

Mairie du Tampon
256, rue Hubert Delisle
97 430 LE TAMPON



Diagnostic de vulnérabilité et Schéma Directeur de Résorption des Radiers



Phase 2
Diagnostic du
« patrimoine » radiers



RIVIERE

RESEAUX
URBAINS



ENVIRONNEMENT

Rapport d'étude

Réf. RE15-047/SD Radiers

Le Tampon

Février 2016

SUIVI ET VISA DU DOCUMENT

Réf. RE15-047

Etude : Diagnostic de vulnérabilité et Schéma Directeur de Résorption des Radiers

Phase : Phase 2 - Diagnostic

Date de remise : Février 2016

Version : 1.0

Statut du document : provisoire

Propriétaire du document : Le Tampon

Diffusion : Mairie du Tampon

Chef de projet : Karl LEMARCHAND

Rédacteur : C.LOISIL/P.LEBLANC/K.LEMARCHAND

Vérificateur : Clément THOMAS



ISO 9001-2008
ISO 14001-2004



Agrément Dignes – Barrages
*Arrêté du 13 juin 2014 portant agrément
d'organismes intervenant pour la sécurité
des ouvrages hydrauliques*



Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'œuvre

Résidence les Kréolis - 8-10 rue Axel Dorseuil - 97410 SAINT PIERRE
Tél : 02 62 96 82 45 - Fax : 02 62 32 69 05 - email : contact-reunion@hydretudes.com

SOMMAIRE

PREAMBULE.....	4
1. PRESENTATION DU PROJET	4
2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE	5
2.1. Le Plan de Gestion du Risque Inondation (PGRI).....	5
2.2. Les Stratégies de Gestion du Risque Inondation (SLGRI)	5
2.3. SLGRI du TRI de la Planète du Tampon et de Saint pierre.....	5
3. LOCALISATION DES RADIERS.....	6
PHASE I : ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC DES RESEAUX	10
1. DONNEES RECUEILLIES	10
2. METHODOLOGIE	10
3. SYNTHÈSE DE L'ETAT DES LIEUX ET DU DIAGNOSTIC DES RADIERS	10
PHASE II : DIAGNOSTIC DU PATRIMOINE « RADIERS »	11
1. METHODE ET HYPOTHESES UTILISEES POUR LES CALCULS HYDROLOGIQUES ET HYDRAULIQUES	11
2. HYDROLOGIE	12
2.1. Contexte	12
2.2. Choix des périodes de retour	12
2.3. Caractéristiques des bassins versants	12
2.4. Calcul des coefficients de ruissellement	14
2.5. Détermination des temps de concentration	15
2.6. Présentation des caractéristiques des bassins versants	15
2.7. Détermination de la pluie de projet	18
2.7.1. Méthode employée	18
2.7.2. Coefficients de Montana utilisés	20
2.8. Calcul des débits de projet	21
3. HYDRAULIQUE.....	24
3.1. Calcul de la capacité des ouvrages (buses ou dalots)	24
3.2. Calcul des hauteurs de submersion	24
3.3. Calcul du temps de submersion	24
3.4. Résultats des calculs hydrauliques.....	26
3.5. Conclusion sur l'hydraulique	28
4. ETAT DES OUVRAGES	29
4.1. Analyse globale.....	29
4.2. Points singuliers.....	30
4.2.1. Buses / dalots encombrés	30
4.2.2. Défauts sur structure béton et/ou chaussée	33
4.2.3. Réseaux dans la section hydraulique	35
5. ANALYSE DE LA VULNERABILITE DES ZONES DESSERVIES PAR LES RADIERS.....	38
5.1. Analyse de la vulnérabilité - Méthodologie	38
5.1.1. Vulnérabilité face à l'isolement	38
5.1.2. Vulnérabilité face aux désordres hydrauliques	39
5.1.3. Données utilisées	40
5.2. Analyse de vulnérabilité au droit des radiers	40
6. ANALYSE MULTICRITERES.....	45
6.1. Critères d'état et de fréquentation.....	45
6.2. Critères hydrauliques.....	46
6.3. Critères de vulnérabilité.....	47
6.4. Résultats de l'analyse multicritères.....	47

7. PRIORISATION DES RADIERS.....	52
ANNEXE 1 : FICHES TYPE DE RELEVÉ DE TERRAIN.....	57
ANNEXE 2 : FICHES D'IDENTIFICATION DES RADIERS	58

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Listing des radiers à étudier dans le cadre du SDRR de la Commune du Tampon.....	8
Tableau 2: Coefficients de ruissellement unitaires	14
Tableau 3: Coefficients de ruissellement par type de sol « Corine Land Cover »	14
Tableau 4: Caractéristiques, temps de concentration et coefficients de ruissellement des bassins versants.....	17
Tableau 5: Coefficients de Montana en fonction de la zone pluviométrique simplifiée (Guide sur les modalités de gestion des eaux pluviales à la Réunion, DEAL, 2012)	20
Tableau 6: Débits selon les occurrences de crue biennale à centennale	22
Tableau 7: Résultats des calculs hydrauliques pour l'ensemble des radiers.....	27
Tableau 8: Indicateurs de quantifications (source POE 2014-2020)	39
Tableau 9: ERP et centre d'hébergement concernés par des désordres hydrauliques ou inscrits dans des zones enclavées.....	41
Tableau 10: Synthèse des indicateurs d'enclavement et de désordres hydrauliques	43
Tableau 11: Synthèse de l'analyse multi critères pour l'ensemble des radiers	51

LISTE DES FIGURES

PREAMBULE

1. PRESENTATION DU PROJET

Le contexte géomorphologique de l'île de la Réunion (géologie jeune, érosion marquée et progressive, terrain naturel accidenté offrant de très nombreuses ravines) ainsi que son nécessaire aménagement routier font que les ouvrages submersibles tels que les radiers sont en nombre important sur l'île.

Ces ouvrages se trouvent régulièrement submergés lors d'épisodes pluvieux. Ceci a pour conséquence un enclavement marqué de certaines habitations, une paralysie du trafic routier, ainsi qu'une menace pour les riverains. Ces coupures peuvent augmenter la vulnérabilité de la population face aux inondations. De plus, il convient de prendre en compte le risque dans l'organisation de gestion de crise et de vérifier si les coupures peuvent gêner les interventions en cas de crise.

Les accidents ont été nombreux à la Réunion et encore régulièrement des personnes sont emportées par les flots en essayant de traverser un radier submergé.

Face à ce constat, et dans le cadre de la politique de gestion, d'aménagement et d'entretien des routes communales, la Commune du Tampon a souhaité lancer une réflexion sur la problématique des ouvrages et radiers submersibles sur l'ensemble de son territoire. En effet, avant d'engager les études techniques de maîtrise d'œuvre proprement dites, il est nécessaire d'avoir un état des lieux précis de la situation existante.

La présente étude, **Schéma Directeur de Résorption des Radiers (SDRR)** de la Commune du Tampon a donc pour objectif de :

- dresser un état des lieux précis de la situation existante, **phase I : Etat des lieux et diagnostic des réseaux,**
- approfondir les connaissances du patrimoine « radiers » de la Commune du Tampon, **phase II : Diagnostic du patrimoine « radiers »,**
- être un outil d'aide à la décision pour choisir les travaux à réaliser, **phase III : Propositions d'aménagements.**

Ce rapport présente la phase I et la phase II.

2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

2.1. LE PLAN DE GESTION DU RISQUE INONDATION (PGRI)

La Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et la gestion des risques d'inondations (dite « Directive Inondations », DI) introduit un cadre méthodologique pour réduire les conséquences négatives des inondations sur « la santé humaine, l'économie, l'environnement et le patrimoine ». Elle prend en compte les inondations de toutes origines et se concrétise par l'élaboration d'un PGRI articulé avec la mise en œuvre de la Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000, directive cadre du domaine de l'eau (dite « Directive cadre sur l'eau », DCE) : même échelle de gestion, même calendrier d'élaboration et de révision que le SDAGE.

La transposition en droit français de la DI confie la conduite de cette politique à M. le Préfet de Région et précise le contexte ainsi que le champ du PGRI. La stratégie nationale, indique les grands objectifs de réduction des conséquences négatives associées aux inondations, des orientations de gestion, et un cadre d'actions. Des objectifs généraux avec des mesures générales sont définis pour l'ensemble du Bassin et des objectifs individualisés sont fixés sur chaque TRI. La commune du Tampon est concernée par Territoire à Risques Important de la plaine du Tampon et de Saint-Pierre.

2.2. LES STRATEGIES DE GESTION DU RISQUE INONDATION (SLGRI)

Pour chacun des TRI, une « stratégie locale », déclinaison à l'échelle appropriée de la stratégie nationale et du PGRI, a été élaborée puis devra être mise en œuvre conjointement par les collectivités concernées.

La Stratégie Locale de Gestion du Risque Inondation (SLGRI) du Territoire à Risques Important de la plaine du Tampon et de Saint-Pierre, a été validée par l'Arrêté préfectoral N°2015 001956/SG/DRCTCV/BCLU le 16 Octobre 2015.

2.3. SLGRI DU TRI DE LA PLANEZE DU TAMPON ET DE SAINT PIERRE

La SLGRI validée propose comme une de ses actions prioritaires, l'action n°C2: «Analyser et proposer une démarche de réduction de la vulnérabilité des enjeux des secteurs isolés et de ceux qui concentrent le plus d'enjeux impactés dès un événement d'occurrence fréquente (Q10 à Q30)».

Cette action est traduite par des sous actions:

C.2.1: Identifier zones enclavées et les bâtiments gestion de crises. Réaliser une étude afin de définir le risque d'isolement des quartiers et ses conséquences :

- Identifier précisément les zones pouvant être réellement enclavées, repérer les bâtiments en lien avec la de gestion de crise touché dès une crue fréquente,
- Regrouper les connaissances des collectivités sur les radiers et leur occurrence de submersion (réaliser des enquêtes de terrain, réaliser des études hydrauliques si nécessaire),
- Qualifier la vulnérabilité des zones enclavées dès la crue fréquente.

C.2.2: Résorber les radiers sensibles identifiés dans l'action C.2.1 dans le respect des objectifs de la SLGRI (non aggravation, voire réduction des risques en aval).

3. LOCALISATION DES RADIERS

Comme indiqué précédemment, la Mairie du Tampon a sélectionné lors de l'offre une liste de 98 radiers. Sur ces 98 radiers, 2 radiers, les radiers n°3 et n°86 ne seront pas à étudier. Le 1^{er}, situé rue du Général de Gaulle, fera l'objet de travaux en régie, le 2nd a déjà fait l'objet d'une étude.

En contrepartie, la Mairie a ajouté 2 radiers à la liste de base :

- Radier n°99 au niveau du prolongement rue de Paris - Ravine Blanche,
- Radier n°100 au niveau du Chemin Chan cour - Ravine des Cabris.

La liste des radiers est donnée page suivante. Seul une information sur leur nature est indiquée par la légende suivante :

Légende

S	Submersible
SS	Semi- Submersible
NS	Non Submersible
OA	Ouvrage d'Art

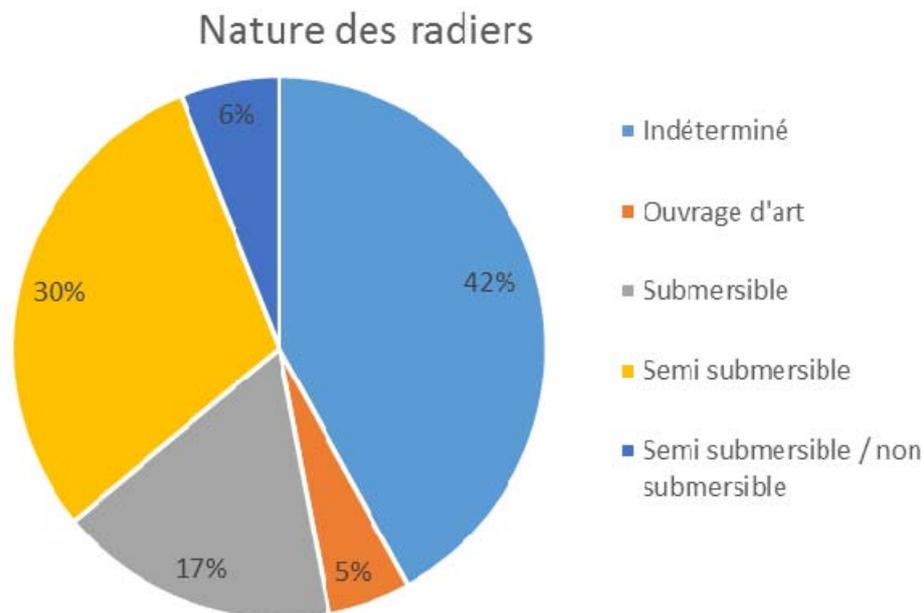


Figure 1 : répartition de la nature de l'ensemble des 100radiers à étudier

n°	Position	Nom de ravine	Type de radier
1	Rue Général Bigeard	Ravine blanche	S
2	Rue des Manguiers	Rivière d'abord	
3	Avenue du Général De Gaulle	Rivière Don Juan	S
4	Rue Montaigne	Ravine Trois Mares	
5	Rue Philidor Techer	Ravine Don Juan	SS
6	Rue Philidor Techer	Ravine Blanche	SS
7	Rue Philidor Techer		SS
8	Rue Philidor Techer		SS
9	Rue Philidor Techer		SS
10	Rue Philidor Techer		SS
11	Rue Philidor Techer		SS
12	Rue Philidor Techer		SS / NS
13	Rue Philidor Techer		SS / NS
14	Rue Philidor Techer		SS
15	Rue Philidor Techer		SS / NS
16	Chemin Portail	Ravine Bras de Douane	SS
17	Traverse chemin Portail	Ravine Bras de Douane	S
18	Rue frère Polycarpe	Ravine Bras de Douane	S
19	Rue Ferrier Lebon	Ravine Bras de Pontho	S
20	Rue Ferrier Lebon	Ravine Bras de Pontho	SS / NS
21	Rue Ferrier Lebon	Ravine Bras de Pontho	SS
22	Chemin Antonin Lauret		
23	Chemin des Muriers		
24	Chemin Pétréas	Ravine rivière d'Abord	
25	Chemin Pétréas	Ravine rivière d'Abord	
26	Chemin des Bambins	Ravine des Cabris	S
27	Chemin Ignaz Pleyel	Ravine des Cabris	SS
28	Chemin Frantz Corré	Ravine Don Juan	
29	Chemin Frantz Corré	Ravine Don Juan	
30	Chemin Maurice Chevalier	Ravine Don Juan	
31	Chemin Luspot	Ravine Don Juan	
32	Chemin des Bambous	Ravine bras d'Antoine	SS
33	Chemin des Caféiers	Ravine La Gale	S
34	Chemin Antony Payet		SS
35	Chemin Antony Payet		SS
36	Chemin Antony Payet		SS
37	Chemin Antony Payet		SS
38	Impasse Louis Bleriot	Ravine bras d'Antoine	
39	Chemin Adam De Villiers	Ravine Bras de Douane	
40	Chemin Adam De Villiers	Ravine bras de Douane	OA
41	Chemin pierre Picard		OA
42	Chemin du Piton Hyacinthe		S
43	Chemin du Piton Hyacinthe	Ravine des Cabris	S
44	Chemin du Piton Hyacinthe	Ravine d'Antoine	SS
45	Chemin Pierre Picard		
46	Chemin Pierre Picard		
47	Chemin Pierre Picard		
48	Chemin Pierre Picard		

n°	Position	Nom de ravine	Type de radier
49	Chemin Pierre Picard		
50	Chemin Pierre Picard		
51	Chemin du Piton Bleu	Ravine Bras Sec	
52	Chemin du Piton Bleu		
53	Chemin du Piton Bleu		
54	Chemin du Piton Bleu		
55	Chemin du Piton Bleu		
56	Chemin du Piton Bleu		
57	Chemin du Piton Bleu		
58	Chemin Mathias		SS
59	Chemin Mathias		OA
60	Chemin Mathias		S
61	Chemin Mathias		
62	Chemin Mathias		
63	Chemin Mathias		
64	Chemin Mathias		
65	Chemin Doret	Ravine du Bras de Pontho	
66	Chemin Henri Cabeu		
67	Chemin Henri Cabeu		
68	Chemin Henri Cabeu		
69	Chemin Henri Cabeu		
70	Chemin Henri Cabeu		
71	Chemin Henri Cabeu		
72	Chemin Henri Cabeu	Ravine Bras Sec	
73	Chemin Henri Cabeu	Ravine Bras Sec	
74	Chemin Henri Cabeu	Ravine Bras Sec	
75	Chemin des Géraniums	Ravine des Cabris	S
76	Chemin des Géraniums		SS
77	Chemin des Géraniums		SS
78	Chemin des Géraniums	Ravine Don Juan	SS
79	Chemin des Géraniums	Ravine Blanche	S
80	Chemin des Géraniums		S
81	Chemin des Géraniums		S
82	Chemin des Géraniums		SS
83	Chemin des Géraniums		SS
84	Chemin des Géraniums		SS
85	Chemin des Géraniums		S
86	Chemin des Maraichers	Ravine Bras Creux	S
87	Chemin du Coin Tranquille	Ravine Blanche	OA
88	Chemin du Coin Tranquille		SS
89	Chemin du Coin Tranquille		SS
90	Chemin du Coin Tranquille		SS / NS
91	Chemin du Coin Tranquille		SS
92	Chemin du Coin Tranquille		SS / NS
93	Rue du Père Favron		SS
94	Rue du Père Favron		SS
95	Rue du Père Favron	Ravine Blanche	S
96	Rue Alexandre Fléming		
97	Rue des Caféiers	Ravine Bras d'Antoine	OA
98	Chemin Albert Hibon		SS
99	Prologement rue de Paris	Ravine Blanche	
100	Chemin chan cour	Ravine des Cabris	

Tableau 1 : Listing des radiers à étudier dans le cadre du SDRR de la Commune du Tampon

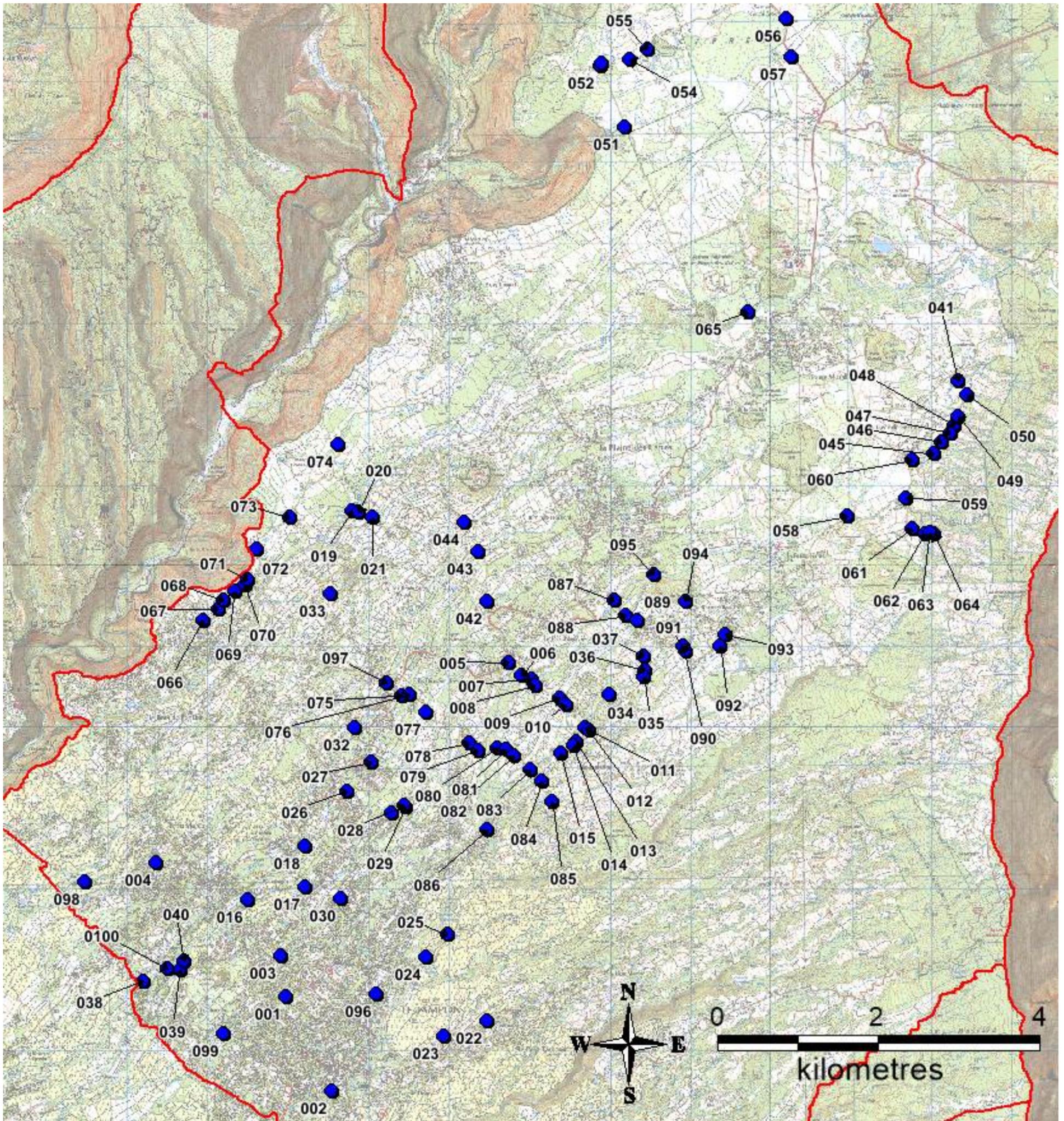


Figure 2 : localisation de l'ensemble des 100 radiers sur la commune du Tampon

PHASE I : ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC DES RESEAUX

1. DONNEES RECUEILLIES

Afin de pouvoir réaliser notre analyse, nous avons recueilli et utilisé les données suivantes :

- Litto 3D avec précision de 5 m,
- Photographies aériennes 2012,
- Liste des radiers à étudier et planches de localisations fournies par la Commune du Tampon,
- SLGRI de la Planèze du Tampon et de Saint Pierre.

Les données topographiques de la Litto 3D (photogrammétrie réalisée par l'IGN sur l'ensemble de la Réunion) ont été utilisées dans cette étude, notamment pour la délimitation fine des bassins versants.

2. METHODOLOGIE

Après avoir repéré les différents radiers, une visite de terrain a été réalisée pour chaque radiers par, *a minima*, un ingénieur Génie Civil et un ingénieur Hydraulique / Risque Inondation.

Une analyse de vulnérabilité du radier est réalisée au moyen des données SIG disponibles (cf. Phase II, chapitre 3).

Ensuite, une visite *in situ* effectuée afin de relever différentes caractéristiques pour compléter la fiche jointe en Annexe 1.

Durant cette visite, un comptage du nombre de véhicules est réalisé sur une période allant de 30 min à 1 h.

3. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX ET DU DIAGNOSTIC DES RADIERS

La synthèse de l'état des lieux est indiquée sur les fiches d'identification des radiers en annexe 2.

PHASE II : DIAGNOSTIC DU PATRIMOINE « RADIERS »

1. METHODE ET HYPOTHESES UTILISEES POUR LES CALCULS HYDROLOGIQUES ET HYDRAULIQUES

Dans l'objectif de fournir à la commune du Tampon un outil d'aide à la décision qui permette de comparer les caractéristiques hydrauliques des 100 radiers sur une base commune, une méthodologie de calcul « empirique » a été appliquée.

Pour appliquer cette méthode plusieurs hypothèses fortes ont été appliquées :

- Calcul des débits au droit de chaque radier : la méthode rationnelle indiquée par le Guide sur les modalités de gestion des eaux pluviales à la Réunion - DEAL, 2012, a été appliquée. Les détails sont présentés dans les chapitres suivants. Notons que les calculs de débits, sur les 4 premiers radiers étudiés (cf. rapport d'étape sur 4 radiers sélectionnés Phase 1 à 3), ont été comparés aux débits calculés pour les études antérieures (PPRI, PGRI, STPC) pour valider la méthode,
- Calculs hydrauliques :
 - Calcul de la capacité des ouvrages (buses ou dalots) : ce calcul a été réalisé par la formule de Manning-Strickler détaillée dans les chapitres suivants. Cette formule utilise la pente au droit du radier. N'ayant pas de relevé topographique précis la pente au droit de l'ouvrage a été déterminée en relevant la distance entre les deux lignes ISO 5 m de part et d'autre de l'ouvrage. Cette hypothèse introduit une incertitude sur le résultat. De plus, tous les ouvrages sont considérés bien entretenus (pas de colmatage) pour les calculs,
 - Calcul de la hauteur de submersion : ce calcul a été réalisé par la formule de Chézy détaillée dans les chapitres suivants. Cette formule utilise la pente au droit du radier, la même incertitude que décrite ci-dessus est introduite dans le résultat. De plus, ce calcul utilise le coefficient de Strickler (K) pour le lit. Or, le lit des ravines change selon le cheminement de la rivière, parfois obstrué par la végétation ou parfois composé de roche compact. Le coefficient a été fixé à une moyenne 25 pour l'ensemble des radiers.

Ces différentes hypothèses introduisent donc une incertitude sur les résultats des calculs. Néanmoins, la méthode permet de comparer les résultats sur une base commune et répondre efficacement au besoin de créer un outil d'aide à la décision. Les caractéristiques hydrauliques calculées donnent donc des ordres de grandeur pour dimensionner les ouvrages. La réalisation des ouvrages eux-mêmes, nécessitera donc, la production d'études hydrauliques précises au droit du radier avec un relevé topographique pour lever les incertitudes mentionnées ci-dessus.

2. HYDROLOGIE

2.1. CONTEXTE

La commune du Tampon présente une population de 75 631 habitants (INSEE 2012) et une superficie d'environ 165 km².

La commune est traversée par trois grandes ravines parallèles d'orientation Nord-Est, Sud-Ouest (Ravine des Cabris, Rivière d'Abord et Ravine Blanche). L'existence d'un substratum basaltique construit par superposition de coulées volcaniques récentes conduit aux caractéristiques suivantes :

- un réseau hydrographique peu marqué conduisant à de nombreuses diffluences en période de crues, rendant les écoulements peu prévisibles et renforçant la vulnérabilité de l'ensemble de la commune,
- un sol particulièrement hétérogène et fracturé permettant une infiltration aux caractéristiques quantitatives proches de celle de massifs karstiques. De ce fait l'eau peut traverser occasionnellement en profondeur les vides offerts par l'ensemble gratons, alluvions, marmites de géant, diaclases ou tunnels laviques,
- de manière plus ponctuelle, des risques d'embâcles importants existent sur des ouvrages de franchissement faiblement dimensionnés.

2.2. CHOIX DES PERIODES DE RETOUR

Toutes les périodes de retour feront l'objet d'un calcul : Q2, Q5, Q10, Q20, Q30, Q50 et Q100.

La crue Q100 sera systématiquement choisie dans le cas du remplacement d'un radier par un ouvrage d'art (type pont).

2.3. CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS

Chaque bassin versant a été numérisé à partir des données de la Litto 3D, surtout en zone non urbanisé, et avec les bassins versants urbains établit dans le cadre du SDEP de la Commune du Tampon (prise en compte des réseaux pluviales). Cette approche permet de préciser le contour des bassins versants usuellement pris dans les études hydrauliques et de s'approcher de la réalité.

Les bassins versants des radiers ont été cartographiés page suivante.

Les caractéristiques des bassins versants sont présentées au chapitre 2.6.

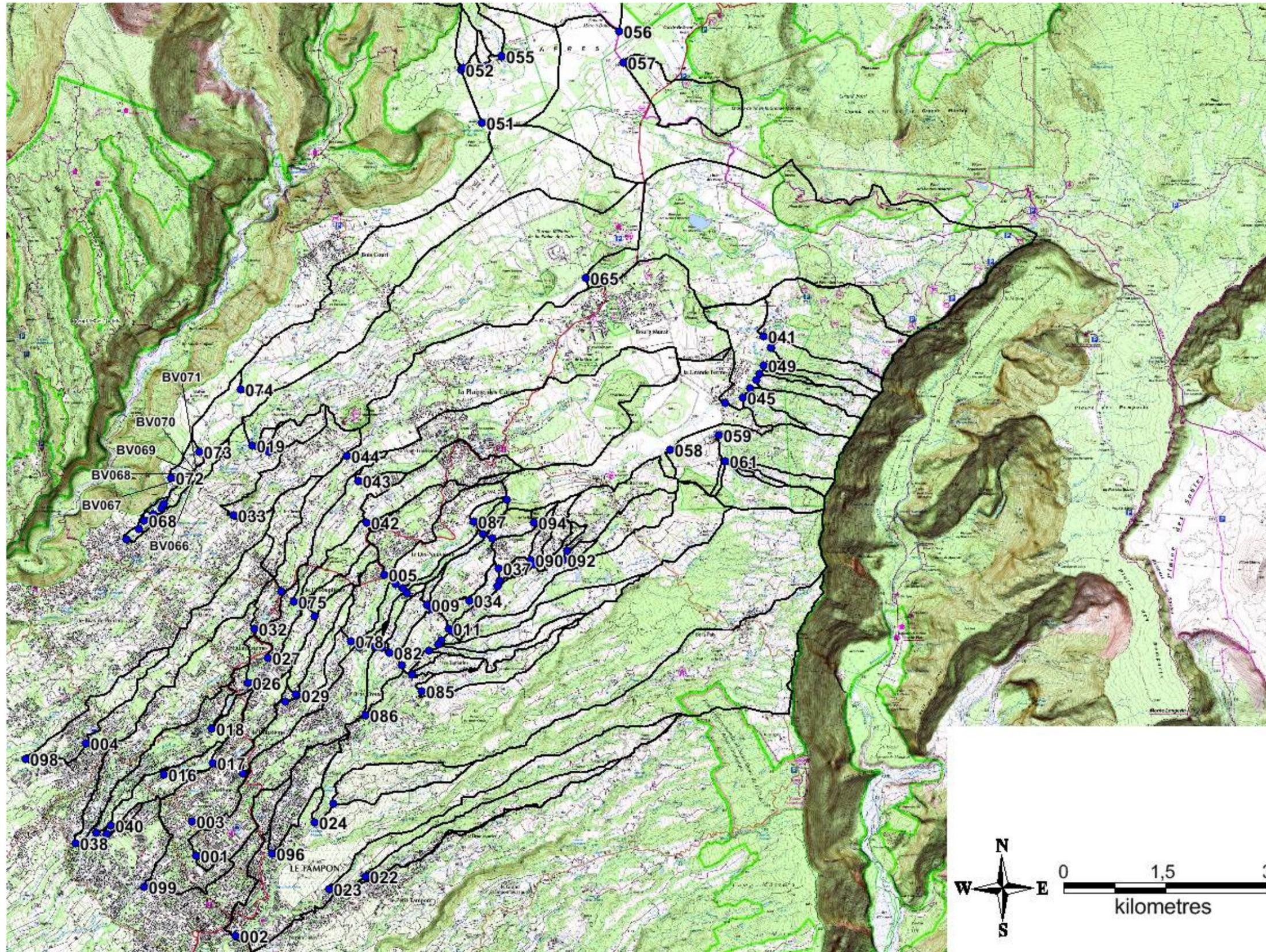


Figure 3 : bassins versants associés aux quatre premiers radiers à étudier

2.4. CALCUL DES COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT

Les bassins versants sont grands. L'occupation des sols n'est donc pas homogène dans l'emprise de chaque bassin versant.

Pour déterminer les coefficients de ruissellement, le référentiel d'occupation des sols « Corine Land Cover » de 2006 a été utilisé.

Plusieurs types de sols « Corine Land Cover » ont été localisés.

Chaque type de sol a été ensuite associé à un coefficient de ruissellement selon le tableau ci-dessous (source : Guide sur les modalités de gestion des eaux pluviales à la Réunion - DEAL, 2012) qui détaille les valeurs des coefficients de ruissellement unitaires (pour une période de retour de 10 ans) en fonction de la classe de perméabilité des sols.

	Coefficient de ruissellement unitaire
Terrain urbanisé	1
terrain mixte	0.6
terrain semi perméable	0.5
terrain peu perméable	0.7

Tableau 2: Coefficients de ruissellement unitaires

Au final, pour chaque type de sols, une valeur de coefficient de ruissellement a été affectée de la manière suivante :

Type de sol	Coef. Ruissellement associé
Canne à sucre	0,6
Forêts	0,5
Landes et broussailles	0,5
Prairies	0,5
Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	0,5
Systèmes culturaux et parcellaires complexes	0,6
Terres arables hors périmètres d'irrigation	0,5
Territoires agro-forestiers	0,5
Tissu urbain discontinu	1
Végétation sclérophylle	0,5

Tableau 3: Coefficients de ruissellement par type de sol « Corine Land Cover »

Le coefficient de ruissellement de chaque bassin versant se calcule ensuite par combinaison des coefficients de ruissellement unitaires présentés ci-après, rapportés au pourcentage d'occupation du sol.

Les résultats sont présentés au chapitre 2.6.

2.5. DETERMINATION DES TEMPS DE CONCENTRATION

Le temps de concentration correspond au temps que met le ruissellement d'une averse pour parvenir à l'exutoire depuis le point du bassin le plus éloigné.

Les temps de concentration ont pu être calculés à partir des caractéristiques morphologiques des bassins versants.

Les formules préconisées dans le Guide sur les modalités de gestion des eaux pluviales à la Réunion (DEAL, 2012) ont été utilisées selon les surfaces des bassins versants.

En effet, les formules de KIRPICH 2 et des Rectangles Equivalents ont toutes 2 des limites

La moyenne des différentes formules utilisées a été calculée pour déterminer le temps de concentration de chaque bassin versant sont indiqués au chapitre 2.6.

2.6. PRESENTATION DES CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS

Les caractéristiques, temps de concentration, et coefficients de ruissellement des bassins versants sont présentées dans le tableau page suivante.

Numéro radier	Nom BV	Surface BV en km ²	Surface (ha)	Longueur du BV (m)	Alt max (m)	Alt min (m)	Pente moyenne (%)	Alt moyenne pondérée (m)	Pente moyenne pondérée (%)	Allongement	Périmètre (km)	C10	C100
1	BV001	13,18	1318	14930	2075	567	10,10	1321,0	10,10	4,11	34,12	0,579	0,90
2	BV002	28,52	2852	11800	1970	515	12,33	1242,5	12,33	2,21	27,83	0,596	0,90
4	BV004	1,49	149	4270	1030	553	11,17	791,5	11,17	3,50	9,63	0,778	0,90
5	BV005	0,82	82	2870	1425	1090	11,67	1257,5	11,67	3,17	6,16	0,849	0,90
6	BV006_1	10,91	1091	2640	1400	1078	12,20	1239,0	12,20	0,80	5,15	0,648	0,90
7	BV007_1	0,21	21	2170	1400	1086	14,47	1243,0	14,47	4,74	4,3	0,526	0,90
8	BV008	0,03	3	328	1136	1087	14,94	1111,5	14,94	1,89	0,8	0,500	0,90
9	BV009	0,06	6	695	1195	1087	15,54	1141,0	15,54	2,84	1,621	0,500	0,90
10	BV010	0,81	81	2730	1469	1081	14,21	1275,0	14,21	3,03	5,7	0,622	0,90
11	BV011	0,94	94	3050	1510	1073	14,33	1291,5	14,33	3,15	6,737	0,695	0,90
12	BV012	2,09	209	4260	1690	1068	14,60	1379,0	14,60	2,95	9,96	0,665	0,90
13	BV013	1,81	181	5280	1740	1045	13,16	1392,5	13,16	3,92	10,87	0,552	0,90
14	BV014	0,72	72	3470	1504	1037	13,46	1270,5	13,46	4,09	6,94	0,526	0,90
15	BV015	0,3	30	2531	1390	1008	15,09	1199,0	15,09	4,62	5,55	0,546	0,90
16	BV016	0,68	68	2670	835	598	8,88	716,5	8,88	3,24	5,63	0,864	0,90
17	BV017	0,54	54	1893	835	677	8,35	756,0	8,35	2,58	4,17	0,864	0,90
18	BV018	6,94	694	9820	1610	708	9,19	1159,0	9,19	3,73	21,52	0,661	0,90
19	BV019	15,59	1559	14251	2185	1103	7,59	1644,0	7,59	3,61	30,07	0,534	0,90
20	BV020	0,06	6	580	1174	1103	12,24	1138,5	12,24	2,37	1,35	0,672	0,90
21	BV021	0,27	27	1250	1239	1109	10,40	1174,0	10,40	2,41	2,71	0,684	0,90
22	BV022	0,88	88	5211	1330	725	11,61	1027,5	11,61	5,55	8,76	0,621	0,90
23	BV023	2,35	235	7438	1515	658	11,52	1086,5	11,52	4,85	12,47	0,583	0,90
24	BV024	18,34	1834	9540	1970	677	13,55	1323,5	13,55	2,23	21,5	0,579	0,90
25	BV025	0,74	74	2360	1040	718	13,64	879,0	13,64	2,74	4,98	0,600	0,90
26	BV026	6,8	680	9111	1610	802	8,87	1206,0	8,87	3,49	19,6	0,653	0,90
27	BV027	5,98	598	8611	1610	846	8,87	1228,0	8,87	3,52	18,43	0,643	0,90
28	BV028	0,4	40	1900	1055	815	12,63	935,0	12,63	3,00	4,02	0,559	0,90
29	BV029	0,3	30	1800	1030	815	11,94	922,5	11,94	3,29	3,76	0,629	0,90
30	BV030	2,64	264	3463	1055	701	10,22	878,0	10,22	2,13	14,02	0,727	0,90
31	BV031	0,73	73	2103	1055	806	11,84	930,5	11,84	2,46	4,52	0,601	0,90
32	BV032	7,28	728	9758	1725	891	8,55	1308,0	8,55	3,62	21,47	0,653	0,90
33	BV033	1,01	101	2710	1295	1007	10,63	1151,0	10,63	2,70	6,19	0,713	0,90
34	BV034	0,82	82	1828	1511	1166	18,87	1338,5	18,87	2,02	5,54	0,783	0,90
35	BV035	0,27	27	1885	1511	1247	14,01	1379,0	14,01	3,63	4,41	0,742	0,90
36	BV036	0,19	19	1670	1466	1256	12,57	1361,0	12,57	3,83	3,15	0,849	0,90
37	BV037	0,24	24	1130	1451	1271	15,93	1361,0	15,93	2,31	2,6	0,847	0,90
38	BV038	9,13	913	14399	1725	460	8,79	1092,5	8,79	4,77	30,89	0,693	0,90
39	BV039	1,07	107	3810	835	495	8,92	665,0	8,92	3,68	8,315	0,824	0,90
40	BV040	1,01	101	3679	835	503	9,02	669,0	9,02	3,66	7,96	0,821	0,90
41	BV041	1,91	191	2390	2075	1664	17,20	1869,5	17,20	1,73	6,08	0,500	0,90
42	BV042	0,91	91	2785	1465	1146	11,45	1305,5	11,45	2,92	6,06	0,743	0,90
43	BV043	3,65	365	5493	1610	1183	7,77	1396,5	7,77	2,88	12,36	0,601	0,90
44	BV044	5,84	584	6468	1725	1202	8,09	1463,5	8,09	2,68	14,83	0,642	0,90
45	BV045	0,2	20	1183	1871	1616	21,56	1743,5	21,56	2,65	2,45	0,500	0,90
46	BV046	0,54	54	1903	2010	1624	20,28	1817,0	20,28	2,59	3,89	0,500	0,90
47	BV047	0,39	39	1880	2015	1641	19,89	1828,0	19,89	3,01	3,94	0,500	0,90
48	BV048	0,05	5	897	1846	1646	22,30	1746,0	22,30	4,01	1,77	0,500	0,90
49	BV049	0,24	24	1900	2030	1651	19,95	1840,5	19,95	3,88	3,85	0,500	0,90
50	BV050	0,42	42	1988	2020	1662	18,01	1841,0	18,01	3,07	3,95	0,500	0,90
51	BV051	2,16	216	3533	1910	1566	9,74	1738,0	9,74	2,40	7,15	0,500	0,90
52	BV052	0,18	18	1000	1735	1615	12,00	1675,0	12,00	2,36	2,02	0,500	0,90
53	BV053	0,18	18	950	1735	1617	12,42	1676,0	12,42	2,24	1,95	0,500	0,90
54	BV054	0,06	6	562	1680	1611	12,28	1645,5	12,28	2,29	1,22	0,500	0,90
55	BV055	0,39	39	1933	1910	1610	15,52	1760,0	15,52	3,10	3,76	0,500	0,90
56	BV056	1,31	131	3510	1855	1595	7,41	1725,0	7,41	3,07	6,15	0,500	0,90
57	BV057	1,05	105	2430	1825	1594	9,51	1709,5	9,51	2,37	5,09	0,500	0,90
58	BV058	2,57	257	3130	1985	1578	13,00	1781,5	13,00	1,95	7,02	0,503	0,90
59	BV059	2	200	2250	1985	1600	17,11	1792,5	17,11	1,59	5,99	0,500	0,90
60	BV060	4,61	461	3770	2075	1599	12,63	1837,0	12,63	1,76	9,42	0,514	0,90
61	BV061	0,64	64	2110	1965	1627	16,02	1796,0	16,02	2,64	4,1	0,500	0,90
62	BV062	0,021	2,1	371	1710	1636	19,95	1673,0	19,95	2,56	0,76	0,500	0,90
63	BV063	0,26	26	1509	1970	1643	21,67	1806,5	21,67	2,96	3,23	0,500	0,90

Numéro radier	Nom BV	Surface BV en km ²	Surface (ha)	Longueur du BV (m)	Alt max (m)	Alt min (m)	Pente moyenne (%)	Alt moyenne pondérée (m)	Pente moyenne pondérée (%)	Allongement	Périmètre (km)	C10	C100
64	BV064	0,2	20	1462	1970	1648	22,02	1809,0	22,02	3,27	3,06	0,500	0,90
65	BV065	8,65	865	7810	2185	1562	7,98	1873,5	7,98	2,66	17,4	0,508	0,90
66	BV066	0,33	33	2317	1080	849	9,97	964,5	9,97	4,03	4,59	0,687	0,90
67	BV067	0,3	30	2051	1080	885	9,51	982,5	9,51	3,74	4,1	0,690	0,90
68	BV068	0,26	26	1904	1080	900	9,45	990,0	9,45	3,73	3,78	0,692	0,90
69	BV069	0,25	25	1710	1080	918	9,47	999,0	9,47	3,42	3,57	0,694	0,90
70	BV070	0,21	21	1551	1080	939	9,09	1009,5	9,09	3,38	3,08	0,643	0,90
71	BV071	0,2	20	1470	1080	948	8,98	1014,0	8,98	3,29	2,99	0,635	0,90
72	BV072	5,65	565	9303	1710	989	7,75	1349,5	7,75	3,91	19,19	0,560	0,90
73	BV073	5,52	552	8723	1710	1038	7,70	1374,0	7,70	3,71	18,1	0,561	0,90
74	BV074	4,95	495	7533	1710	1155	7,37	1432,5	7,37	3,39	15,85	0,567	0,90
75	BV075	4,37	437	7653	1610	943	8,72	1276,5	8,72	3,66	16,62	0,606	0,90
76	BV076	1,31	131	4312	1465	948	11,99	1206,5	11,99	3,77	9,4	0,703	0,90
77	BV077	0,27	27	1587	1129	938	12,04	1033,5	12,04	3,05	3,36	0,634	0,90
78	BV078	1,28	128	4150	1425	935	11,81	1180,0	11,81	3,67	8,65	0,797	0,90
79	BV079	11,3	1130	11330	2075	940	10,02	1507,5	10,02	3,37	24,62	0,531	0,90
80	BV080	0,035	3,5	390	1004	958	11,79	981,0	11,79	2,08	0,91	0,500	0,90
81	BV081	0,14	14	1100	1136	960	16,00	1048,0	16,00	2,94	2,53	0,520	0,90
82	BV082	0,3	30	1685	1195	955	14,24	1075,0	14,24	3,08	3,51	0,552	0,90
83	BV083	7,02	702	6050	1740	953	13,01	1346,5	13,01	2,28	13,71	0,625	0,90
84	BV084	0,19	19	1223	1150	955	15,94	1052,5	15,94	2,81	2,76	0,711	0,90
85	BV085	0,56	56	2780	1375	953	15,18	1164,0	15,18	3,71	6,41	0,576	0,90
87	BV087_1	10,05	1005	640	1400	1296	16,25	1348,0	16,25	0,20	1,57	0,505	0,90
88	BV088_1	0,29	29	650	1400	1297	15,85	1348,5	15,85	1,21	1,38	0,510	0,90
89	BV089	0,27	27	1390	1468	1298	12,23	1383,0	12,23	2,68	2,56	0,587	0,90
90	BV090	0,11	11	1040	1466	1345	11,63	1405,5	11,63	3,14	1,96	0,867	0,90
91	BV091	0,24	24	1230	1511	1346	13,41	1428,5	13,41	2,51	3,15	0,768	0,90
92	BV092	0,83	83	2280	1690	1382	13,51	1536,0	13,51	2,50	5,85	0,739	0,90
93	BV093	0,77	77	2100	1690	1398	13,90	1544,0	13,90	2,39	5,55	0,731	0,90
94	BV094	0,06	6	460	1468	1410	12,61	1439,0	12,61	1,88	1,11	0,582	0,90
95	BV095	9,96	996	7530	2075	1400	8,96	1737,5	8,96	2,39	18,15	0,731	0,90
96	BV096	0,63	63	2270	820	629	8,41	724,5	8,41	2,86	4,92	0,941	1,00
97	BV097	6,63	663	9018	1725	955	8,54	1340,0	8,54	3,50	19,54	0,642	0,90
98	BV098	2,23	223	5240	1030	477	10,55	753,5	10,55	3,51	11,56	0,773	0,90
99	BV099	17,25	1725	15890	2075	477	10,06	1276,0	10,06	3,83	36,85	0,637	0,90
100	BV100	8,021	802,1	12070	1610	488	9,30	1049,0	9,30	4,26	26,72	0,695	0,90

Tableau 4: Caractéristiques, temps de concentration et coefficients de ruissellement des bassins versants

Avec :

- C10 = coefficient de ruissellement pour une pluie d'intensité décennale,
- C100 = coefficient de ruissellement pour une pluie d'intensité centennale. Ce dernier a été fixé à 0,9 en considérant que pour une telle occurrence les sols sont quasi saturés en eau.

2.7. DETERMINATION DE LA PLUIE DE PROJET

2.7.1. Méthode employée

Les pluies qui génèrent les plus forts débits sur ce type de bassin versant (bassin versant pluvial de pentes modérées à fortes) sont de courtes durées (inférieures à 1 h) et de fortes intensités.

La méthode du « Guide sur les modalités de gestion des eaux pluviales à la Réunion » (2012) de la DEAL a été utilisée dans la présente étude pour déterminer les pluies de projet.

Il s'agit dans un premier temps de déterminer les coefficients de Montana, selon un zonage pluviométrique simplifié :

Commune	Zonage pluviométrique (altitude en m)					
	0 100	100 250	250 500	500 1000	1000 1600	1600 3071
Sainte-Marie	1	2	2	3	4	4
Saint-Denis	1	2	2	3	4	4
Le Port	1	1				
La Possession Bas	1	1	1	2	2	
La Possession Mafate				3	3	3
Saint-Paul	1	1	1	2	2	3
Trois Bassins	1	1	1	2	2	3
Saint-Leu	1	1	1	2	2	3
Les Avirons	1	1	1	2	2	3
L'Etang-Salé	1	1	1	2	2	3
Cilaos			3	3	3	3
Saint-Louis	1	1	1	2	2	3
L'Entre-Deux		1	1	2	3	4
Saint-Pierre	1	1	1	2	3	4
Le Tampon			1	2	3	4
Petite-Île	1	1	2	2	3	4
Saint-Joseph	2	2	3	3	4	5
Saint-Philippe	3	3	4	4	5	5
Sainte-Rose	3	3	4	4	5	5
Saint-Benoît (Sud RN 3)	3	3	3	4	4	5
La Plaine des Palmistes				4	4	5
Saint-Benoît (Nord RN 3)	3	3	3	4	5	5
Bras-Panon	2	3	3	4	5	5
Saïazie			5	5	5	5
Saint-André	2	3	3	3		
Sainte-Suzanne (Est Riv)	2	3	3	3	4	
Sainte-Suzanne (Ouest Riv)	2	2	3	3	4	

Figure 4 : Zonage pluviométrique simplifié (Guide sur les modalités de gestion des eaux pluviales à la Réunion, DEAL, 2012)

D'après ce zonage, les bassins versants de l'étude se situent dans les 3 zones (Le Tampon –altitude entre 477et 2075 m). Même si les radiers se situent environ vers 500 mNGR, les débits transitant au droit des radiers dépendent de la pluviométrie à l'amont.

La figure suivante indique l'emplacement des zones pluviométriques par rapport aux bassins versants des radiers n°2, 39, 99 et 100 pour donner un exemple :

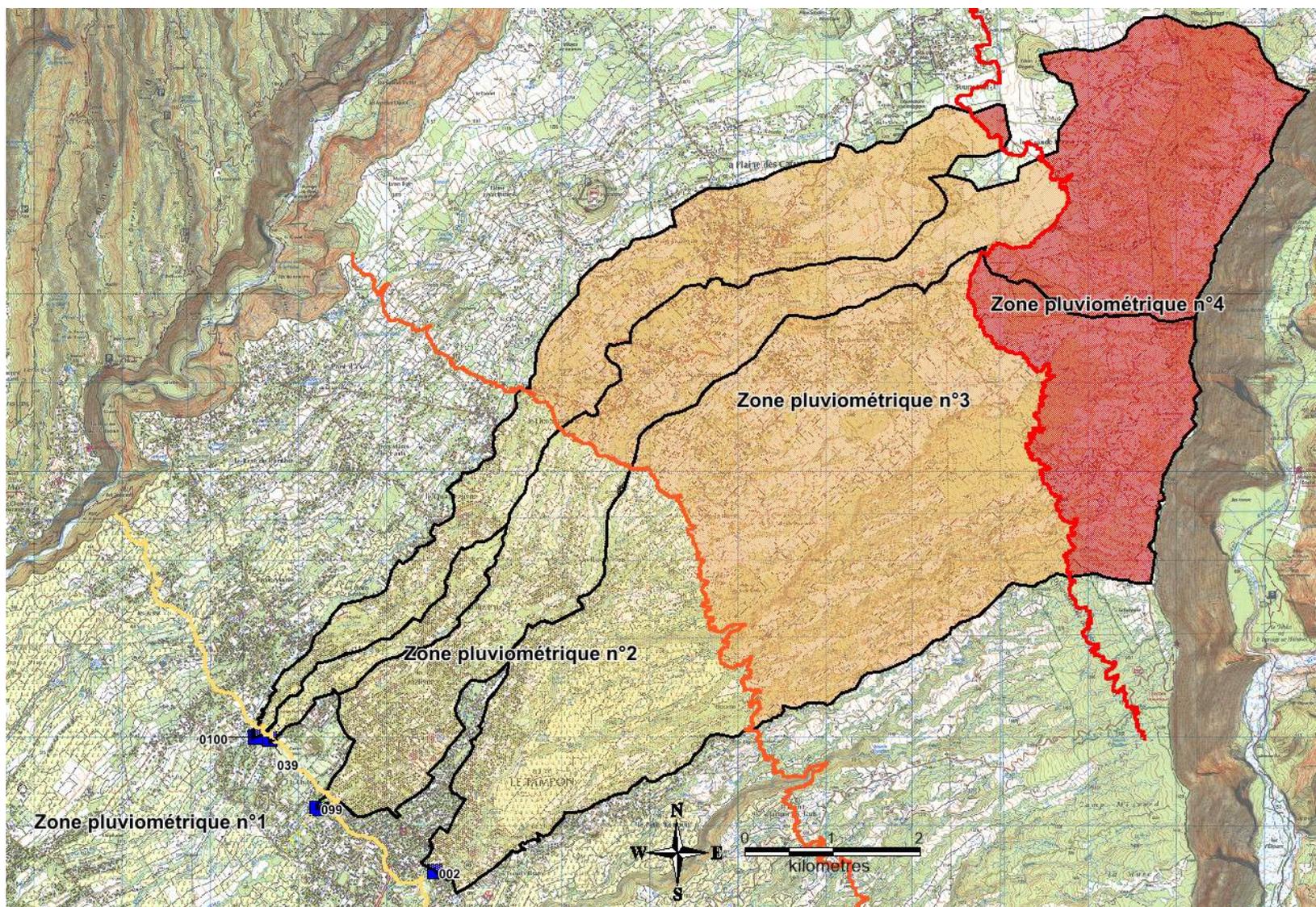


Figure 5 : Zones pluviométriques associées aux bassins versants des radiers n°2, 39, 99, 100 pris en exemple

Pour les bassins versants des radiers situés à cheval sur plusieurs zones pluviométriques, il convient de réaliser une pondération de surface afin de calculer les débits. Les débits pour chaque zone pluviométrique seront calculés puis pondérés en fonction du pourcentage de surface de bassin versant comprise dans chaque zone pluviométrique.

2.7.2. Coefficients de Montana utilisés

Zone	Coefficient A	Coefficient B
1	60	+ 0,33
2	72	+ 0,33
3	85	+ 0,33
4	100	+ 0,33
5	130	+ 0,33

Tableau 5: Coefficients de Montana en fonction de la zone pluviométrique simplifiée (Guide sur les modalités de gestion des eaux pluviales à la Réunion, DEAL, 2012)

Afin de déterminer les pluies horaires d'occurrence différentes à partir de la pluie décennale horaire, une loi de Gumbel est utilisée :

$$i(d, T) = i(1h, 10ans) \times (0.186 \times \ln(T) + 0.572) \times d^{-0.33}$$

Avec :

- d : durée de la pluie, égale au temps de concentration
- T : période de retour
- $i(1h, 10ans)$: pluie décennale horaire, égale au coefficient A de Montana.

On obtient :

$$\begin{aligned} I(2) &= 0,7 I(10) \\ I(5) &= 0,87 I(10) \\ I(20) &= 1,13 I(10) \\ I(30) &= 1,2 I(10) \\ I(50) &= 1,3 I(10) \\ I(100) &= 1,43 I(10) \end{aligned}$$

2.8. CALCUL DES DEBITS DE PROJET¹

La méthode du « Guide sur les modalités de gestion des eaux pluviales à la Réunion » (2012) de la DEAL a été utilisée dans la présente étude pour déterminer les débits de projet : il s'agit de la **méthode rationnelle**.

Les débits ruisselés pour les différentes occurrences sont :

Numéro radier	Q2 (m ³ /s)	Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q20 (m ³ /s)	Q30 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	qs10 (m ³ /s/km ²)	qs100 (m ³ /s/km ²)
1	135	167	192	217	232	250	427	14,58	32,37
2	266	330	379	429	457	493	818	13,30	28,68
4	19	24	28	31	33	36	46	18,66	30,83
5	15	19	22	25	27	29	33	26,94	40,78
6	155	193	222	251	268	289	362	20,36	33,14
7	4,1	5,2	5,9	29,3	31,2	33,7	49,8	28,23	236,99
8	0,5	0,7	0,8	0,87	0,92	1,0	2,0	25,58	65,75
9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	3,5	22,92	58,91
10	11	14	16	19	20	21	34	20,28	41,90
11	15	18	21	24	25	27	39	22,16	40,97
12	31	38	44	50	53	57	85	21,00	40,58
13	21	26	29	33	36	38	69	16,29	37,93
14	8	10	12	13,5	14,4	16	29	16,64	40,67
15	4,0	5,0	5,7	6,4	6,9	7,4	13	18,98	44,67
16	11	13	16	18	19	20	23	22,80	33,91
17	9	11	13	15	16	17	19	24,05	35,77
18	78	96	111	125	133	144	215	15,96	31,04
19	140	174	200	226	241	260	481	12,82	30,86
20	1,3	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	3,4	29,80	56,99
21	4,8	6,0	6,9	7,8	8,3	9,0	13	25,58	48,07
22	10	13	15	16	18	19	30	16,56	34,29
23	26	32	37	41	44	48	81	15,61	34,42
24	180	224	258	291	311	335	572	14,06	31,21
25	9	11	12	14	15	16	26	16,56	35,49
26	75	94	108	122	130	140	212	15,82	31,13
27	67	83	95	108	115	124	191	15,97	31,92
28	4,8	6,0	6,9	7,8	8,3	9,0	16	17,21	39,58
29	3,9	4,9	5,6	6,3	6,8	7,3	11	18,70	38,21
30	35	44	50	57	61	65	89	19,06	33,71
31	8,8	11	13	14	15	16	27	17,21	36,81
32	82	102	118	133	142	153	232	16,18	31,85
33	15	19	22	25	27	29	40	21,91	39,50
34	16	19	22	25	27	29	37	27,30	44,81
35	5,1	6,3	7,2	8,2	8,7	9,4	12,6	26,85	46,51
36	4,2	5,2	6,0	6,7	7,2	7,7	9,0	31,36	47,48
37	5,7	7,1	8,2	9,3	9,9	10,7	12,4	34,16	51,84
38	102	126	145	164	175	189	270	15,92	29,52
39	15	19	21	24	26	28	33	19,90	31,04
40	14	18	20	23	24	26	32	20,10	31,46
41	26	32	37	42	45	48	95	19,38	49,81
42	14	18	20	23	25	26	35	22,35	38,67
43	40	50	58	65	70	75	124	15,83	33,85
44	68	84	97	110	117	126	194	16,63	33,29
45	3,5	4,4	5,1	5,7	6,1	6,6	13,0	25,28	64,99
46	8,4	11	12	14	15	16	31	22,35	57,46
47	6,1	7,6	8,8	9,9	10,6	11,4	22,6	22,49	57,83
48	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	3,6	28,25	72,63
49	3,9	4,8	5,5	6,2	6,6	7,2	14,2	22,99	59,11
50	6,5	8,1	9,3	10,5	11,2	12,0	23,8	22,05	56,69
51	22	27	31	35	38	41	81	14,52	37,32
52	2,6	3,2	3,7	4,1	4,4	4,7	9,4	20,29	52,16
53	2,5	3,2	3,6	4,1	4,4	4,7	9,3	20,13	51,74
54	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	3,5	22,89	58,83
55	4,8	5,9	6,8	7,7	8,2	8,8	17	17,44	44,84
56	13	17	19	22	23	25	49	14,54	37,38
57	13	17	19	21	23	25	49	18,10	46,52

¹ Les résultats intermédiaires pour obtenir ces débits sont résumés dans les fiches hydrologiques en **annexe 3**

Numéro radier	Q2 (m ³ /s)	Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q20 (m ³ /s)	Q30 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	qs10 (m ³ /s/km ²)	qs100 (m ³ /s/km ²)
58	32	39	45	51	54	59	116	17,59	44,95
59	26	32	37	42	45	48	96	18,62	47,85
60	55	68	78	88	94	102	196	16,99	42,48
61	9	11	13	15	16	17	34	20,62	53,01
62	0,5	0,6	0,7	0,75	0,80	0,9	1,7	31,64	81,34
63	4,4	5,4	6,2	7,0	7,5	8,1	16,0	23,99	61,66
64	3,4	4,3	4,9	5,5	5,9	6,4	12,6	24,51	63,01
65	86	107	124	140	149	161	313	14,28	36,13
66	4,5	5,6	6,4	7,3	7,7	8,4	12,0	19,50	36,48
67	4,5	5,6	6,5	7,3	7,8	8,4	12,1	21,61	40,25
68	3,8	4,7	5,4	6,1	6,5	7,0	10,0	20,69	38,43
69	3,7	4,6	5,3	6,0	6,4	6,9	9,8	21,12	39,12
70	3,3	4,1	4,7	5,3	5,6	6,1	9,4	22,29	44,56
71	3,1	3,9	4,4	5,0	5,4	5,8	9,0	22,25	45,04
72	55	68	79	89	95	102	181	13,93	31,98
73	54	67	77	88	93	101	178	14,04	32,16
74	50	62	71	80	86	92	161	14,35	32,54
75	48	60	69	78	83	89	146	15,75	33,41
76	18	23	26	30	32	34	48	20,12	36,78
77	4,0	4,9	5,7	6,4	6,8	7,4	11,5	21,05	42,67
78	21	26	29	33	35	38	47	22,95	37,02
79	112	140	160	181	193	208	388	14,19	34,36
80	0,5	0,6	0,7	0,8	0,86	0,93	1,8	20,45	52,58
81	2,0	2,5	2,9	3,3	3,5	3,8	7,2	20,85	51,55
82	3,9	4,9	5,6	6,3	6,8	7,3	13,1	18,70	43,55
83	84	104	120	135	144	156	246	17,06	35,08
84	3,7	4,6	5,3	6,0	6,4	6,9	9,6	28,00	50,61
85	7,4	9,2	10,5	11,9	12,7	13,7	23,5	18,82	42,00
87	141	176	202	206	219	236	321	20,09	31,99
88	1,3	1,6	1,9	25	26	28	40	6,50	137,54
89	4,3	5,3	6,1	6,9	7,4	8,0	13,4	22,65	49,60
90	2,8	3,4	3,9	4,5	4,7	5,1	5,8	35,82	53,11
91	4,9	6,1	7,0	8,0	8,5	9,2	11,8	29,35	49,12
92	14	18	21	23	25	27	36	24,84	43,21
93	14	17	19	22	23	25	34	25,07	44,08
94	1,2	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	3,7	28,06	61,98
95	140	174	200	226	241	260	351	20,06	35,28
96	11	14	16	18	19	21	24	25,37	38,51
97	75	94	108	122	130	140	216	16,25	32,54
98	30	37	42	48	51	55	70	18,91	31,45
99	180	223	257	290	309	334	518	14,88	30,03
100	91	113	129	146	156	168	239	16,14	29,86

Tableau 6 : Débits selon les occurrences de crue biennale à centennale

Nota :

A l'amont des radiers n°87, 88 et plus en aval des radiers n°6 et 7, on observe une diffluence à l'aval du radier n°95. Pour calculer les débits au droit des radiers n°87, 88, 6 et 7, l'hypothèse suivante a été prise après avoir observés la morphologie de la diffluence (cf. photos ci-dessous et pages suivantes) :

- répartition du débit jusqu'à Q10, tous le débit dans le bras gauche - radier n°6 et n°87 concernés,
- à partir de Q20, 90 % dans le bras gauche et 10 % dans le bras droit, radier n°7 et n°88 concernés par les 10 %.



Figure 6 : Vue panoramique sur la diffluence en aval du radier n°95



Figure 7 : Vue sur la diffluence en aval du radier n°95 et vue sur le seuil

3. HYDRAULIQUE

3.1. CALCUL DE LA CAPACITE DES OUVRAGES (BUSES OU DALOTS)

Certains radiers sont munis de buses ou de dalots. Ces derniers permettent de retarder voire d'empêcher la submersion des radiers.

Afin de calculer la capacité hydraulique de ces ouvrages, la formule de Manning-Strickler a été utilisée, elle s'écrit :

$$Q = K \times S \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

Avec :

- K : coefficient de Strickler (sans unité, paramètre dépendant de la rugosité du matériau de l'ouvrage, ici pris égal :
- à 35 pour représenter une géo-grille végétalisée),
- S : Surface mouillée (m²,
- R : rayon hydraulique (m),
- i : pente de l'ouvrage (m/m).

3.2. CALCUL DES HAUTEURS DE SUBMERSION

Après avoir déterminé les débits au droit des radiers et soustrait les débits capables des buses ou dalot des différents radiers, les hauteurs de submersion des radiers ont été déterminées à partir de la formule de Chézy :

$$y = Q^{3/5} \times K^{-3/5} \times L^{-3/5} \times i^{-3/10}$$

Où :

- y ou H est le tirant d'eau (ici assimilée à la hauteur de submersion)
- K le coefficient de rugosité (ou de Strickler) du lit (pris égale à 25),
- i la pente (constante par hypothèse) du tronçon de cours d'eau,
- Q le débit,
- L la largeur du lit.

3.3. CALCUL DU TEMPS DE SUBMERSION

Les temps de submersions ont été calculés pour des **pluies d'une durée d'heure**.

Deux hypothèses ont été prises pour les calculs :

- le temps de concentration est égal au temps de montée des eaux pour atteindre le débit de pointe,
- Le temps de décrue est égal à 2 fois le temps de concentration.

Pour les radiers qui ne sont pas munis d'ouvrage (buses ou dalot), le temps de submersion est égal à 3 fois le temps de concentration.

Pour les radiers munis d'ouvrages (buses ou dalot), on trace l'hydrogramme du débit au droit du radier puis l'hydrogramme de surverse sur le radier en ayant soustrait le débit capable des ouvrages (buses ou dalot).

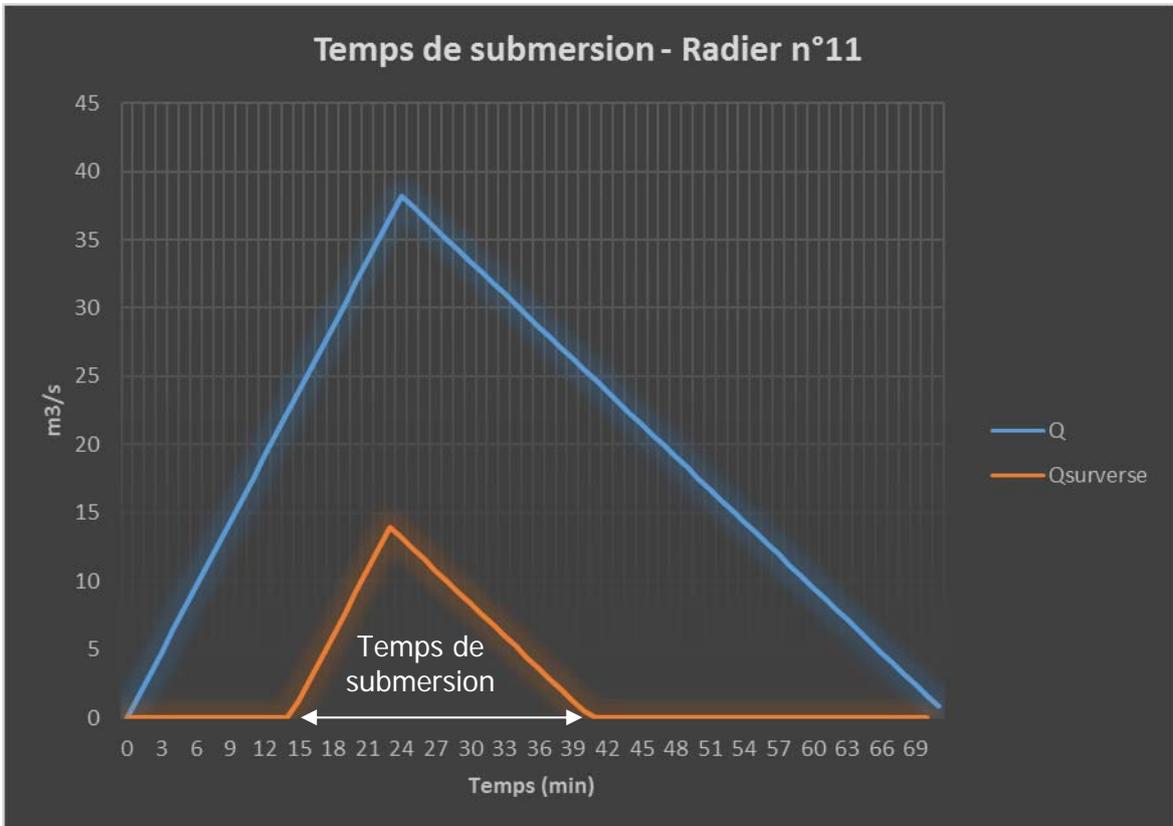


Figure 8 : Hydrogramme au droit du radier (en bleu) et hydrogramme de surverse (en orange) pour la radier n°11

Le temps de submersion peut être ensuite facilement déduit.

3.4. RESULTATS DES CALCULS HYDRAULIQUES

Les principaux résultats des calculs hydrauliques sont présentés dans le tableau suivant :

Numéro radier	Débit capable des ouvrages*	H2 (m)	H5 (m)	H10 (m)	H20 (m)	H30 (m)	H50 (m)	H100 (m)	Fréquence de submersion	Ts10 (min)	Ts30 (min)	Ts100 (min)
1	0,00	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,6	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	182	182	183
2	0,00	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	2,2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	204	203	204
4	4,58	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	85	88	92
5	10,02	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	38	44	50
6	14,76	1,6	1,8	2,0	2,2	2,2	2,4	2,7	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	62	62	64
7	20,51				0,3	0,3	0,3	0,6	> Q10	0	14	25
8	9,86								Pas de submersion	0	0	0
9	13,69								Pas de submersion	0	0	0
10	3,22	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	53	55	59
11	24,24					0,1	0,2	0,5	> Q20	0	2	26
12	102,82								Pas de submersion	0	0	0
13	162,60								Pas de submersion	0	0	0
14	38,66								Pas de submersion	0	0	0
15	0,00	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	53	54	53
16	5,71	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	46	52	56
17	0,00	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	65	66	65
18	0,00	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,6	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	153	153	152
19	0,00	1,2	1,3	1,5	1,6	1,6	1,7	2,5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	224	225	224
20	3,84								Pas de submersion	0	0	0
21	4,04	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	1,2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	16	20	28
22	0,00	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,7	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	93	92	92
23	10,49	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	70	76	86
24	0,00	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	2,4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	164	164	165
25	0,00	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	66	66	65
26	0,00	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	153	152	152
27	5,91	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	1,1	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	137	139	142
28	6,05			0,1	0,2	0,3	0,3	0,6	> Q5	5	13	31
29	16,06								Pas de submersion	0	0	0
30	4,51	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	91	92	94
31	2,49	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	47	50	55
32	2,40	1,2	1,3	1,5	1,6	1,6	1,7	2,2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	158	160	160
33	0,00	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	80	81	81
34	1,45	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	50	52	52
35	12,24							0,1	> Q50	0	0	0
36	1,68	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	32	34	37
37	1,71	0,6	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	26	26	28
38	0,00	3,5	4,0	4,3	4,7	4,8	5,1	6,3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	182	182	182
39	0,00	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	98	98	98
40	95,45								Pas de submersion	0	0	0
41	0,00	1,1	1,2	1,3	1,5	1,5	1,6	2,4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	62	63	63
42	0,00	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	1,0	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	83	83	84
43	0,00	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	128	128	129
44	19,01	1,2	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,6	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	118	122	133
45	2,95	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,9	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	13	20
46	5,91	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,9	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	22	25	34
47	4,51	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	1,8	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	17	22	31
48	2,23							0,3	> Q50	0	0	5
49	23,34								Pas de submersion	0	0	0
50	2,19	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	32	34	38
51	6,72	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,7	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	76	79	88
52	0,00	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	32	32	32
53	0,00	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	33	32	33
54	1,55				0,0	0,1	0,1	0,3	> Q10	0	1	13
55	7,12				0,1	0,1	0,2	0,6	> Q10	0	7	32
56	0,82	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	1,0	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	89	89	91
57	1,09	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,8	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	68	68	70
58	6,04	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	2,0	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	76	77	82
59	59,73							1,5	> Q50	0	0	26

Numéro radier	Débit capable des ouvrages*	H2 (m)	H5 (m)	H10 (m)	H20 (m)	H30 (m)	H50 (m)	H100 (m)	Fréquence de submersion	Ts10 (min)	Ts30 (min)	Ts100 (min)
60	0,00	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	4,6	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	104	104	105
61	5,71	0,4	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	31	34	44
62	0,00	0,0	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,11	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	11	11	11
63	0,00	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	33	32	32
64	0,00	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	30	30	29
65	0,00	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	3,4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	167	168	168
66	0,00	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	74	75	75
67	5,83			0,1	0,2	0,2	0,3	0,5	> Q5	5	14	29
68	2,99	0,1	0,1	0,16	0,2	0,2	0,2	0,31	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	31	37	49
69	0,00	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	65	65	66
70	0,00	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	45	44	45
71	0,00	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	45	44	44
72	0,00	0,9	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,9	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	156	155	155
73	0,00	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	156	155	156
74	0,00	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	150	149	149
75	0,00	1,0	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	2,0	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	134	135	134
76	4,19	1,4	1,6	1,8	2,0	2,0	2,1	2,7	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	80	83	88
77	7,82							0,2	> Q50	0	0	16
78	2,30	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	86	86	88
79	0,00	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,8	2,7	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	170	170	170
80	0,00	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	18	17	17
81	0,00	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	29	30	29
82	3,01	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	25	29	41
83	96,21		0,3	0,6	0,8	1,0	1,1	1,9	> Q2	22	38	73
84	9,92								Pas de submersion	0	0	0
85	0,00	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	63	62	63
87	458,55								Pas de submersion	0	0	0
88	8,23				0,5	0,5	0,5	0,7	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	0	14	16
89	11,60							0,3	> Q50	0	0	4
90	2,27	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	14	17	20
91	9,01						0,1	0,4	> Q30	0	0	7
92	24,68					0,1	0,2	0,7	> Q20	0	0	20
93	10,40	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	29	35	44
94	7,06								Pas de submersion	0	0	0
95	0,00	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	2,0	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	165	164	165
96	2,46	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	61	62	65
97	112,75				0,7	1,0	1,3	2,9	> Q10	0	20	74
98	4,24	2,1	2,4	2,7	2,9	3,0	3,2	3,7	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	86	88	91
99	0,00	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	203	204	204
100	0,00	1,1	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	2,0	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	164	164	165

Tableau 7: Résultats des calculs hydrauliques pour l'ensemble des radiers

*ouvrages : buses ou dalots

Les cases en vert indiquent que pour ces occurrences, il n'y a pas de submersion du radier observée.

Les cases orangées signifient qu'une vérification complémentaire est à réaliser pour confirmer les calculs.

3.5. CONCLUSION SUR L'HYDRAULIQUE

Lors des visites de terrain, nous avons observés plusieurs radiers qui ne faisaient pas partis des 100 radiers à étudier. Néanmoins, il semble, pour quelque uns, pouvoir générer des coupures et donc des zones d'enclavement. L'ensemble du réseau routier communal n'est donc pas pris en compte dans cette étude.

De plus, parmi les radiers étudiés, 12 % ne sont pas submergés pour une crue d'occurrence centennale.

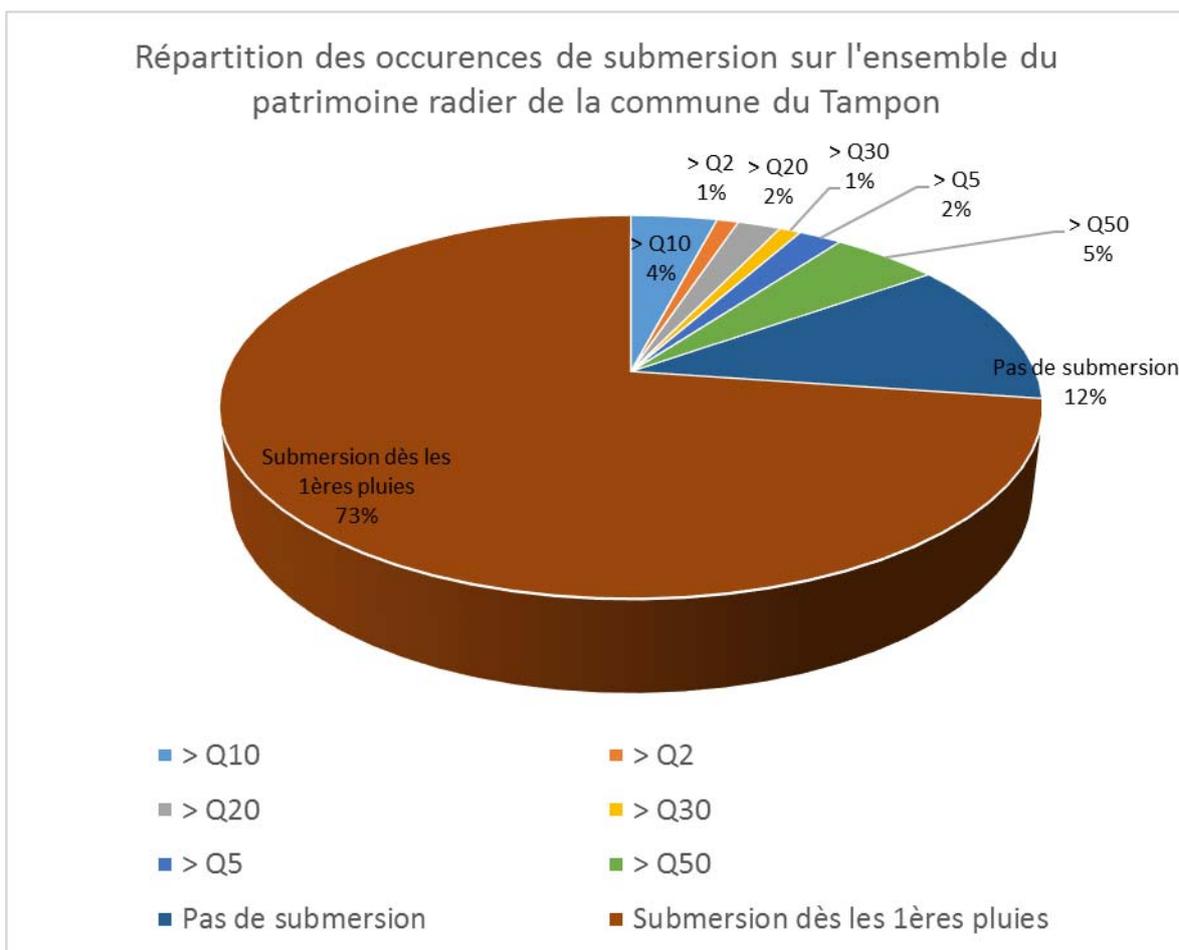


Figure 9 : Répartition des occurrences de submersion sur l'ensemble des radiers à étudier

4. ETAT DES OUVRAGES

4.1. ANALYSE GLOBALE

Suite aux visites de terrain, un diagnostic structurel de l'état des radiers a pu être effectué. Les ouvrages ont été classés en 6 classes d'état :

- *A refaire en urgence* – cette classe correspondant aux ouvrages fortement détériorés et présentant un danger pour les usagers ;
- *Etat dégradé avec désordres structurels apparents et risque de déstabilisation de l'ouvrage* – cette classe regroupe les ouvrages à traiter rapidement afin de limiter les désordres ainsi que les risques pour les usagers ;
- *Etat moyen, avec désordres structurels sans risque de déstabilisation de l'ouvrage* – cette classe porte sur les ouvrages présentant des désordres faibles. La tenue de l'ouvrage n'est pas remise en cause ;
- *Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile* – cette classe encadre les ouvrages nécessitant un entretien de surface, des berges ou des fonds de ravine (y compris des fonds de dalots, buses ou ouvrages) ;
- *Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante* – sont regroupés dans cette classe les ouvrages ne présentant pas de désordre structurel mais avec quelques défauts mineurs de surface ou de signalisation ;
- *Bon état, ouvrage neuf et bien signalisé* – cette classe correspond aux ouvrages présentant un aspect neuf.

Ces diverses classes ont été représentées sur le graphique ci-après :

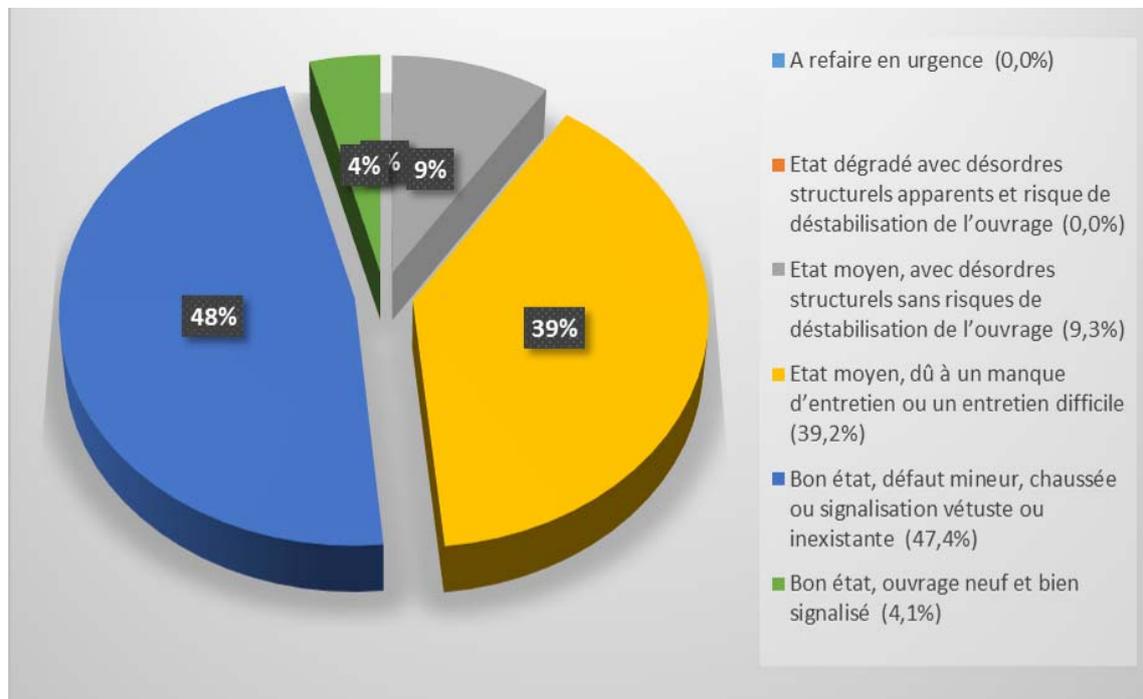


Figure 10 : Répartition des classes l'état des radiers

On constate donc que près de la moitié des ouvrages sont en très bon état ou en bon état avec quelques défauts mineurs. Ces quelques défauts portent notamment sur la vétusté ou l'absence de signalisations.

La seconde moitié des ouvrages présente principalement des défauts d'entretien liés particulièrement par un manque d'entretien de la ravine. En effet, ces ouvrages sont souvent encombrés par des embâcles ou autres déchets en tout genre. Les ouvrages composés de buses ou dalots présentent pour certains des défauts en tête (épaufures, casse, éclatement de béton par aciers corrodés, ...) ou un encombrement du fil d'eau (terre végétale, déchets, végétaux, canalisations, ...).

Nota- le radier repère 99 n'a pas été pris en compte dans le graphique précédent. En effet, ce « radier » est inexistant à ce jour ; cette zone est concernée par un aménagement global (voirie & ouvrage).

4.2. POINTS SINGULIERS

4.2.1. Buses / dalots encombrés

Certains ouvrages sont obstrués :

- soit directement en amont par des embâcles divers (principalement des déchets verts) ;
- soit dans la section d'écoulement par de la terre végétale ou divers déchets.



Figure 11 : Radier n°41 – Encombrement de végétaux au niveau de la pile intermédiaire



Figure 12 : Radier n°61 – Entassement de végétaux en amont de l'ouvrage - Blocage effectué par la clôture de la parcelle



Figure 13 : Radier n°58 – Encombrement de végétaux en amont des buses



Figure 14 : Radier n°98 – Encombrement de végétaux sur pièce à embâcles



Figure 15 : Radier n°89 – Présence de terre en fond de buse



Figure 16 : Radier n°90 – Présence de terre et autres déchets en fond de buse

4.2.2. Défauts sur structure béton et/ou chaussée

Certains ouvrages présentent des défauts plus ou moins importants au niveau de la chaussée, des têtes de buses/dalots ou de fond de ravine.



Figure 17 : Défaut sur l'état de surface de la chaussée (exemple radier n°45)



Figure 18 : Têtes de buses abimées



Figure 19 : Fond de ravine présentant des désordres



Figure 20 : Défaut structurel sur chaussée au niveau des regards et bouche à clefs

4.2.3. Réseaux dans la section hydraulique

Il a été constaté plusieurs passages de canalisations ou réseaux divers dans les sections hydrauliques, principalement en amont des ouvrages voire en fond de fil d'eau.



Figure 21 : Radier n°45 – Réseau Amont dans la section hydraulique



Figure 22 : Radier n°97 – Réseaux Amont et Aval dans la section hydraulique



Figure 23 : Radier n°17 – Réseau en Amont



Figure 24 : Radier n°8 – Présence de réseau en fil d'eau de buse

5. ANALYSE DE LA VULNERABILITE DES ZONES DESSERVIES PAR LES RADIERS

Comme indiqué en introduction la SLGRI validée propose comme une de ses actions prioritaires, l'action n°C2: «Analyser et proposer une démarche de réduction de la vulnérabilité des enjeux des secteurs isolés et de ceux qui concentrent le plus d'enjeux impactés dès un événement d'occurrence fréquente (Q10 à Q30)».

Cette action est traduite par des sous actions:

C.2.1: Identifier zones enclavées et les bâtiments gestion de crises. Réaliser une étude afin de définir le risque d'isolement des quartiers et ses conséquences :

- Identifier précisément les zones pouvant être réellement enclavées, repérer les bâtiments en lien avec la de gestion de crise touché dès une crue fréquente,
- Regrouper les connaissances des collectivités sur les radiers et leur occurrence de submersion (réaliser des enquêtes de terrain, réaliser des études hydrauliques si nécessaire),
- Qualifier la vulnérabilité des zones enclavées dès la crue fréquente.

C.2.2: Résorber les radiers sensibles identifiés dans l'action C.2.1 dans le respect des objectifs de la SLGRI (non aggravation, voire réduction des risques en aval).

Les chapitres précédents répondaient au 2^{ème} item de l'action C.2.1.

Le but de ce chapitre est donc d'identifier les éventuelles zones enclavées en cas de coupure de radier(s), repérer les bâtiments de gestion de crise impactés par la coupure de radier(s) et définir les conséquences de cet isolement.

Cette analyse doit être cohérente avec la SLGRI et les critères d'éligibilité au POE (Programme Opérationnel Européen) dans le but que les opérations de résorption de radier(s) soient en partie financées dans le cadre de ce programme.

Notons que 2 axes d'analyse de vulnérabilité seront étudiés :

- La vulnérabilité face à l'isolement : analyse de la vulnérabilité de la zone enclavée,
- La vulnérabilité face aux désordres hydrauliques : l'ouvrage créé-t-il des désordres, et si oui comment impactent t'ils la population et les infrastructures ?

5.1. ANALYSE DE LA VULNERABILITE - METHODOLOGIE

5.1.1. Vulnérabilité face à l'isolement

Pour définir les zones enclavées, les hypothèses suivantes sont posées :

- Dès qu'un radier est submergé, le passage est impossible,
- Enclavé signifie ici que la zone est cernée par les écoulements ou que de la zone on ne peut accéder à un centre d'hébergement ou à la RN3.

Les zones enclavées ont définies préalablement par une analyse SIG et les observations de terrain puis confirmées par les services techniques de la Mairie du Tampon lors de la réunion de travail du 4 Février 2016.

L'analyse de la vulnérabilité s'effectue en plusieurs étapes :

L'analyse de la vulnérabilité porte sur les éventuelles zones enclavées générées par la submersion des radiers lors de crues. Cette analyse est basée sur la description de la

vulnérabilité des quartiers réalisés dans le cadre de la SLGRI (Stratégie Locale de Gestion du Risque Inondation) de la Planète du Tampon et de Saint Pierre approuvé par l'arrêté N°2015 001956/SG/DRCTCV/BCLU.

Afin de quantifier la vulnérabilité des zones enclavées, des indicateurs de quantifications seront utilisés et alimenteront l'analyse multicritère.

Le POE (Programme Opérationnel Européen) dans l'action « 8.03 Programme de gestion des risques d'inondation (PGRI) : actions de prévision, prévention et protection », indique plusieurs indicateurs de quantifications, à savoir :

Indicateur de Réalisation	Unité de mesure	Valeurs			Indicateur de performance
		Référence	Cible (2023)	Intermédiaire (2018)	
IS09 - Nombre de bâtis protégés du fait des endiguements	Bâtis		1940	200	<input checked="" type="checkbox"/> Oui
CO20 – Population bénéficiant de mesures de protection contre les inondations	Personnes		4000		<input type="checkbox"/> Non

Tableau 8: Indicateurs de quantifications (source POE 2014-2020)

Ces indicateurs sont adaptés à des mesures de protections supprimant des zones inondables. Ils seront utilisés pour l'analyse de la vulnérabilité face aux désordres hydrauliques.

Concernant l'analyse de vulnérabilité face à l'isolement, ces indicateurs seront adaptés de la manière suivante :

- **Enclavement IS09** : Nombre de bâtis désenclavé par la résorption du radier,
- **Enclavement CO20** : Population bénéficiant du désenclavement par la résorption du radier,
- **Enclavement P4** : Nombre de bâtiment de gestion de crise désenclavés par la résorption du radier.
- **Enclavement P7** : Nombre d'emplois désenclavés par la résorption du radier,
- la présence de réseaux utiles à la gestion de crise au droit du radier.

5.1.2. Vulnérabilité face aux désordres hydrauliques

Ici, l'analyse de vulnérabilité se basera sur les observations des différentes zones inondables (P.P.R.I, S.L.G.R.I). S'il apparaît qu'un débordement est généré par l'ouvrage, alors la vulnérabilité de la zone inondable générée par le débordement sera analysée.

Les indicateurs suivants seront utilisés :

- **IS09** : Nombre de bâtis protégés du fait des endiguements,
- **CO20** : Population bénéficiant de mesures contre les inondations,
- **P4** : Nombre des bâtiments participant directement à la gestion de crise en zone inondable,
- **P7** : Nombre d'emploi en zone inondable.

5.1.3. Données utilisées

Les données SIG utilisées pour déterminé les indicateurs sont :

- Données DEAL bâtiments utilisées dans le cadre du TRI incluant un croisement entre les données Cadastre/BD Topo/IRIS permettant d'avoir accès au nombre d'habitant par logement, la hauteur du bâtiment, le nombre d'étage et la surface de plancher du bâtiment (couche SIG : BATI_INDIFF_2011_pop_iris20110101) ;
- Le nombre d'habitant population (couche : SIG_INDIFF_2011_pop_iris20110101 – source DEAL),
- Une couche permettant de géolocaliser les entreprises a été réalisée par DEAL dans le cadre de la réalisation des TRI. Cette couche croise la base de données SIRENE® de l'INSEE avec la couche BD ADRESSE® de l'IGN et renseigne le nombre d'emploi (couche : TRI_Reunion_emp2013_p – source DEAL), une moyenne entre le nombre d'emploi maximum et le nombre d'emploi minimum a été réalisé pour déterminer le nombre d'emploi,
- Le nombre de bâti utiles à la gestion de crise (couche : ERP – source : DEAL),
- Zones inondables issues de la SLGRI (couches : N_PIER_ISO_HT_SIN_1_974, N_PIER_ISO_HT_SIN_2_974, N_PIER_ISO_HT_SIN_3_974 – source DEAL)
- Zones inondables issues du PPRI (Aléa_inondation_Reunion_Octobre_2015 – source DEAL),

5.2. ANALYSE DE VULNERABILITE AU DROIT DES RADIERS

Pour chaque radier, les données sur la vulnérabilité sont reportées sur les fiches radiers. En voici une synthèse :

- Seuls 2 radiers sont concernés par des désordres hydrauliques :
 - Le radier n°97, qui est un Ouvrage d'Art, pont cadre, route des Caféiers au droit du Bras d'Antoine, est un verrou hydraulique. Il créé des débordements importants en rive gauche et en rive droite,

Nota : si le radier n°97 (OA) est aménagé, il faudra ensuite reprendre l'ouvrage situé 1500 m aval sur le chemin Neuf (RD27). Le Département devra être prévenu en cas de reprise de l'ouvrage n°97.

- Environ 750 m plus en aval de l'ouvrage n°97, le radier n°32 généré également des débordements en rive gauche qui viennent s'ajouter aux débordements générés par l'ouvrage n°97.
- Aucun bâtiment de gestion de crise n'est enclavé ou concerné par des désordres hydrauliques,
- Un centre d'hébergement est enclavé, il s'agit de l'école du Coin Tranquille,

Les ERP (Etablissement Recevant du Public) concernés sont regroupés dans le tableau suivant :

n°Radier	Nb ERP	Nom ERP	Nb centre Hébergement	Nom centre hébergement	Nb ERP vulnérables retenus pour l'AMC - P4
37_88_89_90	2	Ecole Coin Tranquille et plateau Noir	1	Ecole Coin Tranquille	1
97	4	école maternelle du 14ème, lycée Bois Joly Potier, boulodrome	0		1
32	3	Futur collège du 17ème, école maternelle du 14ème, lycée Bois Joly Potier, boulodrome	0		1
92_93	2	Groupe scolaire ravine Blanche, cimetière	0		1
27	2	Collège du 14ème, plateau vert polyvalent du collège			1
5_6	2	Groupe scolaire, plateau vert polyvalent	0		1
91_92	1	Plateau vert Piton ravine Blanche	0		0
58_60	1	Cimetière	0		0
19_73_74	1	Réservoir le Tunnel	0		0
6_7_10_82_83	1	Cimetière	0		0

Tableau 9: ERP et centre d'hébergement concernés par des désordres hydrauliques ou inscrits dans des zones enclavées

Les plateaux verts, plateaux noir, boulodromes, ou cimetières n'ont pas été pris en compte dans l'analyse multicritères car ils ne représentent pas de vulnérabilité particulière.

Notons la présence du Réservoir le Tunnel dans une zone enclavée si les radiers n°19, 73 et 74 sont coupés.

Les indicateurs présentés au chapitre 5.1 sont regroupés dans le tableau suivant :

N°radier	Zone enclavée				Désordres hydrauliques			
	Enclavement P4	Enclavement P7	Enclavement IS09	Enclavement CO20	P4	P7	IS09	CO20
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	2	3	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	5	44	83	0	0	0	0
6	0	1	120	177	0	0	0	0
7	0	22	137	203	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	34	273	405	0	0	0	0
11	0	19	425	675	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	8	276	459	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	7	71	91	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	39	68	0	0	0	0
23	0	0	13	33	0	0	0	0
24	0	0	2	3	0	0	0	0
25	0	0	23	41	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	273	159	398	0	0	0	0
28	0	50	281	460	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	27	212	358	0	0	0	0
32	0	0	0	0	1	10	55	104
33	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	15	249	356	0	0	0	0
35	0	3	99	137	0	0	0	0
36	0	0	16	24	0	0	0	0
37	1	13	225	364	0	0	0	0
38	0	0	40	69	0	0	0	0
39	0	32	284	555	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	10	17	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	1	9	16	0	0	0	0
46	0	0	1	5	0	0	0	0
47	0	8	16	18	0	0	0	0
48	0	8	16	18	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	8	26	34	0	0	0	0
51	0	0	5	1	0	0	0	0
52	0	0	5	1	0	0	0	0
53	0	0	4	1	0	0	0	0
54	0	0	4	1	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	11	48	66	0	0	0	0
59	0	11	45	61	0	0	0	0
60	0	6	44	61	0	0	0	0
61	0	0	7	10	0	0	0	0
62	0	0	6	9	0	0	0	0
63	0	0	6	9	0	0	0	0

N°radier	Zone enclavée				Désordres hydrauliques			
	Enclavement P4	Enclavement P7	Enclavement IS09	Enclavement CO20	P4	P7	IS09	CO20
64	0	0	5	6	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0	46	291	542	0	0	0	0
67	0	46	291	542	0	0	0	0
68	0	0	18	24	0	0	0	0
69	0	0	18	24	0	0	0	0
70	0	0	27	39	0	0	0	0
71	0	0	32	43	0	0	0	0
72	0	0	7	12	0	0	0	0
73	0	7	78	102	0	0	0	0
74	0	7	71	91	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	5	70	146	0	0	0	0
77	0	15	182	335	0	0	0	0
78	0	10	133	249	0	0	0	0
79	0	0	28	72	0	0	0	0
80	0	0	16	31	0	0	0	0
81	0	4	42	63	0	0	0	0
82	0	28	167	257	0	0	0	0
83	0	31	393	647	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	7	259	436	0	0	0	0
87	0	0	0	0	0	0	0	0
88	1	74	412	617	0	0	0	0
89	1	74	412	617	0	0	0	0
90	1	74	410	618	0	0	0	0
91	0	16	50	63	0	0	0	0
92	0	53	174	173	0	0	0	0
93	0	98	316	373	0	0	0	0
94	0	0	2	5	0	0	0	0
95	0	61	177	239	0	0	0	0
96	0	0	0	0	0	0	0	0
97	0	0	0	0	1	121	175	321
98	0	0	14	33	0	0	0	0
99	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	32	284	555	0	0	0	0

Tableau 10: Synthèse des indicateurs d'enclavement et de désordres hydrauliques

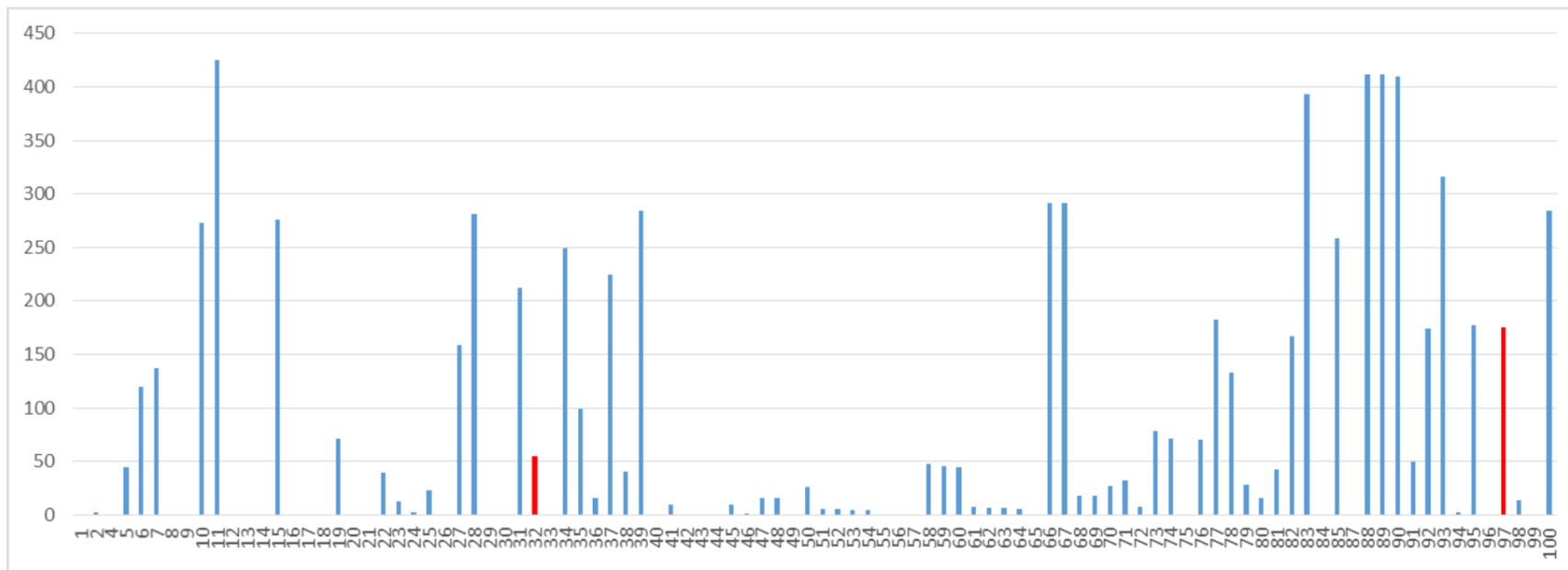


Figure 25 : Nombre de bâti enclavés (bleu) ou inondés (rouge) par radier

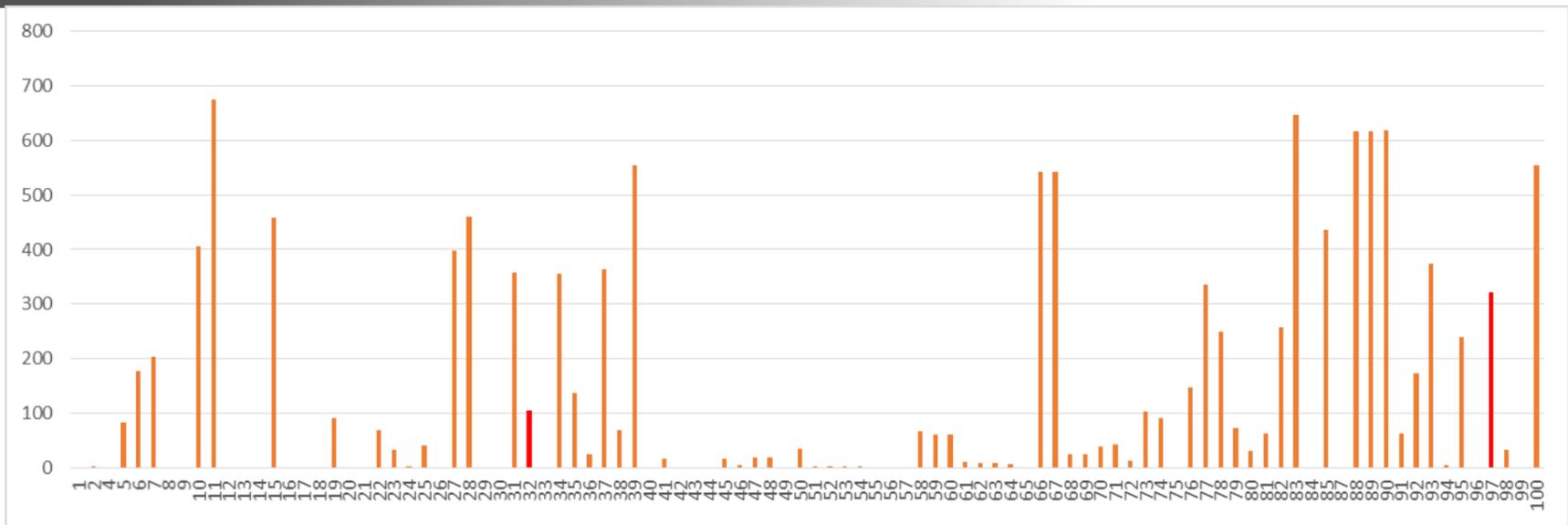


Figure 26 : Population enclavées (orange) ou inondées (rouge) par radier

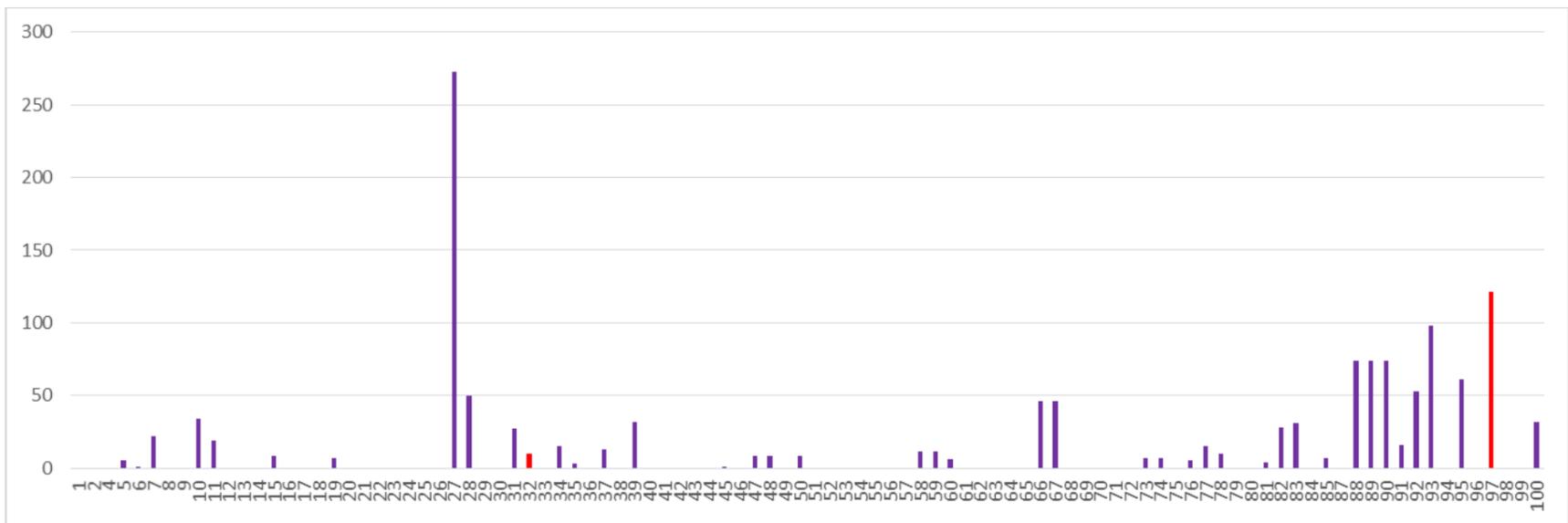


Figure 27 : Emploi affectés par l'enclavement (violet) ou par les inondations (rouge) par radier

Nota : Généralement, une zone enclavée est générée par la coupure de plusieurs radiers.
Par exemple, si une zone d'enclavement est générée par la coupure des radiers A, B et C, alors la population, le nombre des bâtiments, le nombre des ERP et centre d'hébergement sont comptabilisés pour les 3 radiers A, B et C.

6. ANALYSE MULTICRITERES

L'analyse multicritères permettra à la Commune du Tampon de disposer d'un outil d'aide à la décision. Une grille d'analyse multicritères est proposée ci-dessous et appliquée à l'ensemble des radiers afin de pouvoir valider cet outils d'aide à la décision avec les services techniques de la Commune du Tampon.

Afin de tenir compte de l'importance des critères de vulnérabilité, et des dégâts générés par les inondations, un coefficient de pondération a été fixé à :

- 4 pour la vulnérabilité des zones enclavées,
- 10 pour la vulnérabilité des zones inondées.

Voici les 7 critères proposés avec leurs différentes classes :

6.1. CRITERES D'ETAT ET DE FREQUENTATION

- Etat de l'ouvrage

Note	Pondération	Note pondérée	<u>Etat de l'ouvrage</u>
5	1	5	A refaire en urgence
		4	Etat dégradé avec désordres structurels apparents et risque de déstabilisation de l'ouvrage
3		3	Etat moyen, avec désordres structurels sans risques de déstabilisation de l'ouvrage
2		2	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile
1		1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante
0		0	Bon état, ouvrage neuf et bien signalisé

- Fréquentation

Note	Pondération	Note pondérée	<u>Fréquentation :</u>
5	1	5	Trafic véhicules / heure (entre 7h et 8h) > 200
4		4	Trafic véhicules / heure (entre 7h et 8h) compris entre 100 et 200
3		3	Trafic véhicules / heure (entre 7h et 8h) compris entre 50 et 100
2		2	Trafic véhicules / heure (entre 7h et 8h) compris entre 20 et 50
1		1	Trafic véhicules / heure (entre 7h et 8h) compris entre 5 et 20
0		0	Trafic véhicules / heure (entre 7h et 8h) < 5

6.2. CRITERES HYDRAULIQUES

- Hauteur de submersion :

Note	Pondération	Note pondérée	<u>Hauteur de submersion (Q100)</u>
5	1	5	Hauteur de submersion > 2 m
4		4	Hauteur de submersion comprise entre 1,5 et 2 m
3		3	Hauteur de submersion comprise entre 1 et 1,5 m
2		2	Hauteur de submersion comprise entre 0,5 et 1 m
1		1	Hauteur de submersion < 0,5 m
0		0	Ouvrage non submersible

- Temps de submersion :

Note	Pondération	Note pondérée	<u>Temps de submersion pour Q100</u>
5	1	5	> 240 min
4		4	entre 180 min à 240 min
3		3	entre 120 min à 180 min
2		2	entre 60 min à 120 min
1		1	entre 0 à 60 min
0		0	Pas de submersion

- Occurrence de submersion

Note	Pondération	Note pondérée	<u>Occurrence de submersion</u>
10	1	10	Submersion dès les premières pluies
8		8	Q2 >Os> Q5
7		7	Q5 >Os> Q10
5		5	Q10 >Os> Q20
3		3	Q20 >Os> Q30
2		2	Q30 >Os> Q50
1		1	Q50 >Os> Q100
0		0	Pas de submersion

6.3. CRITERES DE VULNERABILITE

- Vulnérabilité face à l'enclavement

Note	Pondération	Note pondérée	<u>Vulnérabilité face à l'enclavement</u>
5	4	20	Enclavement P4 > 0 ou « Enclavement IS09 » ou « Enclavement CO20 » ou « Enclavement P7 » > 500
4		16	Enclavement P4 > 0 ou « Enclavement IS09 » ou « Enclavement CO20 » ou « Enclavement P7 » > 300
3		12	« Enclavement IS09 » ou « Enclavement CO20 » ou « Enclavement P7 » > 100
2		8	« Enclavement IS09 » ou « Enclavement CO20 » ou « Enclavement P7 » > 50
1		4	« Enclavement IS09 » ou « Enclavement CO20 » ou « Enclavement P7 » > 0
0		0	Pas de zone d'enclavement identifiée

- Vulnérabilité face aux désordres hydrauliques

Note	Pondération	Note pondérée	<u>Vulnérabilité face aux désordres hydraulique</u>
5	10	50	P4 > 0 ou « IS09 » ou « CO20 » ou « P7 » > 500
4		40	P4 > 0 ou « IS09 » ou « CO20 » ou « P7 » > 300
3		30	« IS09 » ou « CO20 » ou « P7 » > 100
2		20	« IS09 » ou « CO20 » ou « P7 » > 50
1		10	« IS09 » ou « CO20 » ou « P7 » > 0
0		0	Pas de désordres hydrauliques identifiés

6.4. RESULTATS DE L'ANALYSE MULTICRITERES

Après avoir déterminé chaque note par critère, la somme des note est réalisée pour définir un ordre de priorisation des radiers qui génèrent le plus de vulnérabilité sur le territoire

N° radier	Hauteur de submersion	Note Hauteur de submersion	Occurrence de submersion	Note Occurrence de submersion	Temps de submersion (résilience)	Note Temps de submersion (résilience)	Fréquentation	Note Fréquentation	Etat de l'ouvrage	Note Etat de l'ouvrage	Zone enclavée				Note Vulnérabilité enclavement Nombre bâti	Désordres hydrauliques				Note Vulnérabilité retenue	Priorisation		
											Enclavement P4	Enclavement P7	Enclavement IS09	Enclavement CO20		P4	P7	IS09	CO20			Note Désordres hydrauliques	
1	1,6	4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	183	4	>200	5	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,00
2	2,2	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	204	4	>200	5	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	2	3	4	0	0	0	0	0	0	4	29,00
4	2,2	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	92	2	20 à 50	2	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,00
5	0,7	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	50	1	20 à 50	2	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	5	44	83	8	0	0	0	0	0	0	8	25,00
6	2,7	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	64	2	20 à 50	2	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	1	120	177	12	0	0	0	0	0	0	12	32,00
7	0,6	2	>Q10	5	25	1	50 à 100	3	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	22	137	203	12	0	0	0	0	0	0	12	24,00
8	0,0	0	Pas de submersion	0	0	0	50 à 100	3	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,00
9	0,0	0	Pas de submersion	0	0	0	50 à 100	3	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,00
10	1,2	3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	59	1	50 à 100	3	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	34	273	405	16	0	0	0	0	0	0	16	35,00
11	0,5	1	>Q20	3	26	1	50 à 100	3	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	19	425	675	20	0	0	0	0	0	0	20	29,00
12	0,0	0	Pas de submersion	0	0	0	50 à 100	3	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,00
13	0,0	0	Pas de submersion	0	0	0	50 à 100	3	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,00
14	0,0	0	Pas de submersion	0	0	0	50 à 100	3	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,00
15	0,6	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	53	1	50 à 100	3	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	8	276	459	16	0	0	0	0	0	0	16	34,00
16	0,8	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	56	1	20 à 50	2	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,00
17	0,4	1	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	65	2	5 à 20	1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,00
18	1,6	4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	152	3	5 à 20	1	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,00
19	2,5	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	224	4	5 à 20	1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	7	71	91	8	0	0	0	0	0	0	8	29,00
20	0,0	0	Pas de submersion	0	0	0	5 à 20	1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,00
21	1,2	3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	28	1	5 à 20	1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,00
22	0,7	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	92	2	5 à 20	1	Etat moyen, avec désordres structurels sans risques de déstabilisation de l'ouvrage	3	0	0	39	68	8	0	0	0	0	0	0	8	26,00
23	1,3	3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	86	2	0 à 5	0	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	13	33	4	0	0	0	0	0	0	4	20,00
24	2,4	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	165	3	0 à 5	0	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	2	3	4	0	0	0	0	0	0	4	23,00
25	0,8	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	65	2	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	23	41	4	0	0	0	0	0	0	4	20,00

N° radier	Hauteur de submersion	Note Hauteur de submersion	Occurrence de submersion	Note Occurrence de submersion	Temps de submersion (résilience)	Note Temps de submersion (résilience)	Fréquentation	Note Fréquentation	Etat de l'ouvrage	Note Etat de l'ouvrage	Zone enclavée				Note Vulnérabilité enclavement Nombre bâti	Désordres hydrauliques				Note Vulnérabilité retenue	Priorisation		
											Enclavement P4	Enclavement P7	Enclavement IS09	Enclavement CO20		P4	P7	IS09	CO20			Note Désordres hydrauliques	
26	1,2	3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	152	3	0 à 5	0	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,00	
27	1,1	3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	142	3	5 à 20	1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	273	159	398	16	0	0	0	0	0	0	16	34,00
28	0,6	2	>Q5	7	31	1	20 à 50	2	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	50	281	460	16	0	0	0	0	0	0	16	29,00
29	0,0	0	Pas de submersion	0	0	0	20 à 50	2	Bon état, ouvrage neuf et bien signalisé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,00	
30	1,5	3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	94	2	0 à 5	0	Etat moyen, avec désordres structurels sans risques de déstabilisation de l'ouvrage	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,00	
31	0,8	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	55	1	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	27	212	358	16	0	0	0	0	0	0	16	31,00
32	2,2	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	160	3	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	0	0	0	1	10	55	104	30	30	50,00	
33	0,4	1	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	81	2	20 à 50	2	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,00	
34	1,0	3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	52	1	50 à 100	3	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	15	249	356	16	0	0	0	0	0	0	16	34,00
35	0,1	1	>Q50	1	0	0	50 à 100	3	Bon état, ouvrage neuf et bien signalisé	0	0	3	99	137	12	0	0	0	0	0	0	12	17,00
36	0,9	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	37	1	50 à 100	3	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	16	24	4	0	0	0	0	0	0	4	22,00
37	1,1	3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	28	1	50 à 100	3	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	1	13	225	364	16	0	0	0	0	0	0	16	35,00
38	6,3	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	182	4	0 à 5	0	Etat moyen, avec désordres structurels sans risques de déstabilisation de l'ouvrage	3	0	0	40	69	8	0	0	0	0	0	0	8	30,00
39	0,6	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	98	2	5 à 20	1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	32	284	555	20	0	0	0	0	0	0	20	36,00
40	0,0	0	Pas de submersion	0	0	0	0 à 5	0	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00	
41	2,4	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	63	2	5 à 20	1	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	10	17	4	0	0	0	0	0	0	4	24,00
42	1,0	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	84	2	20 à 50	2	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,00	
43	1,4	3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	129	3	20 à 50	2	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,00	
44	2,6	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	133	3	20 à 50	2	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21,00	
45	0,9	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	20	1	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	1	9	16	4	0	0	0	0	0	0	4	19,00
46	0,9	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	34	1	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	1	5	4	0	0	0	0	0	0	4	19,00
47	1,8	4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	31	1	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	8	16	18	4	0	0	0	0	0	0	4	21,00
48	0,3	1	>Q50	1	5	1	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	8	16	18	4	0	0	0	0	0	0	4	9,00
49	0,0	0	Pas de submersion	0	0	0	0 à 5	0	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00	
50	1,5	3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	38	1	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	8	26	34	4	0	0	0	0	0	0	4	20,00

N° radier	Hauteur de submersion	Note Hauteur de submersion	Occurrence de submersion	Note Occurrence de submersion	Temps de submersion (résilience)	Note Temps de submersion (résilience)	Fréquentation	Note Fréquentation	Etat de l'ouvrage	Note Etat de l'ouvrage	Zone enclavée				Note Vulnérabilité enclavement Nombre bâti	Désordres hydrauliques				Note Vulnérabilité retenue	Priorisation	
											Enclavement P4	Enclavement P7	Enclavement IS09	Enclavement CO20		P4	P7	IS09	CO20			Note Désordres hydrauliques
51	1,7	4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	88	2	5 à 20	1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	5	1	4	0	0	0	0	0	4	22,00
52	0,4	1	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	32	1	5 à 20	1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	5	1	4	0	0	0	0	0	4	18,00
53	0,2	1	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	33	1	5 à 20	1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	4	1	4	0	0	0	0	0	4	18,00
54	0,3	1	>Q10	5	13	1	5 à 20	1	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	4	1	4	0	0	0	0	0	4	14,00
55	0,6	2	>Q10	5	32	1	5 à 20	1	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,00
56	1,0	3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	91	2	0 à 5	0	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,00
57	0,8	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	70	2	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,00
58	2,0	4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	82	2	5 à 20	1	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	11	48	66	8	0	0	0	0	0	8	27,00
59	1,5	4	>Q50	1	26	1	0 à 5	0	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	11	45	61	8	0	0	0	0	0	8	15,00
60	4,6	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	105	2	5 à 20	1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	6	44	61	8	0	0	0	0	0	8	27,00
61	1,5	3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	44	1	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	7	10	4	0	0	0	0	0	4	20,00
62	0,11	1	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	11	1	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	6	9	4	0	0	0	0	0	4	18,00
63	1,5	3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	32	1	0 à 5	0	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	6	9	4	0	0	0	0	0	4	19,00
64	0,7	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	29	1	0 à 5	0	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	5	6	4	0	0	0	0	0	4	18,00
65	3,4	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	168	3	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,00
66	0,6	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	75	2	5 à 20	1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	46	291	542	20	0	0	0	0	0	20	36,00
67	0,5	1	>Q5	7	29	1	5 à 20	1	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	46	291	542	20	0	0	0	0	0	20	32,00
68	0,31	1	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	49	1	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	18	24	4	0	0	0	0	0	4	18,00
69	0,6	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	66	2	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	18	24	4	0	0	0	0	0	4	20,00
70	0,8	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	45	1	0 à 5	0	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	27	39	4	0	0	0	0	0	4	18,00
71	0,4	1	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	44	1	0 à 5	0	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	32	43	4	0	0	0	0	0	4	17,00
72	1,9	4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	155	3	5 à 20	1	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	7	12	4	0	0	0	0	0	4	24,00
73	2,0	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	156	3	5 à 20	1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	7	78	102	12	0	0	0	0	0	12	32,00
74	2,5	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	149	3	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	7	71	91	8	0	0	0	0	0	8	28,00
75	2,0	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	134	3	50 à 100	3	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22,00

N° radier	Hauteur de submersion	Note Hauteur de submersion	Occurrence de submersion	Note Occurrence de submersion	Temps de submersion (résilience)	Note Temps de submersion (résilience)	Fréquentation	Note Fréquentation	Etat de l'ouvrage	Note Etat de l'ouvrage	Zone enclavée				Note Vulnérabilité enclavement Nombre bâti	Désordres hydrauliques				Note Vulnérabilité retenue	Priorisation	
											Enclavement P4	Enclavement P7	Enclavement IS09	Enclavement CO20		P4	P7	IS09	CO20			Note Désordres hydrauliques
76	2,7	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	88	2	20 à 50	2	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	5	70	146	12	0	0	0	0	0	12	33,00
77	0,2	1	>Q50	1	16	1	20 à 50	2	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	15	182	335	16	0	0	0	0	0	16	23,00
78	1,4	3	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	88	2	20 à 50	2	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	10	133	249	12	0	0	0	0	0	12	31,00
79	2,7	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	170	3	20 à 50	2	Etat moyen, avec désordres structurels sans risques de déstabilisation de l'ouvrage	3	0	0	28	72	8	0	0	0	0	0	8	31,00
80	0,2	1	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	17	1	5 à 20	1	Etat moyen, avec désordres structurels sans risques de déstabilisation de l'ouvrage	3	0	0	16	31	4	0	0	0	0	0	4	20,00
81	0,3	1	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	29	1	5 à 20	1	Etat moyen, avec désordres structurels sans risques de déstabilisation de l'ouvrage	3	0	4	42	63	8	0	0	0	0	0	8	24,00
82	0,8	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	41	1	20 à 50	2	Etat moyen, avec désordres structurels sans risques de déstabilisation de l'ouvrage	3	0	28	167	257	12	0	0	0	0	0	12	30,00
83	1,9	4	>Q2	8	73	2	20 à 50	2	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	31	393	647	20	0	0	0	0	0	20	37,00
84	0,0	0	Pas de submersion	0	0	0	20 à 50	2	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,00
85	0,6	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	63	2	5 à 20	1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	7	259	436	16	0	0	0	0	0	16	32,00
87	0,0	0	Pas de submersion	0	0	0	0 à 5	0	Bon état, ouvrage neuf et bien signalisé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
88	0,7	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	16	1	20 à 50	2	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	1	74	412	617	20	0	0	0	0	0	20	36,00
89	0,3	1	>Q50	1	4	1	5 à 20	1	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	1	74	412	617	20	0	0	0	0	0	20	26,00
90	0,4	1	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	20	1	5 à 20	1	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	1	74	410	618	20	0	0	0	0	0	20	35,00
91	0,4	1	>Q30	2	7	1	5 à 20	1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	16	50	63	8	0	0	0	0	0	8	14,00
92	0,7	2	>Q20	3	20	1	5 à 20	1	Etat moyen, avec désordres structurels sans risques de déstabilisation de l'ouvrage	3	0	53	174	173	12	0	0	0	0	0	12	22,00
93	0,8	2	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	44	1	0 à 5	0	Bon état, ouvrage neuf et bien signalisé	0	0	98	316	373	16	0	0	0	0	0	16	29,00
94	0,0	0	Pas de submersion	0	0	0	0 à 5	0	Etat moyen, dû à un manque d'entretien ou un entretien difficile	2	0	0	2	5	4	0	0	0	0	0	4	6,00
95	2,0	4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	165	3	5 à 20	1	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	61	177	239	12	0	0	0	0	0	12	31,00
96	1,5	4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	65	2	5 à 20	1	Etat moyen, avec désordres structurels sans risques de déstabilisation de l'ouvrage	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,00
97	2,9	5	>Q10	5	74	2	50 à 100	3	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	0	0	0	1	121	175	321	40	40	56,00
98	3,7	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	91	2	0 à 5	0	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	0	14	33	4	0	0	0	0	0	4	22,00
99	2,4	5	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	204	4	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,00
100	2,0	4	Submersion dès les 1 ^{ères} pluies	10	165	3	20 à 50	2	Bon état, défaut mineur, chaussée ou signalisation vétuste ou inexistante	1	0	32	284	555	20	0	0	0	0	0	20	40,00

Tableau 11: Synthèse de l'analyse multi critères pour l'ensemble des radiers

7. PRIORISATION DES RADIERS

Après la réalisation de l'analyse multicritères, une priorisation des radiers est effectuée en classant les notes des plus grande au plus petites.

Priorisation	N°radier	Note AMC
1	97	56
2	32	50
3	100	40
4	83	37
5	39	36
5	66	36
5	88	36
8	10	35
8	37	35
8	90	35
11	15	34
11	27	34
11	34	34
14	76	33
15	6	32
15	67	32
15	73	32
15	85	32
19	31	31
19	78	31
19	79	31
19	95	31
23	38	30
23	82	30
25	2	29
25	11	29
25	19	29
25	28	29
25	93	29
30	74	28
31	58	27
31	60	27
33	22	26
33	89	26
35	5	25
36	1	24
36	7	24
36	41	24

Priorisation	N°radier	Note AMC
36	72	24
36	81	24
41	24	23
41	77	23
43	36	22
43	51	22
43	75	22
43	92	22
43	98	22
48	44	21
48	47	21
50	4	20
50	18	20
50	23	20
50	25	20
50	50	20
50	61	20
50	65	20
50	69	20
50	80	20
50	96	20
60	43	19
60	45	19
60	46	19
60	63	19
60	99	19
65	30	18
65	52	18
65	53	18
65	62	18
65	64	18
65	68	18
65	70	18
72	26	17
72	33	17
72	35	17
72	42	17
72	71	17
77	16	16

Priorisation	N°radier	Note AMC
77	21	16
77	56	16
77	57	16
81	17	15
81	59	15
83	54	14
83	91	14
85	55	11
86	48	9
87	94	6
88	8	5
88	13	5
88	14	5
91	9	4
91	12	4
91	84	4
94	20	2
94	29	2
96	40	1
96	49	1
98	87	0

Les 2 premiers radiers sont les radiers présentant des désordres hydrauliques (mis en avant par la pondération). Ensuite, on retrouve les radiers 100 et 30 (radiers faisant déjà l'objet d'une maîtrise d'œuvre) respectivement en 3^{ème} et 5^{ème} position.

Le radier n°2, qui fait également l'objet d'une maîtrise d'œuvre est positionné en 24^{ème} position car il ne génère pas une zone enclavée importante.

Après analyse du classement, les radiers présentant les zones les plus vulnérables avec une occurrence de submersion dès les 1^{ères} pluies sont classés dans les 20 premiers.

La carte page suivante localise les 25 premiers radiers.

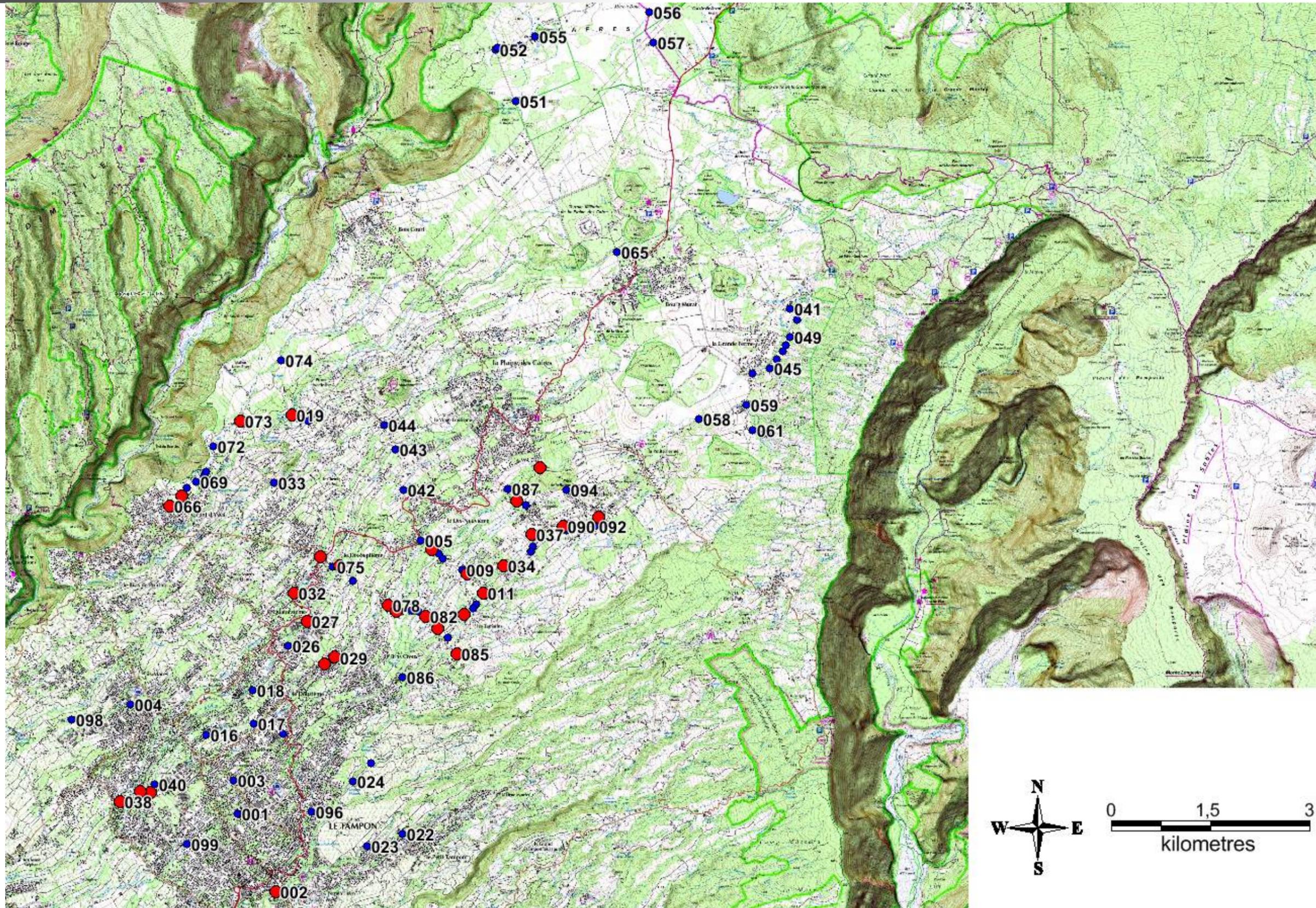


Figure 28 : Localisation des radiers prioritaires (en rouge)

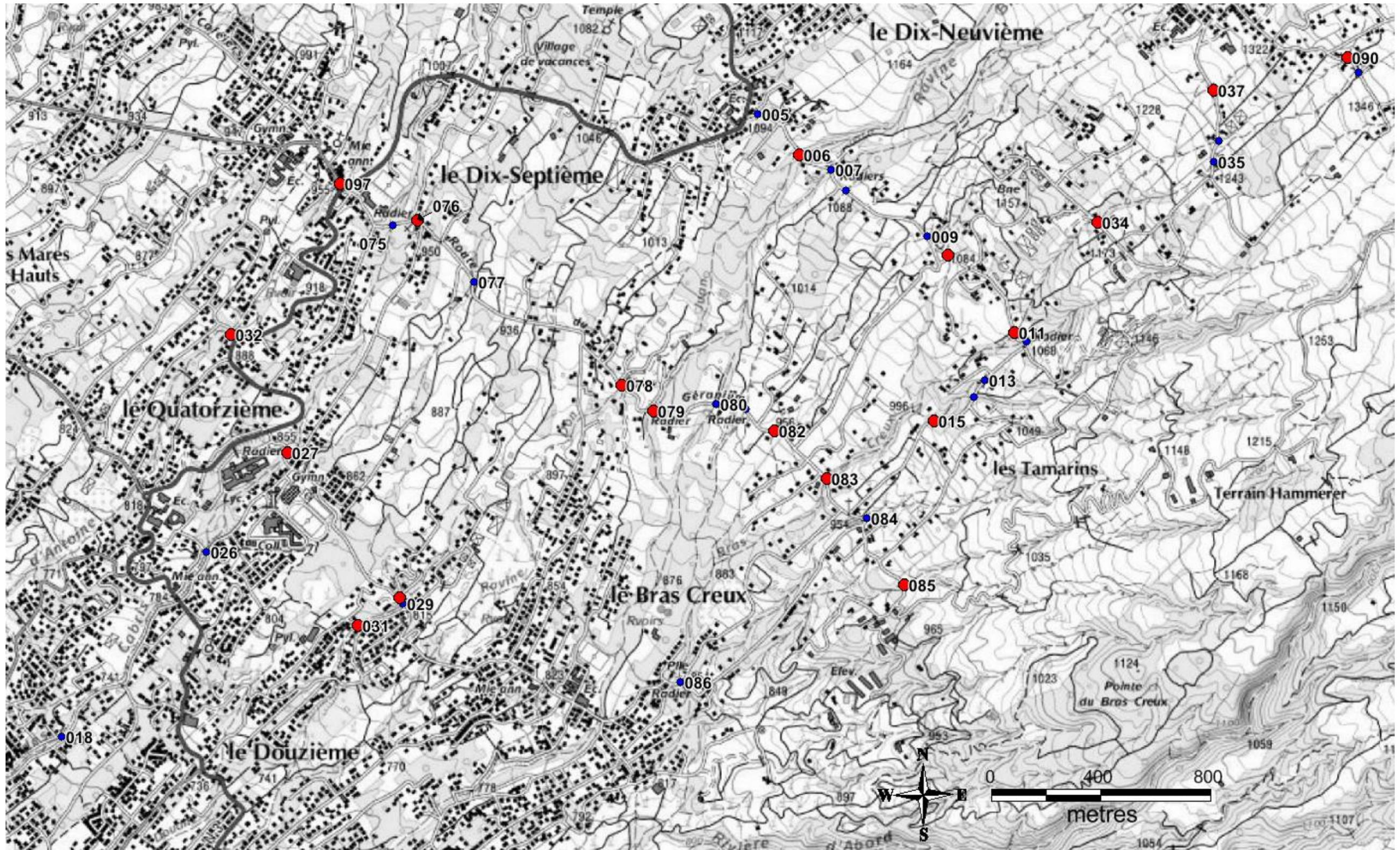


Figure 29 : Localisation des radiers prioritaires (en rouge) entre le 12^{ème} et le 19^{ème} Km



ANNEXE 1 : FICHES TYPE DE RELEVÉ DE TERRAIN

ANNEXE 2 : FICHES D'IDENTIFICATION DES RADIERS