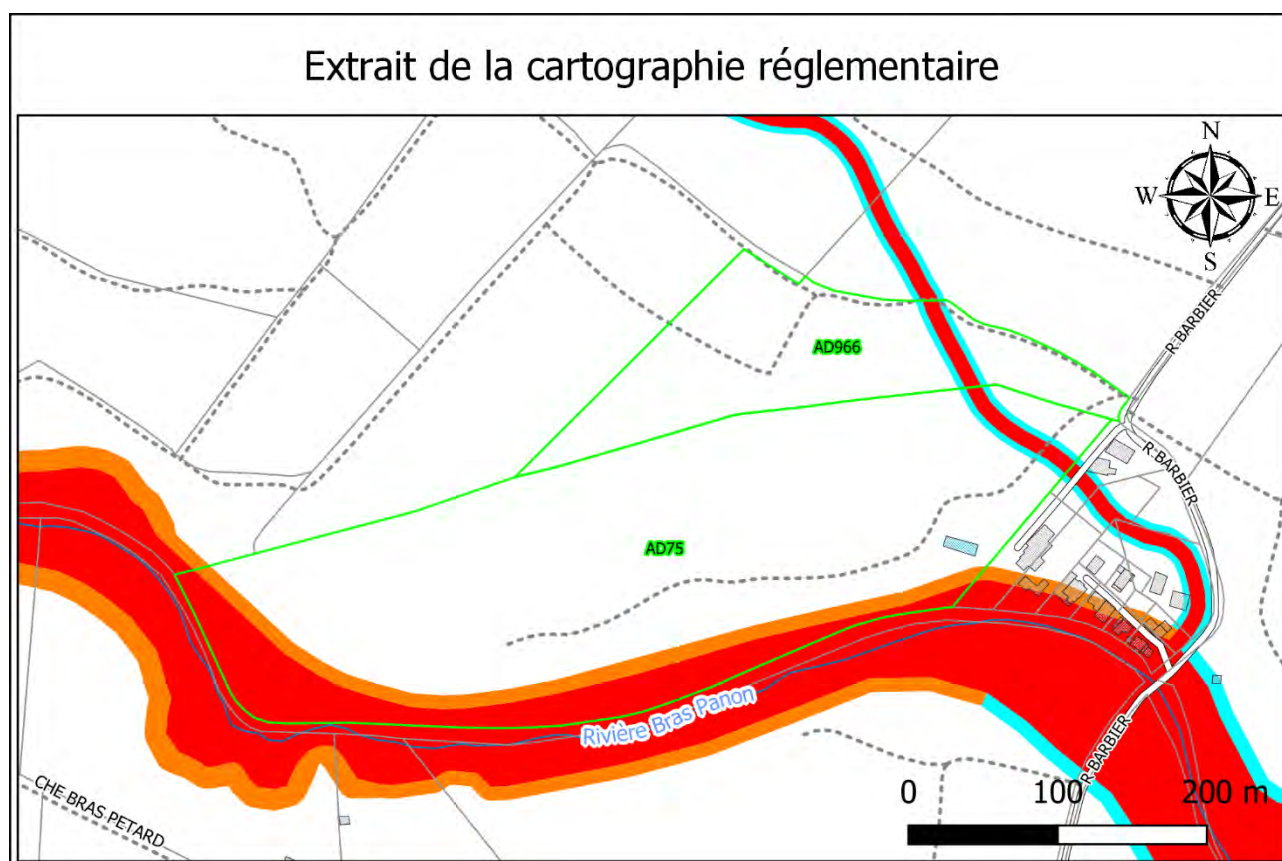
En tout état de cause, cela ne remet pas en cause la cartographie de l'aléa inondation et mouvement de terrain et le zonage réglementaire au droit de la zone.

Extrait de la cartographie de l'aléa inondation



Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain





Demande n°9 - Pétitionnaire : Commune de Bras-Panon
Parcelle : AK1669

➔ **Objet de la demande :**

Demande de révision du zonage ou du règlement pour l'implantation d'un projet touristique

➔ **Classement actuel (projet PPR : PAC juin 2019) :**

Aléa Inondation : aléa fort et aléa moyen

Aléa Mouvements de terrain : aléa élevé, aléa moyen et aléa faible

Projet de zonage réglementaire : R1, R2, B2u et B2

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

Aléa Inondation : pas de modification

Aléa Mouvements de terrain : pas de modification

Projet de zonage réglementaire : pas de modification

➔ **Justification :**

La parcelle est située sur la rive gauche de la Rivière des Roches immédiatement en aval de la route nationale 2. La hauteur des berges varie entre 2,5 et 3 m dans la partie amont et est supérieure à 4,5 m dans la partie aval. Le terrain présente une altitude légèrement plus importante dans la partie est (aval) de la parcelle : altitude de 8 m contre une altitude comprise entre 2 et 4 m dans la partie centrale et 5 à 6 m dans la partie amont.

Une analyse détaillée a été réalisée par le BRGM à ce niveau en 2014 suite aux travaux d'aménagement du canal Foutac (cf. rapport RP-64249-FR de décembre 2014, secteur n°3). Le canal Foutac permet de canaliser les eaux qui se concentrent dans le secteur urbanisé en recul de la zone de confluence en rive gauche de la Rivière des Roches. De plus, une étude hydraulique commandée par la CIREST a été réalisée par HYDRETUDES en 2018 (référence RE17-140). La modélisation permet de cartographier l'aléa inondation en fonction des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulements. Les hypothèses de la modélisation réalisée par Hydrétudes sont cohérentes avec celles prises en compte dans le cadre de l'élaboration du PPR. Les résultats confirment le débordement en rive gauche de la Rivière des Roches en cas de crue centennale et le zonage de l'aléa fort inondation dans ce secteur avec des hauteurs d'eau supérieures 1m et des vitesses inférieures à 1 m/s (Figures 11 et 12). L'aléa fort inondation présent sur la majorité de la parcelle est donc ici justifié.

La partie est de la parcelle n'est pas concernée par l'aléa inondation (aléa nul) et un petit bandeau au nord-est est concerné par un aléa moyen (hauteur d'eau < 50 cm et vitesse < 0.5 m/s).

L'aléa mouvement de terrain est mis en cohérence avec l'aléa inondation afin de traduire les phénomènes de ravinement et d'érosion liés à l'écoulement des eaux. Toutefois, comme précisé dans le rapport RP-64249-FR, seules les terres agricoles les plus proches du lit de la Rivière des Roches sont maintenues en aléa moyen MVT (soit la majorité de la parcelle AK1669) pour tenir compte des plus fortes vitesses en cas de débordement. Pour la zone la plus au nord de la parcelle (plus éloignée de la rivière), les vitesses d'écoulement assez faibles permettent de ne pas considérer d'aléa moyen MVT à ce niveau (les phénomènes d'érosion/ravinement liés à l'écoulement de l'eau étant considérés comme de faible ampleur).

L'aléa fort inondation est traduit en R1 au zonage réglementaire (zone rouge inconstructible) et l'aléa moyen en B2 (constructible sous prescription). Le bandeau d'aléa moyen MVT au sud-est de la parcelle est traduit en R2, compte tenu de l'action érosive importante due au débit de crue

centennale élevé (environ 2000 m³/s), de l'incertitude sur l'évolution des berges et de l'ampleur des travaux nécessaires pour sécuriser cette zone à long terme (100 ans à venir).

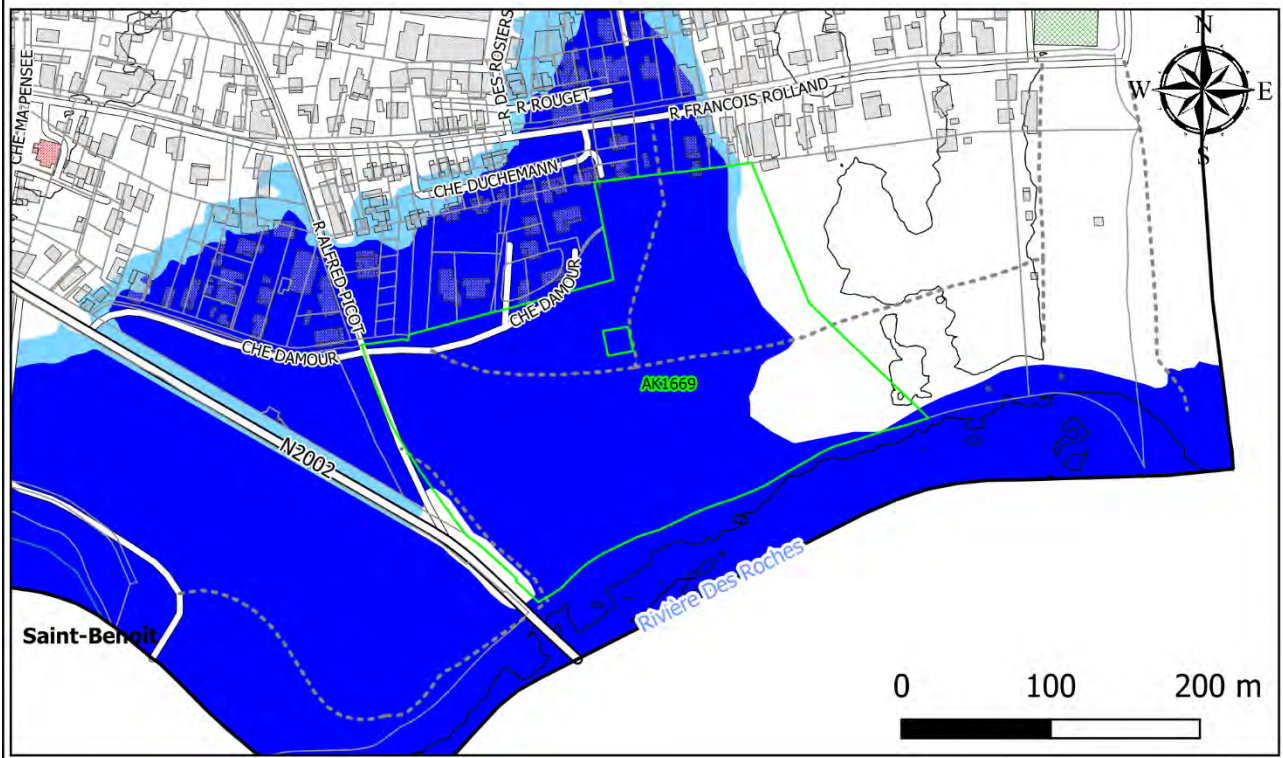


Figure 11 : Hauteurs d'eau issues des résultats de la modélisation d'HYDRETUDES (2018)

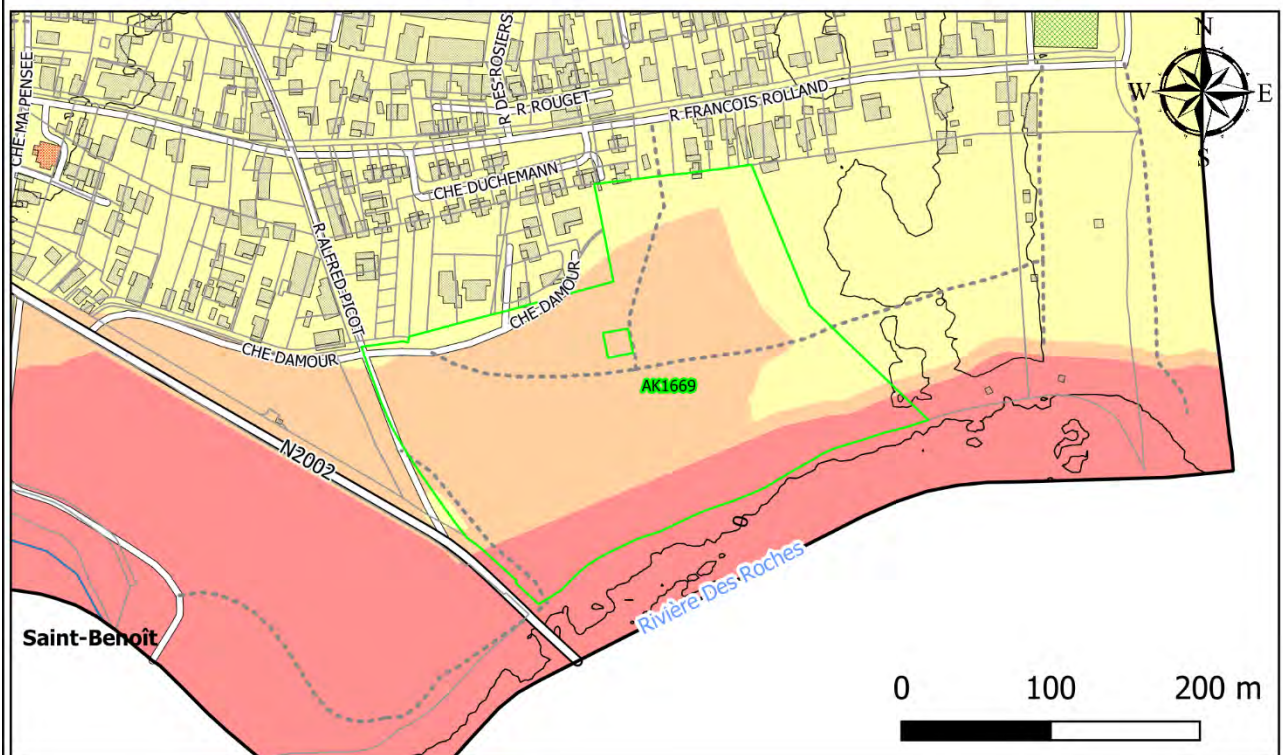


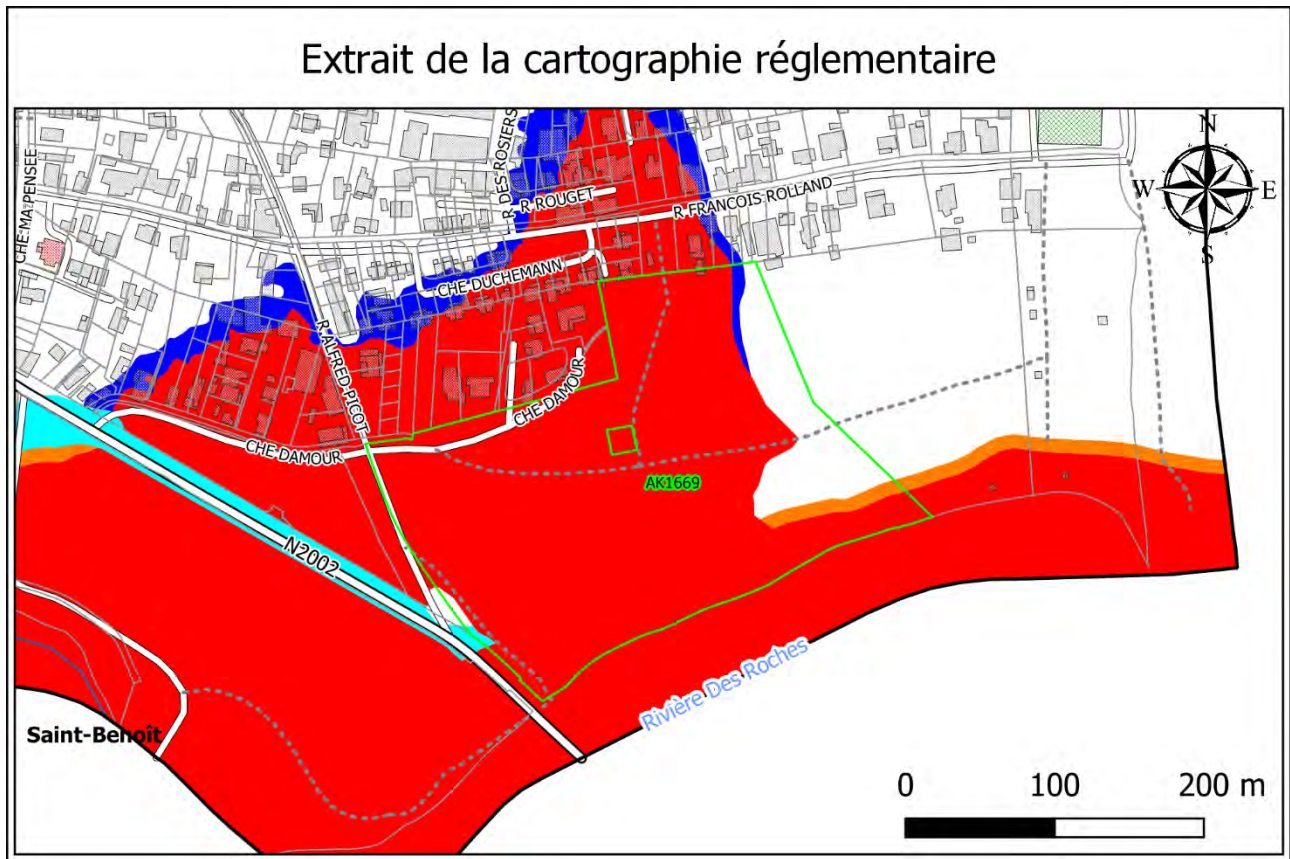
Figure 12 : Vitesses d'écoulement issues des résultats de la modélisation d'HYDRETUDES (2018)

Extrait de la cartographie de l'aléa inondation



Extrait de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain





4. Tableau de synthèse

Le tableau suivant fait la synthèse des résultats de l'analyse des requêtes de la phase de concertation publique.

| N° | Pétitionnaire | N° Parcelle | Visites de terrain | |
|----|--|---|--------------------|----------------------|
| 1 | Entreprise Teralta | AI242, AI243, AI244, AI140 | oui | Pas de modification |
| 2 | Entreprise GTOI | AI309 | oui | |
| 3 | Entreprise HOLCIM | AI140, AI244, AI152 à 160, AI45 à 49 | oui | |
| 4 | M. RAMAYE Pascal | AD869 à 884, AD886 à 902 | oui | Déclassement partiel |
| 5 | M. VAITILINGOM Arthur | AL77 | non | Pas de modification |
| 6 | M. TAILEE Joévin | AB1113, AB1117, AB1118, AB1119, AB1120 et AB260 | Oui | Déclassement partiel |
| 7 | PITOU Emmanuel | AN70 | Non | Déclassement partiel |
| 8 | Granulats de l'Est – M. Éric DONTENVILLE | AD0075 et AD0966 | Non | Pas de modification |
| 9 | Commune de Bras-Panon | AK1669 | Oui | Pas de modification |

Tableau 6 – Tableau de synthèse des résultats d'analyse des requêtes



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemain
BP 36009 –
45060 Orléans Cedex 2 - France
Tél. 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

Direction régionale de La Réunion
5, rue Sainte Anne – CS 51016
97404 Saint-Denis Cedex – La Réunion - France
Tél. : 02 62 21 22 14