



MISSION D'ETUDE GENERALE (P.G.R.I.) DE LA RIVIERE DES REMPARTS – COMMUNE DE SAINT-JOSEPH

ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT

RAPPORT

AVRIL 2010

N° 4700546 R4

PROVISOIRE

SOMMAIRE

1. CONTEXTE ET OBJECTIF	1
1.1. CONTEXTE GENERAL ET SPECIFIQUE	1
1.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE	1
1.3. SECTEUR D'ETUDE	2
2. RECUEIL DE DONNEES	4
2.1. ORGANISMES CONTACTES	4
2.2. INVENTAIRE DES ETUDES REALISEES	5
2.3. INVENTAIRE DES DONNEES CARTOGRAPHIQUES DISPONIBLES	10
2.4. RECONNAISSANCES DE TERRAIN	14
2.5. ANALYSE DES DONNEES DISPONIBLES ET ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES ACTUELLES	14
2.5.1. <i>Données Historiques sur les aménagements de la Ravine Jean Petit.....</i>	<i>14</i>
2.5.2. <i>Données historiques sur les dégâts causés par des crues.....</i>	<i>21</i>
2.5.3. <i>Analyse des données cartographiques disponibles.....</i>	<i>29</i>
2.5.4. <i>Connaissances et lacunes sur le fonctionnement physique de la Ravine Jean Petit.....</i>	<i>29</i>
3. CARACTERISTIQUES GENERALES DU BASSIN VERSANT DE LA RAVINE JEAN PETIT.....	30
3.1. RESEAU HYDROGRAPHIQUE ET BASSINS VERSANTS.....	30
3.2. GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE	33
3.2.1. <i>Contexte géologique</i>	<i>33</i>
3.2.2. <i>Les formations affleurantes dans le lit de la Ravine Jean Petit.....</i>	<i>35</i>
3.2.3. <i>Erosion et transport solide</i>	<i>41</i>
3.2.4. <i>Géomorphologie de la Ravine Jean Petit.....</i>	<i>43</i>
3.3. PROFIL EN LONG GENERAL DU LIT	43
4. ETAT DES LIEUX PLURIDISCIPLINAIRES DE LA RAVINE JEAN PETIT	46
4.1. ETAT DES LIEUX DE L'OCCUPATION DE L'ESPACE.....	46
4.2. ETAT DES LIEUX DE L'OCCUPATION DE L'ESPACE	46
4.3. ETAT DES LIEUX DES PROTECTIONS CONTRE LES CRUES	55
4.4. CONTEXTE REGLEMENTAIRE.....	60
5. HYDROLOGIE DU BASSIN VERSANT DE LA RAVINE JEAN -PETIT	61
5.1. LES APPROCHES PRECEDENTES	61
5.1.1. <i>Première estimation des débits de crue caractéristiques réalisées dans l'étude hydraulique de la Ravine Jean Petit (oct. 1987).....</i>	<i>61</i>
5.1.2. <i>Mise à jour des débits de crue caractéristiques réalisé dans le STPC de la Ravine Jean Petit (Déc 1989)</i>	<i>62</i>
5.1.3. <i>Estimation des débits des crues du 1^{er} mai 1987 et de Firinga (1989).....</i>	<i>63</i>
5.1.4. <i>Approche réalisée dans le STPC de la Rivière des Remparts (1992).....</i>	<i>63</i>
5.2. NOUVELLE APPROCHE BASEE SUR CELLE DU PGRI DE LA RIVIERE DES REMPARTS	64
5.2.1. <i>Rappel de la méthodologie</i>	<i>64</i>
5.2.2. <i>Stations pluviométriques utilisées.....</i>	<i>68</i>
5.2.3. <i>Pluies journalières caractéristiques</i>	<i>68</i>
5.2.4. <i>Débits caractéristiques de crue de la Ravine Jean Petit</i>	<i>70</i>
5.3. MODELISATION PLUIE – DEBIT.....	71

6.	IDENTIFICATION DES ALEAS ET LOCALISATION DES ZONES A ENJEUX.....	74
6.1.	IDENTIFICATION ET DETERMINATION DES DIFFERENTS ALEAS.....	74
6.1.1.	<i>L'aléa érosion</i>	74
6.1.2.	<i>L'aléa inondation</i>	77
6.1.3.	<i>Aléa transport solide</i>	85
6.2.	IDENTIFICATION DES DIFFERENTS TYPES D'ENJEUX SOUMIS A UN RISQUE	86
7.	STRATEGIE DE GESTION DES RISQUES INONDATION ET EROSION.....	92
7.1.	STRATEGIE GLOBALE	92
7.2.	MESURES D'INFORMATION.....	92
7.3.	MESURES DE PREVISION.....	93
7.4.	MESURES DE PREVENTION	93
7.5.	MESURES DE PROTECTION	94
7.6.	MESURES PAR SECTEUR	95
7.7.	ELEMENTS D'ESTIMATION DES COUTS	98

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 – FICHES D'INTERVENTION SUITE A LA TEMPETE JADE (7 AVRIL 2009)

LISTE DES PHOTOS

PHOTO n°1 – PHOTO AERIENNE DU BASSIN VERSANT DE JEAN PETIT EN 1950.....	17
PHOTO n°2 – PHOTO AERIENNE DU BASSIN VERSANT DE JEAN PETIT EN 1984 (AMONT).....	19
PHOTO n°3 – PHOTO AERIENNE DU BASSIN VERSANT DE JEAN PETIT EN 1984 (AVAL).....	20
PHOTO n°4 – DEGATS DU CENTRE VILLE LORS DE LA CRUE DU 1 ^{ER} MAI 1987.....	22
PHOTO n°5 – MAI 1987 – DEGATS DANS LE CENTRE VILLE DE SAINT-JOSEPH.....	23
PHOTO n°6 – AMONT DU PONT DE LA RN2 – EMBACLES ET LIT DE LA RAVINE COMBLE DE MATERIAUX.....	24
PHOTO n°7 – AMONT DU PONT DE LA RN2 – AVRIL 2009.....	25
PHOTO n°8 – LIT COMBLE SOUS LE PONT DE LA RN2 – AVRIL 2009.....	25
PHOTO n°9 – AVRIL 2009 – LIT DE LA RAVINE JEAN PETIT EN AMONT DU RADIER DES JACQUES (H. FOUQUE).....	26
PHOTO n°10 – AVRIL 2009 – RAVINE JEAN PETIT LE LONG DE LA GARE ROUTIERE.....	26
PHOTO n°11 – AFFOUILLEMENT DES MURS D'ENDIGUEMENT ET INCISION DU LIT AU DROIT DE LA MAISON DE RETRAITE SUITE A LA CRUE D'AVRIL 2009).....	27
PHOTO n°12 – INCISION ET AFFOUILLEMENT (CRUE D'AVRIL 2009).....	28
PHOTO n°13 – EROSION ET RECU DE BERGES AU PK 1,7 – 1,8 (CRUE D'AVRIL 2009).....	28
PHOTO n°14 – COULEES DE BASALTES A L'EMBOUCHURE DE LA RAVINE JEAN PETIT.....	35
PHOTO n°15 – BASALTE VACUOLAIRE, TRES RICHE EN OLIVINE (OCEANITE) – RAVINE JEAN PETIT PK 0,500.....	36
PHOTO n°16 – SOL LIMONEUX "RECUIT" PAR UNE COULEE DE BASALTE A FELDSPATH – PK 0,700.....	37
PHOTO n°17 – ALTERNANCE DE COULEES DE BASALTE A FELDSPATH, D'EPaisseur METRIQUE AVEC DES INTERLITS DE GRATONS AFFOUILLES – RAVINE JEAN PETIT PK 1,625 – RIVE DROITE.....	37
PHOTO n°18 – ALLUVIONS ANCIENNES, ROUGEATRES, LEGEREMENT CIMENTEES AU TOIT DES OCEANITES VACUOLAIRE – RAVINE JEAN PETIT VERS LE PK 0,700 – RIVE DROITE.....	38
PHOTO n°19 – ALLUVIONS RECENTES AU PIED D'UN SEUIL DANS UN BASSIN DE DISSIPATION – RAVINE JEAN PETIT – PK 1,040.....	39
PHOTO n°20 – ALLUVIONS/COLLUVIONS MATRICE TERREUSE, RICHE EN BLOCS METRIQUES. BERGE DE LA RAVINE JEAN PETIT – PK 1,250.....	40
PHOTO n°21 – ATTERISSEMENTS RECENTS ET EROSION DES BERGES – RAVINE JEAN PETIT – PK 1,800.....	40
PHOTO n°22 – ENCOMBREMENT D'UN LIT DE RAVINE PAR DES BLOCS DE LAVE ANGULEUX MELES A DE LA TERRE GRAVELO-LIMONEUSE ROUGEATRE – AFFLUENT RIVE GAUCHE DE LA RAVINE JEAN PETIT – PK 2, 650.....	42
PHOTO n°23 – SOL CENDREUX EPAIS, NU DANS LA BERGE DE LA RAVINE JEAN PETIT – PK 4,200.....	43
PHOTO n°24 – ENDIGUEMENT DE LA RAVINE JEAN PETIT EN AMONT DE LA MAISON DE RETRAITE – PK 0,65 ENVIRON – INCISION DE SEUILS.....	55
PHOTO n°25 – MUR AFFOUILLE AU DROIT DE LA MAISON DE RETRAITE – PK 0,65.....	56
PHOTO n°26 – SUBSTRATUM ROCHEUX ENTRE LES PASSERELLES OH 6BIS ET OH 6.....	56
PHOTO n°27 – FOND BETONNE AVEC SEUILS EN AVAL DE LA PASSERELLE OH 6.....	57
PHOTO n°28 – FOND DU LIT EN AVAL DE LA PASSERELLE OH 4.....	57
PHOTO n°29 – EROSION DE BERGE RIVE GAUCHE AU PK 1,850.....	75
PHOTO n°30 – AFFOUILLEMENT DU MUR D'ENDIGUEMENT RIVE GAUCHE ET INCISION DE SEUIL AU DROIT DE LA MAISON DE RETRAITE - PK 0,650.....	75
PHOTO n°31 – AFFOUILLEMENT DU MUR DE CLOTURE ET DE LA COUR DE L'HABITATION RIVE GAUCHE AU PK 1,7.....	76
PHOTO n°32 – VUE DEPUIS L'AMONT DU MUR RIVE GAUCHE AFFOUILLE AU PK 1,7.....	76
PHOTO n°33 – ILLUSTRATION A PETITE ECHELLE DE LA FORMATION D'UN BASSIN DE DEPOT EN PIED DE CHUTE.....	77
PHOTO n°34 – VUE DE LA PASSERELLE OH4 EN AVAL DU PONT DE LA RN2 SUITE A JADE.....	79
PHOTO n°35 – VUE DE LA FACE AMONT DU PONT DE LA RN2 SUITE A JADE.....	79
PHOTO n°36 – VUE DE LA FACE AMONT DU PONT DE LA RN2 SUITE A JADE.....	80

LISTE DES FIGURES

FIGURE N°1 – DELIMITATION DU SECTEUR D’ETUDE.....	3
FIGURE N°2 – HYDROGRAPHIE ET BASSINS VERSANTS DE LA RAVINE JEAN PETIT	32
FIGURE N°3 – CARTE GEOLOGIQUE DE JEAN-PETIT (EXTRAIT CARTE GEOLOGIQUE DE LA REUNION A L’ECHELLE 1/100 000 – 2006 – BRGM & LSTUR).....	34
FIGURE N°4 – SCHEMA EXPLICATIF DE LA FORMATION D’UN BASSIN DE DEPOT EN PIED DE CHUTE.....	41
FIGURE N°5 – PROFIL EN LONG GENERAL DU LIT.....	45
FIGURE N°6 – ETAT DES LIEUX DE L’OCCUPATION DE L’ESPACE SUR L’ENSEMBLE DU BASSIN VERSANT	53
FIGURE N°7 – ETAT DES LIEUX DE L’OCCUPATION DE L’ESPACE DANS LE CENTRE-VILLE DE SAINT-JOSEPH.....	54
FIGURE N°8 – PROTECTIONS RECENSEES LE LONG DE LA RAVINE JEAN PETIT	59
FIGURE N°9 – RELATION PLUIES JOURNALIERES AVEC L’ALTITUDE MEDIANE DES BASSINS VERSANTS DE LA RIVIERE DES REMPARTS ET DE CELUI DE LA RAVINE JEAN PETIT	69
FIGURE N°10 – MODIFICATION DE LA CAPACITE DE L’ENDIGUEMENT EN CAS DE DEPOTS	81
FIGURE N°11 – ALEAS INONDATION ET EROSION DE LA RAVINE JEAN PETIT – PARTIE AVAL	83
FIGURE N°12 – ALEAS INONDATION ET EROSION DE LA RAVINE JEAN PETIT – PARTIE AMONT	84
FIGURE N°13 – ZONAGE DES RISQUES ET PROPOSITION DE GESTION DANS LE BASSIN DE LA RAVINE JEAN PETIT.....	91

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU N°1 – ORGANISMES CONTACTES AFIN DE RECUEILLIR DES INFORMATIONS	4
TABLEAU N°2 – ETUDES ANTERIEURES SUR LE BASSIN VERSANT DE LA RAVINE JEAN PETIT.....	6
TABLEAU N°3 – DONNEES TOPOGRAPHIQUES ET CARTOGRAPHIQUES DISPONIBLES SUR LE SECTEUR D’ETUDE.....	11
TABLEAU N°4 – CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS DE LA RAVINE JEAN PETIT.....	31
TABLEAU N°5 – ENJEUX RECENSES EN BORDURE DU TALWEG PRINCIPAL DE LA RAVINE JEAN PETIT	47
TABLEAU N°6 – POSTES ETUDIES DANS L’ETUDE HYDRAULIQUE DE LA RAVINE JEAN-PETIT (CF. /10/, TABLEAU N°2).....	62
TABLEAU N°7 – DEBITS DE POINTE DES SOUS-BASSINS VERSANTS.....	62
TABLEAU N°8 – DEBITS DE POINTE DE CRUES DU STPC DE LA RAVINE JEAN PETIT	63
TABLEAU N°9 – DEBITS DE POINTE DE CRUE RETENUS EN 1992 (STPC)	64
TABLEAU N°10 – LISTE DES STATIONS PLUVIOMETRIQUES TRAITEES	68
TABLEAU N°11 – ESTIMATIONS DES PLUIES JOURNALIERES CARACTERISTIQUES (MM)	68
TABLEAU N°12 – PLUIES JOURNALIERES CARACTERISTIQUES RETENUES POUR LE BASSIN VERSANT DE LA RAVINE JEAN PETIT	70
TABLEAU N°13 – DEBITS DE POINTE DE CRUE CARACTERISTIQUES RETENUS DE LA RAVINE JEAN PETIT	71
TABLEAU N°14 – BILAN DES CRUES MODELISEES AVEC LE LOGICIEL HEC-HMS	72
TABLEAU N°15 – CAPACITES HYDRAULIQUES DE LA RAVINE JEAN PETIT DANS LE TRONÇON ENDIGUE.....	80
TABLEAU N°16 – ESTIMATION INDICATIVE DES NIVEAUX DE RISQUE.....	86
TABLEAU N°17 – RISQUES EVALUES EN BORDURE DE LA RAVINE JEAN PETIT.....	87
TABLEAU N°18 – LES 4 PILIERS DE LA GESTION DES RISQUES INONDATION ET EROSION.....	92
TABLEAU N°19 – PROPOSITION DE GESTION DES RISQUES INONDATION ET EROSION DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RAVINE JEAN PETIT	96

1. CONTEXTE ET OBJECTIF

1.1. CONTEXTE GENERAL ET SPECIFIQUE

Les phases 1, 2 et 3 de l'étude générale (Plan de Gestion des Risques d'Inondations, PGRI) de la Rivière des Remparts ont été réalisées en 2008 et 2009 par SOGREAH. Elles sont aujourd'hui en cours de validation par la DDE de La Réunion. L'étude a permis d'approfondir le fonctionnement géomorphologique et d'établir un plan de gestion du risque inondation sur la Rivière des Remparts.

La Ravine Jean Petit est un affluent rive gauche de la Rivière des Remparts dans laquelle elle se rejette en aval de l'hôpital, dans le centre ville de Saint-Joseph. Le talweg principal, long de 9,2 km environ, s'inscrit dans le bassin versant de la Rivière des Remparts (S = 65,4 km²), et présente un bassin versant topographique de 5,9 km².

Lors de la saison cyclonique 2008-2009, des dégâts importants ont été recensés en bordure du cours d'eau notamment suite à la tempête tropicale JADE (5 au 7 avril 2009) qui a provoqué des inondations importantes de la rue Raphaël Babet dans le centre ville, et de nombreuses érosions de berges plus en amont. Un rapport de catastrophe naturelle est en cours d'élaboration par la DDE de La Réunion.

Il est donc apparu nécessaire d'actualiser l'étude générale de la Rivière des Remparts sur le secteur particulier de la Ravine Jean Petit pour prendre en compte ces nouveaux éléments.

1.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Cette actualisation de l'étude poursuit des objectifs identiques à ceux du PGRI :

- ↪ Recensement et synthèse des données disponibles (études réalisées, topographies, recensement de dégâts, orthophoto, photographies, etc.) ;
- ↪ Caractérisation du fonctionnement hydrogéomorphologique de la rivière en fonction des données disponibles :
 - Caractéristiques du bassin versant ;
 - Etat des lieux pluridisciplinaire de la rivière (basé sur la BD Topo 2003, les orthophotos disponibles et les observations de terrain) ;
 - Analyse historique (recensement des ouvrages anciens et récents, de l'urbanisation et des dégâts) ;
 - Hydrologie basée sur celle du PGRI de la phase 2 de la Rivière des Remparts et les études antérieures pour la pluviométrie ;

- Mise à jour des aléas basée sur des calculs simples (Manning-Strickler) pour l'estimation des vitesses et hauteurs d'eau ;
 - Evolution morphodynamique récente succincte, basée sur les observations de terrain et des enquêtes auprès des riverains et de la mairie de Saint-Joseph ;
 - Compte tenu des données disponibles, il serait illusoire de réaliser un bilan sédimentaire. Des considérations sont toutefois faites sur le transport solide par érosion des berges. En effet, ce transport est comme on le verra, à la source des désordres observés dans le centre-ville en 2009.
- ↪ Elaboration d'une stratégie de gestion du risque inondation (et éventuellement érosion) par recensement des enjeux, hiérarchisation des risques et proposition de mesures de gestion.

1.3. SECTEUR D'ETUDE

Les données ont été recherchées pour l'ensemble du bassin versant de la Ravine Jean Petit afin d'en comprendre le fonctionnement à cette échelle.

En revanche, le recensement des enjeux, la mise à jour des aléas hydrauliques et la stratégie de gestion du risque inondation sont centrés sur le talweg principal de la Ravine Jean Petit (*cf. figure n° page 3*), soit sur 9,2 km de cours d'eau.

Pour faciliter le repérage le long de ce dernier, des points kilométriques sont indiqués tous les 500 m sur la *figure n°*. Le PK 0 correspond à la face amont du pont de la rue de l'hôpital (pont situé immédiatement en amont de la confluence avec la Rivière des Remparts). Les PK sont comptés positivement vers l'amont et négativement vers l'aval.

Dans la suite de ce rapport, on désignera par « Ravine Jean Petit » ce talweg principal.

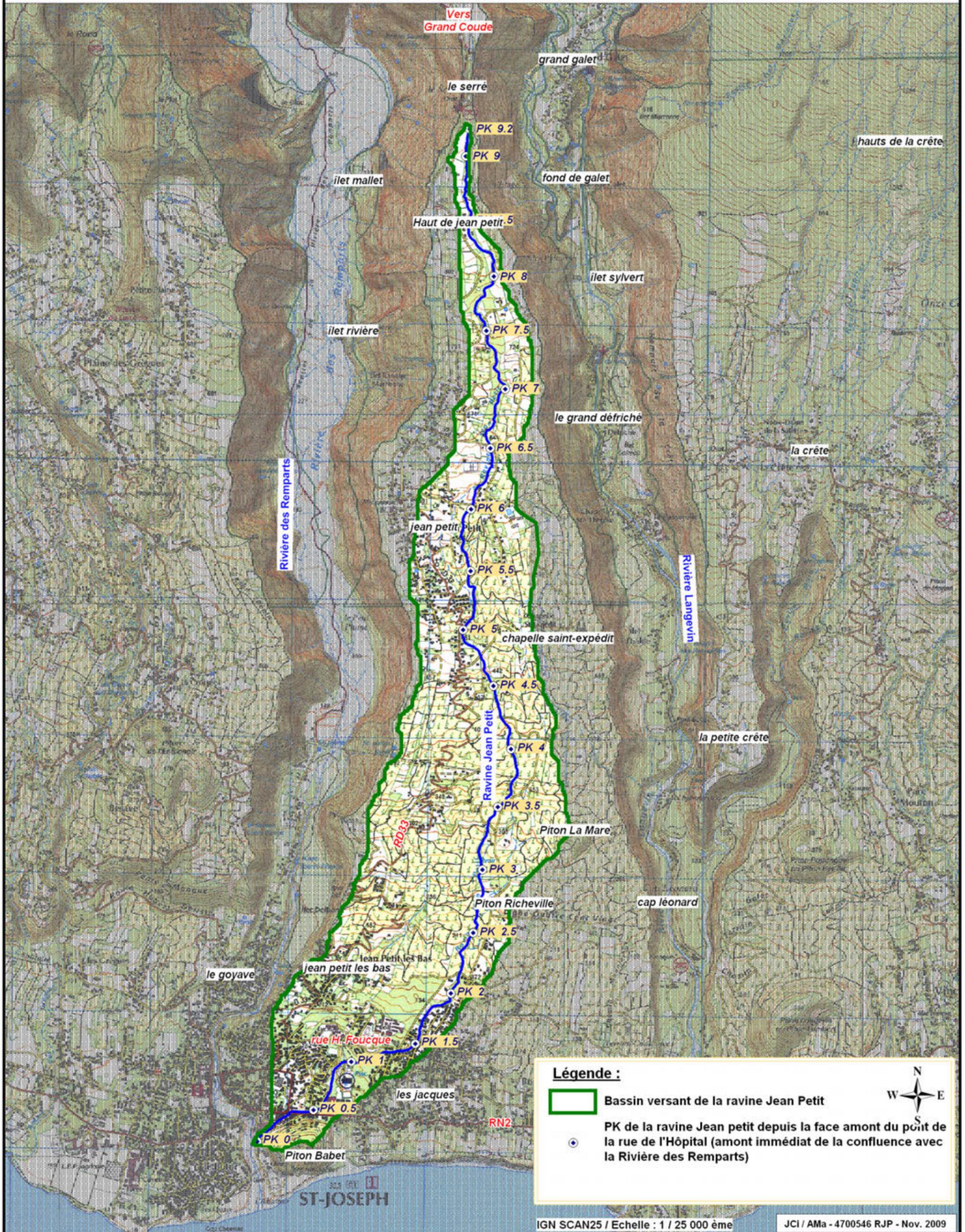


DDE/SEECL



Etude générale (P.G.R.I) de la Rivière des Remparts
Actualisation sur le secteur de la Ravine Jean Petit

Figure 1 - Secteur d'étude



Légende :

- Bassin versant de la ravine Jean Petit
- PK de la ravine Jean petit depuis la face amont du point de la rue de l'Hôpital (amont immédiat de la confluence avec la Rivière des Remparts)

2. RECUEIL DE DONNEES

2.1. ORGANISMES CONTACTES

Le tableau n°1 ci-dessous indique les organismes qui ont été contactés pour recueillir des informations.

A l'heure actuelle, certaines données n'ont pas encore été reçues.

Tableau n°1 – ORGANISMES CONTACTES AFIN DE RECUEILLIR DES INFORMATIONS

Informations recherchées	Organisme contacté	Contact
Plans topographiques récents – Etudes PPRi sur le bassin versant.	DDE / SEECL	Grégory VIGNA Philippe CROZET
Cadastre, POS / PLU, BD TOPO et BD ORTHO de Saint-Joseph.	DDE / Commune Saint-Joseph	Gaëtan MAGRE
Photographies aériennes récentes et anciennes sur le bassin versant.	DDE / PROSPET	Georges-Marie FRANCOISE
Photographies aériennes anciennes	IGN / DDE	Site de l'IGN / M. Françoise (DDE)
Photographies aériennes anciennes	BRGM	M. NEDELLEC
Réseaux AEP et EU de Saint-Joseph	VEOLIA-EAU	Jean-Pierre MAZOUZI
Réseaux EDF	EDF – Base réseau St Leu	
Captages eaux souterraines	BRGM	Bertrand AUNAY
Projets d'aménagement urbains	COMMUNE DE SAINT-JOSEPH – Sce Urbanisme	Benoît COULOT
Réseau France Télécom	France Télécom	P. BOESCH Orange
Dégâts post- JADE	DDE Agence Sud et DDE / SEECL	M. BOISVILLIERS A. SION et G. VIGNA
Projets et études hydrauliques en cours	Mairie de Saint Joseph – Services Techniques	M. DAESSELE (S.T.) M. COULEAU (S. Urba)
Projet de déviation de Saint-Joseph	Région Réunion	M. BOUTELET
Projet de PRU du centre-ville et de la gare routière	SEMAC	M. HOAREAU

DDE DE LA REUNION /SEECL
ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Informations recherchées	Organisme contacté	Contact
Projet d'opération RHI du centre ville face au lycée Pierre Poivre	SIDR	Nathalie MEZINEAU
Projet de pont à la place du radier Hippolyte Foucque	Marie de Saint-Joseph	Joël PERIANMODELY
Projet d'opération immobilière Mamzelle Renette (Bas de Jean Petit)	SHLMR	Thierry PHILIPPE
Travaux d'endiguement de 1997-1998 sur la Ravine Jean Petit	Région Réunion	M. BOUTELET

2.2. INVENTAIRE DES ETUDES REALISEES

Le tableau n°2 synthétise l'ensemble des études réalisées sur le bassin versant de la Ravine Jean Petit classées de la plus récente à la plus ancienne.

Ces études viennent compléter les études globales sur l'ensemble du bassin versant de la Rivière des Remparts listées dans le rapport de phase 2 du Plan de Gestion des Risques d'Inondation de la Rivière des Remparts et pour la plupart non reprises ici. Toutefois, les études particulièrement utilisées pour l'actualisation sur le secteur de la Ravine Jean Petit ont été indiquées à nouveau dans le tableau n°2.

Tableau n°2 – ETUDES ANTERIEURES SUR LE BASSIN VERSANT DE LA RAVINE JEAN PETIT

Réf.	Intitulé	Type d'étude	Auteurs	N° dossier	Maître d'ouvrage	Date
Hydraulique - hydrogéomorphologie						
/1/	Plan de Gestion des Risques Inondation de la Rivière des Remparts ✓ Phase 1 : Synthèse bibliographique et analyse des connaissances disponibles (rapport provisoire de février 2008) ✓ Phase 2 : Caractérisation du fonctionnement hydro-géomorphologique de la rivière (rapport définitif de décembre 2009) ✓ Phase 3 : Elaboration d'une stratégie de gestion du risque inondation (rapport provisoire de juillet 2009)		SOGREAH	4700546	DDE / RISC	2008-2009
/2/	PPR inondation et mouvement de terrain – Saint-Joseph.	PPR multirisque	DDE		ETAT	Approbation le 11/10/2005
/3/	Etude relative aux risques d'inondation en termes d'aléa et de vulnérabilité. ✓ Phase 1 – Prise de connaissance – hydrologie - vulnérabilité ✓ Phase 2 – Diagnostic de la situation actuelle et prévisible en termes de vulnérabilité ✓ Phase 3 – Conception des mesures de protection ou de prévention	Etude préalable au PPRI	BCEOM		DDE Réunion	Février 1997

DDE DE LA REUNION /SEECL
ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Réf.	Intitulé	Type d'étude	Auteurs	N° dossier	Maître d'ouvrage	Date
/4/	Saint-Joseph dans la tourmente – Revue de presse 1844 - 1994	Revue de Presse	DDE		Préfecture de la Réunion / DDE / DIREN	1994
/5/	Schéma Technique de Protection contre les crues de la Rivière des Remparts (STPC) – phase 1, 2 et 3 (n°63009 et 34015)	STPC, modèle réduit	SOGREAH	63009	COMMUNE SAINT-JOSEPH	1991
/6/	Ravine Jean Petit à Saint-Joseph (A.P.S.) <ul style="list-style-type: none"> ✓ Calibrage et renforcement de la Ravine Bénitier pour 41 m³/s ✓ Calibrage de la Ravine Jean Petit dans St-Joseph pour 105 m³/s <ul style="list-style-type: none"> ➤ en amont de la RN2 ➤ en aval de la passerelle de l'hôpital 	A.P.S.	SOGREAH	60484 R2 (archive n°184)	DDE 974 / CEA / Commune de St-Joseph	Juillet 1990
/7/	Schéma Technique de protection contre les crues de la Ravine Jean Petit	Etude hydraulique	SOGREAH	60484 R1 (archive n°175)	DDE 974 Commune de St-Joseph	Déc. 1989
/8/	Aménagement de la Ravine Jean Petit – A.P.S. des ouvrages de délestage à l'amont de l'agglomération Ravine Bénitier vers la ravine Langevin pour un débit de 19 m ³ /s <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ravine Bénitier vers la Ravine Langevin pour un débit de 19 m³/s ✓ Ravine Jean Petit vers la Rivière des Remparts pour un débit de 66 m³/s ✓ Ravine Jean Petit vers l'océan à l'est du Piton Batard 	A.P.S.	INCOM	INCOM n°1068 (archive SOGREAH n°178)	DDE 974 (AFO/CEA) Commune de St-Joseph	Oct. Nov. 88
/9/	Rapport de stage de Philippe CADET (INSA de Rennes) – APS dérivation Ravine Jean Petit	Rapport de stage sur A.P.S.	INCOM – SOGREAH (philippe CADET)	Archive SOGREAH n°1039	SOGREAH INCOM	Eté 1988

DDE DE LA REUNION /SEECL
ETUDE GENERALE (PGRi) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Réf.	Intitulé	Type d'étude	Auteurs	N° dossier	Maître d'ouvrage	Date
/10/	Endiguement de la Ravine Jean Petit – Reconnaissance géologique et géotechnique des projets de dérivation des ravines Jean Petit et du Bénitier		BRGM		DDE Réunion	Février 1988
/11/	Etude hydraulique de l'aménagement de la Ravine Jean Petit – Saint-Joseph – La Réunion	Etude hydraulique et hydrologique	SOGREAH	R60247 (archive SOGREAH n°174)	DDE Réunion / Commune Saint-Joseph	Octobre 1987
/12/	Ravine Jean Petit – Aménagement de la Ravine Jean Petit - DCE	DCE	SOGREAH / INCOM	Archive SOGREAH n°187	DDE Réunion / Commune Saint-Joseph	Août 1987
/13/	Aménagement de la Ravine Jean Petit - APS	APS	SOGREAH / INCOM	Archive SOGREAH n°179	DDE Réunion / Commune Saint-Joseph	Août 1987
Géologie – Géomorphologie (études BRGM)						
/14/	Cartographie de l'aléa "mouvements de terrain » sur la commune de Saint-Joseph	Zonage au 1/25 000	MONGE O., AUBIE S., CRUCHET M., FONTAINE F.	RP-50476-FR 2000 SGR/REU 36	DDE de la Réunion BRGM	2000
/15/	Les systèmes érosifs des grandes ravines au vent à l'île de La Réunion : leurs conséquences sur l'aménagement du littoral et des hauts. Volume II	Etude et cartographie des risques géologiques	HUMBERT M.	86 SGN 132 GEG	Direction de la sécurité civile	Mars 1986
/16/	Carte géologique de La Réunion à l'échelle 1/50000	Carte à 1/5000 Notice explicative	BILLARD G. VINCENT P.		BRGM	1974
Etudes et guides méthodologiques						
/17/	Guide méthodologique pour les études de faisabilité des aménagements de protection contre les inondations	Guide	BCEOM	A98-63 81203	DDE/SEECL	Octobre 2000

DDE DE LA REUNION /SEECL
ETUDE GENERALE (PGRi) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Réf.	Intitulé	Type d'étude	Auteurs	N° dossier	Maître d'ouvrage	Date
/18/	Analyse menée sur les solutions alternatives dans le cadre des projets d'endiguement à La Réunion				DDE/SEECL	Octobre 2000
/19/	La gestion des rivières. Transport solide et atterrissements	Guide	Agence de l'Eau RMC SOGREAH INPG Entreprise CNRS	Etude inter-agences n°65	Agences de l'Eau	1999
/20/	Le transport solide à La Réunion	Synthèse thématique	Observatoire Réunionnais de l'Eau		Observatoire Réunionnais de l'Eau/DIREN	1998

2.3. INVENTAIRE DES DONNEES CARTOGRAPHIQUES DISPONIBLES

Les données cartographiques récentes et anciennes (profils en long, profils en travers, semis de points, levés topographiques, coupes transversales) sont d'une grande importance pour la réalisation des phases 2 et 3.

Elles ont été recherchées dans les études déjà réalisées et auprès des organismes contactés en complément des données cartographiques récupérées pour le PGRi de la Rivière des Remparts (*réf. 1, rapport de phase 1*) ;

Le tableau n°3 ci-après présente l'ensemble des données récupérées au format numérique et papier spécifiques à la Rivière Jean Petit. Les données utilisées dans cette étude et issues du PGRi de la Rivière des Remparts sont également précisées.

Les informations de PK (point kilométrique) permettent un repérage par rapport au linéaire du talweg principal de la Ravine Jean Petit.

Le PK0 correspond à la face amont du pont de la rue de l'hôpital sur la Ravine Jean Petit.

Les PK sont comptés positivement vers l'amont et négativement vers l'aval.

DDE DE LA REUNION /SEECL
ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Tableau n°3 – DONNEES TOPOGRAPHIQUES ET CARTOGRAPHIQUES DISPONIBLES SUR LE SECTEUR D'ETUDE

Réf.	PK aval ^(*)	PK amont ^(*)	Date	Description	Nom du fichier numérique ou numéro de dossier Sogreah ou numéro d'archivage de l'étude ou figure le plan papier	Maître d'ouvrage	Type ^(**)	Echelle	Auteur	Calage	Rives concernées	Observations
/1/	-0,04	9,20	Avril 2009	Prises de vue aérienne	Format numérique dans 4700546	DDE	PA		AIGL	Néant		Non cotées
/2/	-0,04	4	Août 2008	Restitution photogrammétrique (radar)	Format numérique 4700546	DIREN	PG		IGN	NGR / UTM		Peu de points dans lit de la ravine
/3/	-0,04	1,29	Octobre 2007	Restitution photogrammétrique	AIGL-GD/25/05/07	DDE de la Réunion GIE des exploitants de la Rivière des Remparts	PG	1/2500	Cabinet AIGL	NGR / UTM		
/4/	-0,04	9,20	2003 - 2002	Orthophoto et carte au 1/25000	BD TOPO 2003	IGN	C + PA		IGN	NGR – GL - UM		
/5/	-0,04	0,17	Juillet-août 2002	Restitution photographique	Guid'OI 2002-034	Diren de la Réunion	PG	1/2000	Cabinet Guid'OI	NGR / GL		
/6/	-0,04	0	Octobre 1997	RN2 – Pénétrante de Saint-Joseph – Plan topographique	Dossier 97111 – plan 2458	DDE de la Réunion	VP+PT	1/1000	Cabinet Talibart	NGR - GL		
/7/	-0,04	9,20	Juillet 1997	Carte au 1/25 000 MNT pas de 25 m et orthophoto		IGN	C+PG + PA	1/25000	IGN			
/8/	0,83	0,965	Juin 1990	Carte topographique au droit du seuil d'entonnement de l'endiguement de la Ravine Jean Petit sur 135 ml	Dans archive n° 184	DDE / Commune Saint-Joseph	C	1/200	?			NGR non calé en X Y
/9/	0,465 -0,04	1,01 0,11 (P22)	Juin 1990	Plans (APS) des aménagements de calibrage de la Ravine Jean Petit dans Saint-Joseph pour 105 m ³ /s : - En amont de la RN2 ; - En aval de la passerelle de l'hôpital	Dans archive n° 184	DDE / Commune Saint-Joseph	C + PL + Coupes (PT) ≈ 1/125	1/200 V : 1/100 H : 1/500	SOGREAH	NGR		A priori réalisés

DDE DE LA REUNION /SEECL
ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Réf.	PK aval ^(*)	PK amont ^(*)	Date	Description	Nom du fichier numérique ou numéro de dossier Sogreah ou numéro d'archivage de l'étude ou figure le plan papier	Maître d'ouvrage	Type ^(**)	Echelle	Auteur	Calage	Rives concernées	Observations
/10/	0,04	9,20	Novembre 1989	Profil en long de la Ravine Jean Petit	Dans archive n°175 (STPC Jean Petit)	DDE / Commune Saint-Joseph	PL	H : 1/5000 V : 1/1000	SOGREAH	NGR		mixe des points topographiques des levés au 1/5000 de l'IGN de 1978 et des aménagements réalisés en 1988 ?
/11/	-0,04	9,20	1989	Prise de vue aérienne	Format papier	IGN	PA		IGN	Néant		
/12/	-0,04	9,20	Novembre 1988	Plans (APS) des aménagements de dérivations Jean Petit cote 500, Jean Petit – est Piton Babet, Bénitier – <u>non réalisés</u>	Dans archive n°178	DDE / Commune Saint-Joseph	PL et coupes travers type	1/2000	SOGREAH / INCOM	NGR - GL		Non réalisés
/13/	0,11	0,79	Octobre 1987	Plans (étude préliminaire) des aménagements (P22 à P6 amont) <u>réalisés ?</u>	Dans archive n°174	DDE / Commune Saint-Joseph	PT + C + PL	Croquis terrain	SOGREAH	NGR		6 nouveaux PT zone amont
/14/	-0,04	0,45	Août 1987	Carte au 1/2000 de la Ravine Jean Petit de l'exutoire à 100 m en amont du pont de la RN2	Dans Archive 179 (APS août 87) et archive n°187 (DCE oct. 87)	DDE / Commune Saint-Joseph	C + PL + PT	1/2000	JANSSENS / BOURGOIN	NGR PDN - GL		30 PT + levé des 3 passerelles aval de la RN2 (22 concernant l'APS)
/15/	+0,11	0,45	Août 1987	Vue en plan et profils en travers des aménagements de la Ravine Jean Petit (plans APS 1987) – Aménagements réalisés en 1988 (DCE août 1987)		DDE / Commune Saint-Joseph	C + PT + PL	1/50	JANSSENS / BOURGOIN	NGR PDN-GL		22PT
/16/	-0,04	9,20	1984	Prise de vue aérienne	Format papier – PVA – 1984 – 520 et 532	IGN	PA		IGN	Néant		
/17/	-0,04	9,20	1980	Carte au 1/25 000		IGN	C	1/25000	IGN			
/18/	-0,04	9,20	1978	Restitution photogrammétrique IGN			PG	1/5000	IGN	NGR		Scan5 IGN 1978
/19/	-0,04	9,20	1978	Prise de vue aérienne	Format papier – PVA – 1978 - 342							

DDE DE LA REUNION /SEECL
ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Réf.	PK aval ^(*)	PK amont ^(*)	Date	Description	Nom du fichier numérique ou numéro de dossier Sogreah ou numéro d'archivage de l'étude ou figure le plan papier	Maître d'ouvrage	Type ^(**)	Echelle	Auteur	Calage	Rives concernées	Observations
/20/	-0,04	9,20	1966	Prise de vue aérienne	Format papier – PVA – 1966 - 044	IGN	PA		IGN	Néant		Floue
/21/	-0,04	9,20	1957	Carte au 1/50 000		IGN	C	1/50000	IGN	NGR - GL		
/22/	-0,04	9,20	1950	Prise de vue aérienne	Format papier – PVA – 1950 – M2 386 et 389	IGN	PA		IGN	Néant		

(**) C : carte topographique, VP : vue en plan ; PT : Profils en travers ; PL : Profil en long ; PG : plan photogrammétrique
 PA : photo aérienne

2.4. RECONNAISSANCES DE TERRAIN

Les reconnaissances ont porté sur l'ensemble du bassin versant et plus particulièrement sur le secteur :

- ↪ De la Ravine Jean Petit à la traversée du centre-ville (ensemble du secteur endigué (PK -0,04 au PK 0,87) ;
- ↪ Des ouvrages de franchissement (ponts, passerelles, radiers) ;
- ↪ Des dérivations amont réalisées en 1988 ;
- ↪ Des habitations riveraines les plus proches du talweg principal sur la partie amont du bassin versant.

Elles ont visé à :

- ↪ Faire le recensement des ouvrages existants (radiers, dalots, buses, endiguement, seuils) pour les confronter aux aménagements préconisés dans les études antérieures (réalisé ou non) ;
- ↪ Conforter l'état géomorphologique du lit au regard des informations recueillies dans les études précédentes ;
- ↪ Recueillir des témoignages de dégâts passés liés aux crues en particulier les crues du 1^{er} mai 1987 et celle du 9 avril 2009 (tempête tropicale Jade).

2.5. ANALYSE DES DONNEES DISPONIBLES ET ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES ACTUELLES

2.5.1. DONNEES HISTORIQUES SUR LES AMENAGEMENTS DE LA RAVINE JEAN PETIT

Les lieux auxquels il est fait référence figurent sur la figure n°6, page 53 et la figure n°7, page 54.

2.5.1.1. ENDIGUEMENTS DU CENTRE VILLE

D'après les enquêtes terrain, la bibliographie et la consultation des organismes du tableau n°1, page 4, les aménagements de canalisation et d'endiguement du centre ville ont été fait en deux temps :

- ↪ Une première phase de travaux en 1988 entre la passerelle dite de l'hôpital (PK 0,11, à l'OH2 du tableau du § 4.3) et l'actuel garage "Feu Rouge" (situé entre la RN2 et la Ravine Jean Petit au PK 0,45) ;
- ↪ Une deuxième phase de travaux en 1997 - 1998 entre le seuil d'entonnement en aval du radier de la piscine (OH8 au PK 0,87) jusqu'à l'exutoire. Cette deuxième phase a consisté en un prolongement aval et amont de l'endiguement de 1988 et en une reprise

des aménagements sur le secteur aménagé en 1988 (approfondissement et confortement du canal).

Plusieurs études de dimensionnement ont pu être retrouvées en ce qui concerne ces travaux.

Ces études sont des études préliminaires (EP), des Avant-Projet Sommaire (APS) et un Dossier de Consultation des Entreprises (DCE) pour une partie de l'endiguement (travaux réalisés en 1988).

La comparaison entre les plans APS et DCE et le terrain montre que les aménagements effectivement réalisés sont :

- ↳ Semblables (en pentes, types d'ouvrages et gabarits) sur le tronçon amont de l'endiguement (PK 0,87 au PK 0,45) ;
- ↳ Différents sur le tronçon central incluant le pont de la RN2 (PK 0,45 au PK 0,11) ;
- ↳ Semblables (en pentes type d'ouvrages et gabarits) sur la partie aval (PK 0,11 au PK -0,04).

Aucun plan de recolement n'a pu être retrouvé auprès des organismes consultés en charge des travaux à l'époque (DDE, Région Réunion).

Notons que la commune de Saint-Joseph a lancé tout récemment une étude de recensement des ouvrages d'endiguement sur la commune de Saint-Joseph.

Cette étude comprend des levés topographiques de ces ouvrages.

Les endiguements sont recensés dans le § 4.3 de ce rapport (d'après les observations terrain).

2.5.1.2. OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT HYDRAULIQUES

Les enquêtes terrain et l'analyse des cartographies disponibles indiquent un nombre important d'ouvrages de franchissement hydraulique de la Ravine Jean Petit.

Ils sont de 3 types : des ponts (2), des passerelles à voie unique (6), des radiers busés ou non (10).

6 radiers d'importance sur des talwegs secondaires ont également été recensés. Tous ces ouvrages sont listés dans le tableau n°5, page 47.

Les photos aériennes et les données cartographiques ont permis de reconstituer l'historique de réalisation de ces ouvrages :

- ↳ Le radier de l'hôpital (reconstruit en 1998 en pont de la rue de l'hôpital, répertorié OH1 du tableau n°5, page 47) et le pont de la RN2 (OH5) apparaissent déjà sur les photos aériennes de 1950. Ce sont les seuls ouvrages réellement identifiables ;
- ↳ Sur la photo aérienne de 1957, on détecte en plus de ces deux ouvrages, un certain nombre de radiers.
 - Dans le centre ville : le radier de la piscine (OH8) et les deux radiers de la rue Hippolyte Foucque (OH9 et OH9bis) ;

- A Jean Petit les Bas : le radier du chemin des Prunes (OH10), le radier de la ligne des 420 (OH10bis), le radier du réservoir des Jacques (OH10ter).
- A Jean Petit : les 2 radiers de la ligne des 600 (OH15 et OH15bis).
- ↪ Sur la carte IGN de 1978, tous les autres radiers existants aujourd'hui sont déjà construits (OH11, OH12, OH13, OH14 – OH14bis, OH16 – OH16bis, OH17). On note également 2 radiers supprimés aujourd'hui : le radier en amont du radier de la rue de l'hôpital (OH1) et le radier entre la rue Jean Albany et l'Impasse des Cannes au PK 1,685. Ces deux radiers ne sont pas visibles sur la carte IGN de 1992 et on peut supposer qu'ils ont été détruits par le cyclone FIRINGA (1989).

Les 6 passerelles existantes aujourd'hui dans le centre ville ne sont pas construites à cette époque.

- ↪ En 1987, les 3 passerelles entre le pont de la RN2 et le radier de l'hôpital (OH2, OH3 et OH4) sont construites car l'APS de 1987 (*cf. réf. /12/, tableau n°2*) les mentionne. Le DCE de 1987 (*cf. réf. /11/, tableau n°2*) prévoit leur destruction et reconstruction, ce qui a dû être réalisé au cours des travaux de 1988 ;
- ↪ En 1997 (photo aérienne), les passerelles de la maison de retraite (OH7) et du garage Feu Rouge (OH6) sont construites.
- ↪ Le radier de l'hôpital est transformé en pont lors des travaux d'endiguement de 1997-1998 ;
- ↪ La passerelle intermédiaire (OH6bis) a été repérée en 2009 sur le terrain (passerelle de la maison en chantier en rive gauche ?).

2.5.1.3. OUVRAGES DE DERIVATION

D'après les études antérieures les dérivations suivantes ont été réalisées en 1988 sur la partie amont du bassin versant :

- ↪ Un rejet EP du chemin de Grand Coude vers la Rivière des Remparts vers la cote 730 ;
- ↪ Un délestage et confortement de la Ravine Bénitier vers la Rivière Langevin vers la cote 710.

Ces éléments sont repris dans l'actualisation des aléas hydrauliques (*cf. § 6*).

2.5.1.4. URBANISATION

L'analyse des photos aériennes et des données cartographiques disponibles permet de mettre en évidence une urbanisation relativement ancienne sur le bassin versant de la Ravine Jean Petit, particulièrement la partie basse :

- ↪ En 1950 (photo aérienne), le bassin versant de la Ravine Jean Petit est peu urbanisé. Seule la rive droite à l'exutoire est occupée par le bourg de Saint-Joseph concentré autour de la RN2.



Photo n°1 – PHOTO AERIENNE DU BASSIN VERSANT DE JEAN PETIT EN 1950

Les bourgs de Jean Petit les Bas et de Jean Petit et le quartier des Jacques commencent également à se développer en suivant l'axe du CD33 déjà existant (piste).

Le reste du bassin versant est dédié à l'agriculture (parcelles visibles).

- ↪ En 1957 (carte IGN), ces trois bourgs sont toujours distincts du centre-ville ;
- ↪ Les photos aériennes de 1966 indiquent cette même tendance (seule la partie amont du bassin versant est disponible en prise de vue aérienne) ;
- ↪ En 1978, les quartiers des Jacques et de Jean Petit les Bas et le centre-ville apparaissent déjà fortement développés. Les principales rues structurant les bourgs sont construites (rue A. Brunet, rue de l'hôpital, rue Demange, rue du Général de Gaulle, rue Hippolyte Foucque, chemin Commandant Mahé, Chemin des Prunes, rue des Jacques, chemin Bénitier, chemin de la concession). Le collège Joseph Hubert est construit.

Le quartier de Jean Petit continu de se développer autour du CD33 essentiellement en rive droite de la Ravine Jean Petit mais dans une moindre mesure.

La majeure partie du bassin versant reste dédiée à l'agriculture.

Les habitations isolées du haut de Jean Petit (existantes aujourd'hui) sont déjà construites.

- ↪ Les photos aériennes de 1984 confirment cette tendance :
 - Densification du centre-ville, du quartier des Jacques et de Jean Petit les Bas avec toutefois le maintien de quelques zones dédiées à la canne ;
 - Développement dispersé du quartier de Jean Petit ;
 - Bassin versant majoritairement dédié à l'agriculture.

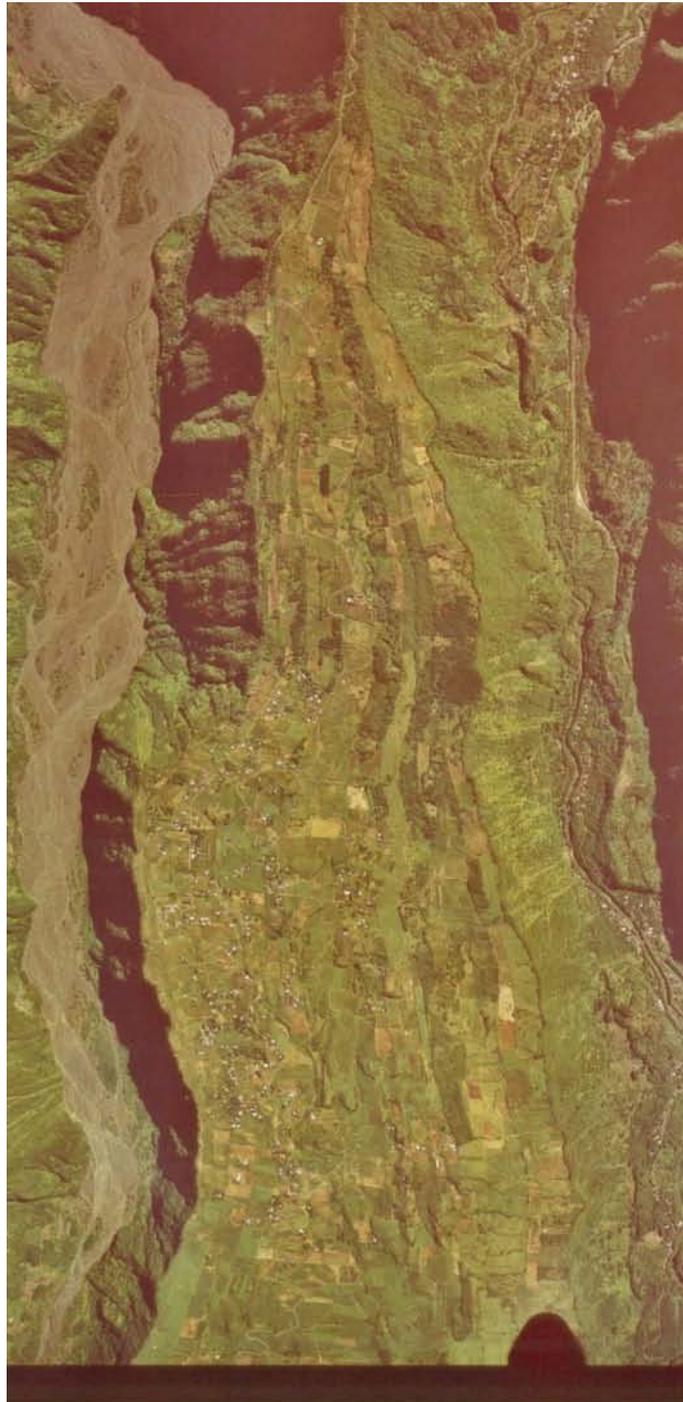


Photo n°2 – PHOTO AERIENNE DU BASSIN VERSANT DE JEAN PETIT EN 1984 (AMONT)

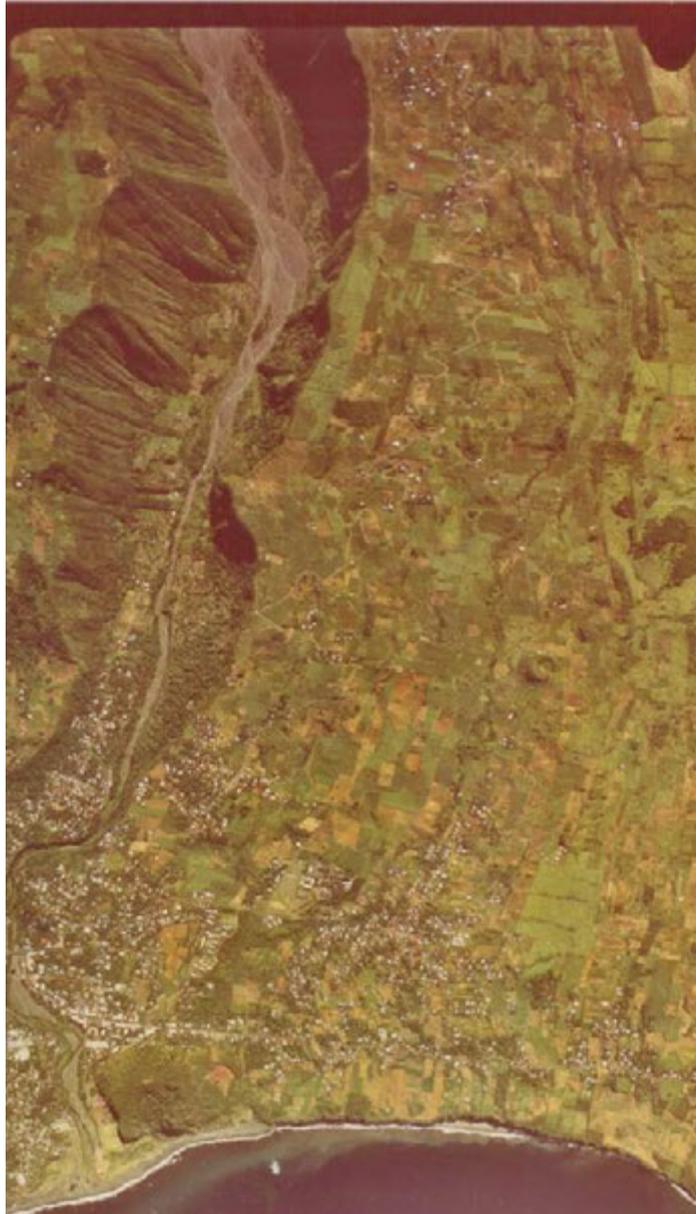


Photo n°3 – PHOTO AERIENNE DU BASSIN VERSANT DE JEAN PETIT EN 1984 (AVAL)

- ↪ En 1988, les endiguements et la chenalisation de la Ravine Jean Petit de part et d'autre du pont de la RN2 commencent ;
- ↪ La carte IGN de 1992 permet d'identifier que les bourgs de Jean Petit les Bas et des Jacques sont désormais accolés au centre-ville de Saint-Joseph. Toute la zone située en dessous de la cote 180 environ est donc construite de façon importante et semblable à l'emprise urbanisée actuelle (mais moins dense).

Dans le haut du bassin, le quartier de Jean Petit continue de s'étendre sans grande densité vers les hauts du bassin versant.

- ↪ Les prises de vue aérienne de 1997 montrent une densification importante du quartier de Jean Petit.

Les quartiers de Jean Petit les Bas et des Jacques sont maintenant agglomérés au centre-ville de Saint-Joseph avec peu de zones naturelles ou agricoles restantes ;

- ↳ En 1998 est réalisée la deuxième tranche des travaux d'endiguement;
- ↳ Les prises de vue aériennes de 2002 et de 2009 voient peu de changement. **Les secteurs urbanisés ont globalement peu évolués par rapport à 1997. En revanche ces secteurs ont continué à se densifier.**

2.5.2. DONNEES HISTORIQUES SUR LES DEGATS CAUSES PAR DES CRUES

Le recueil des données et les enquêtes de terrain ont permis de recenser les dégâts suivants causés par les crues de la Ravine Jean Petit.

L'ensemble de ces désordres est repris dans l'actualisation des aléas au § 6.

JANVIER 1878 :

"La Rivière des Remparts, celle de Langevin et toutes les ravines présentaient le 15 à 3 heures de l'après-midi, au moment où la tempête avait atteint son plus haut degré de violence, l'aspect de véritables torrents débordés auxquels aucun obstacle n'aurait pu résister.

La Ravine Jean Petit a donné une telle quantité d'eau dans une partie du quartier que sur la route nationale, à peu de distance de son lit, ceux qui passaient avaient l'eau jusqu'à la hauteur du buste" (rapport du directeur de l'Intérieur 16 janvier 1878, (cf. réf /4/, tableau n°2)).

MARS 1928 :

"Au lieu-dit Grand-Coude (...), le cyclone à dévasté les champs et les maisons (...). Une seule maison a résisté, celle de Mme Vital Guichard. Toutes les ravines ont débordé. Les plantations ont été rasées. Les sinistrés attendent de leur honorable maire le secours dû à leur détresse" (Le Peuple, 16 mars 1928 (cf. réf /4/, tableau n°2)).

"La Ravine Jean Petit a débordé et inondé la route et les emplacements voisins sur une étendue de 150 mètres environ. Il y avait sur la chaussée 80 centimètres d'eau. Boutiques inondées" (Le Peuple, 14 mars 1928 (cf. réf /4/, tableau n°2)).

JANVIER 1980 : HYACINTHE

"La partie basse de la ville (...) a été inondée et nombre de commerçants ont subi les assauts des flots. Mais c'est le réseau des chemins communaux qui a le plus souffert (...)" (JIR, 20 janvier 1980 (cf. réf /4/, tableau n°2)).

FORTES PLUIES DU 1^{ER} MAI 1987

Ces fortes pluies ont marqué les riverains qui aujourd'hui encore se souviennent bien de cet événement.

DDE DE LA REUNION /SEECLE
ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Rappelons qu'à cette époque, le lit de la Ravine Jean Petit n'était pas canalisé mais que l'urbanisation sur ses berges était déjà bien importante. Les dégâts recensés sont les suivants (source : enquêtes terrain et réf. /5/, /6/, /7/, /8/, /10/, /11/, /12/, tableau n°2) :

- ↪ Débordements en amont du pont de la RN2 ;
- ↪ Débordements en rive droite du pont puis écoulements dans le centre-ville de Saint-Joseph (rue Raphaël Babet) ;
- ↪ Inondations dans la rue Raphaël Babet (RN2), depuis le rond point de la RN2 jusqu'à la librairie :
 - 1 m d'eau dans la cour du Groupe scolaire près de la pharmacie centrale ;
 - Fortes embâcles sous le pont de la RN2 ;
 - 80 cm d'eau dans la rue Raphaël Babet, écoulements très rapides avec un fort courant (vagues). Les bancs métalliques qui étaient devant la pharmacie centrale se sont retrouvés derrière l'église, près du commissariat ;
 - Ecoulements très boueux dans la ravine et en dehors.
- ↪ Importante érosion de berge en rive droite en aval de l'OH14bis sur le Bras de Jean Petit à la cote 525 environ provoquant la destruction d'un bâtiment agricole.



Photo n°4 – DEGATS DU CENTRE VILLE LORS DE LA CRUE DU 1^{ER} MAI 1987



Photo n°5 – MAI 1987 – DEGATS DANS LE CENTRE VILLE DE SAINT-JOSEPH

JANVIER 1989 : FIRINGA

- ↪ "La voirie a subit de gros dégâts dans les Hauts, que ce soit à Grand Coude, à Jean Petit, aux Lianes ou à La Crête" (source : Quotidien 1^{er} février 1989) ;
- ↪ "La Rivière des Remparts, Langevin et la Ravine Jean Petit sont sorties de leurs rives" (JIR 31 janvier 1989). "Toutes les ravines et rivières ont coulé dans des proportions rarement atteintes ces dernières années" (JIR 31 janvier 1989) ;
- ↪ Radier du chemin des Prunes (OH10) fortement endommagé (STPC, réf. /6/, tableau n°2) ;
- ↪ Débordements en amont et en aval d'un seuil naturel anciennement utilisé comme radier situé à la cote 122 m NGR environ (PK 1,680) ;
- ↪ Obstruction des buses du radier Hippolyte Foucque (OH9) ;
- ↪ Débordements rive droite au niveau du radier Hippolyte Foucque (OH9) empruntant la rue H. Foucque avant de regagner la ravine 100 m en aval ($\approx 5 \text{ m}^3/\text{s}$) ;
- ↪ Débordements localisés avec retour au lit au niveau du radier de la piscine (OH8) et de la passerelle de la maison de retraite (OH7). Ces ouvrages n'existaient pas à l'époque ;

- ↪ Inondations moins importantes lors de Firinga que le 1^{er} mai 1987 malgré un débit plus important dans la ravine du fait des travaux réalisés en 1988 ;
- ↪ Inondations à hauteur de l'église et de la mairie dues à la saturation des réseaux d'assainissement.

FEVRIER 1994 : HOLLANDA

"Ce sont les précipitations qui ont causé les plus graves préjudices au monde agricole (...). Beaucoup de chemins d'exploitations ont été ravinés par les eaux et seront pendant un certain temps difficilement praticables" (Quotidien, 12 février 1994).

7 AVRIL 2009 : JADE

Plus récemment, des dégâts du même type que le 1^{er} mai 1987 se sont produits lors de la tempête JADE. Les dégâts ont été très importants amenant à faire une demande d'arrêté catastrophe naturelle :

- ↪ Le pont de la RN2 a subi de forts embâcles et la ravine a débordé en amont du pont (vers 5 h du matin) vers la rue Raphaël Babet.



*Photo n°6 – AMONT DU PONT DE LA RN2 –
EMBACLES ET LIT DE LA RAVINE COMBLE DE MATERIAUX*



Photo n°7 – AMONT DU PONT DE LA RN2 – AVRIL 2009



Photo n°8 – LIT COMBLE SOUS LE PONT DE LA RN2 – AVRIL 2009

- ↪ On a observé 60 cm d'eau dans cette rue : La plupart des magasins (Sildi, animalerie, pharmacie centrale, etc.) ont été inondés ;
- ↪ Des dépôts très importants de sédiments se sont produits :
 - En amont du radier des Jacques, rue Hippolyte Foucque (OH9).



*Photo n°9 – AVRIL 2009 – LIT DE LA RAVINE JEAN PETIT
EN AMONT DU RADIER DES JACQUES (H. FOUCQUE)*

- ↪ Au niveau du radier de la piscine (OH8) ;
- ↪ Dans le tronçon endigué de la gare routière jusqu'à la confluence.

Gare routière



Photo n°10 – AVRIL 2009 – RAVINE JEAN PETIT LE LONG DE LA GARE ROUTIERE

Tous ces secteurs ont été curés par les services de la DDE (et une entreprise) suite aux événements.

Les fiches d'intervention sont reportées en annexe 1.

- ↪ Atterrissements importants en aval du radier du chemin des Prunes (OH10, PK 2,17) vers le PK 1,95 ;
- ↪ En parallèle, des incisions du lit et des érosions des berges importantes se sont produites :
 - Sur le tronçon endigué au droit de la maison de retraite jusqu'au seuil d'entonnement soit sur 320 ml environ (du PK 0,540 au PK 0,860). Les seuils en enrochements liés ont été fortement dégradés et les murs d'endiguement très affouillés.



*Photo n°11 – AFFOUILLEMENT DES MURS D'ENDIGUEMENT ET INCISION DU LIT
AU DROIT DE LA MAISON DE RETRAITE SUITE A LA CRUE D'AVRIL 2009)*



Photo n°12 – INCISION ET AFFOUILLEMENT (CRUE D'AVRIL 2009)

- A proximité de l'impasse des Cannes, à la cote 117,5 m NGR environ (PK 1,7) et à la cote 130 m NGR environ (PK 1,8).



Photo n°13 – EROSION ET REcul DE BERGES AU PK 1,7 – 1,8 (CRUE D'AVRIL 2009)

- ↪ Enfin en plus de la rue R. Babet, les secteurs suivants ont été inondés (enquêtes terrains) :
 - Des habitations situées le long du chemin Commandant Mahé de part et d'autre du Bras de Jean Petit les Bas (cf. hydrographie de la figure n°2, page 32) dont deux immeubles construits dans le lit de la Ravine (amont de OH9bis) ;

- La cour d'une maison et une habitation en amont rive gauche du radier Hippolyte Foucque (OH9) ;
- Une habitation isolée construite entre le Bras Saint-Expédit et le talweg principal de la Ravine Jean Petit au PK 2,8 environ. La maison construite en contrebas (dans une cuvette relative) a été inondée avec près d'1 m dans le salon ;
- Des habitations construites vers la fin des années 90 en aval rive droite du chemin Benitier (OH13) par mise en charge de l'ouvrage et débordement.

2.5.3. ANALYSE DES DONNEES CARTOGRAPHIQUES DISPONIBLES

Un certain nombre de cartes et de photographies aériennes sont disponibles (1950, 1966, 1978, 1984, 1989 (non récupéré), 1992, 1997, 2002, 2003, 2007 (partiel), 2009).

En revanche les données topographiques du lit de la ravine et des ouvrages sont peu nombreuses.

Seules les données des levés 1978 au 1/5000^e de l'IGN (*cf. réf. /18/, tableau n°3*) et les données de la litto 3D (*cf. réf. /2/, tableau n°3*) de 2008 permettent d'avoir une idée de la pente des talwegs en amont du secteur endigué (PK > 0,87).

Sur le secteur endigué, aucun plan de recolement n'est à notre connaissance disponible.

Aucun plan topographique suffisamment précis ne permet de définir précisément la capacité du lit (pas de profil en travers).

2.5.4. CONNAISSANCES ET LACUNES SUR LE FONCTIONNEMENT PHYSIQUE DE LA RAVINE JEAN PETIT

Si un certain nombre d'études hydrauliques antérieures aborde l'hydrologie (détermination des débits) et le fonctionnement hydraulique du bassin versant (limites des bassins versants, recensement des talwegs, identification des points de désordres), les points suivants font défaut :

- ↪ **Le manque de plans de recolement sur le secteur endigué** : les aménagements observés sur le terrain ne correspondent qu'en partie aux projets des études antérieures récupérées ;
- ↪ **L'absence totale d'analyse des phénomènes érosifs et du transport solide** responsable du comblement du canal en mai 1987 et en avril 2009.

Une tentative de détermination des capacités hydrauliques du secteur endigué est toutefois réalisée dans le § 6 de cette étude.

Le contexte géologique (*cf. § 3.2*) et l'identification des aléas (*cf. § 6*) approfondissent le point de transport solide et d'érosion.

3. CARACTERISTIQUES GENERALES DU BASSIN VERSANT DE LA RAVINE JEAN PETIT

3.1. RESEAU HYDROGRAPHIQUE ET BASSINS VERSANTS

La Ravine Jean Petit draine un important chevelu de talwegs plus ou moins marqués, caractéristique des écoulements en planèze sur l'île de La Réunion.

Les talwegs figurent sur la figure n°2, page 32. Ils sont classés selon leur importance :

- ↪ Talweg principal : il s'agit du talweg le plus marqué depuis la tête du bassin versant jusqu'à l'exutoire ;
- ↪ Talwegs secondaires (type 1) avec des écoulements fréquents. De l'amont vers l'aval :
 - Bras de Jean Petit (confluant au PK 5,2) ;
 - Bras OH 11 (bras secondaire en aval de l'OH 11, confluant au PK 3,06) ;
 - Bras Saint-Expédit (confluant au PK 2,15 en amont de l'OH 10bis de la ligne des 420) ;
 - Bras de Jean Petit les Bas (confluant au PK 0,95 en amont du radier de la piscine, OH 8).
- ↪ Talwegs secondaires (type 2) peu marqués avec écoulements peu fréquents : ils drainent la planèze et sont susceptibles de défluences d'un talweg à l'autre.

Les bassins versants sont également présentés sur la figure n°2 :

- ↪ Le bassin versant global et les sous-bassins versants de la Ravine Jean Petit. Le tableau n°4 page suivante en présente les principales caractéristiques ;
- ↪ Le bassin versant global de la Rivière des Remparts ;
- ↪ Le bassin versant de la Ravine Bénitier, affluent de la Rivière Langevin et contigu au bassin versant de la Ravine Jean Petit.

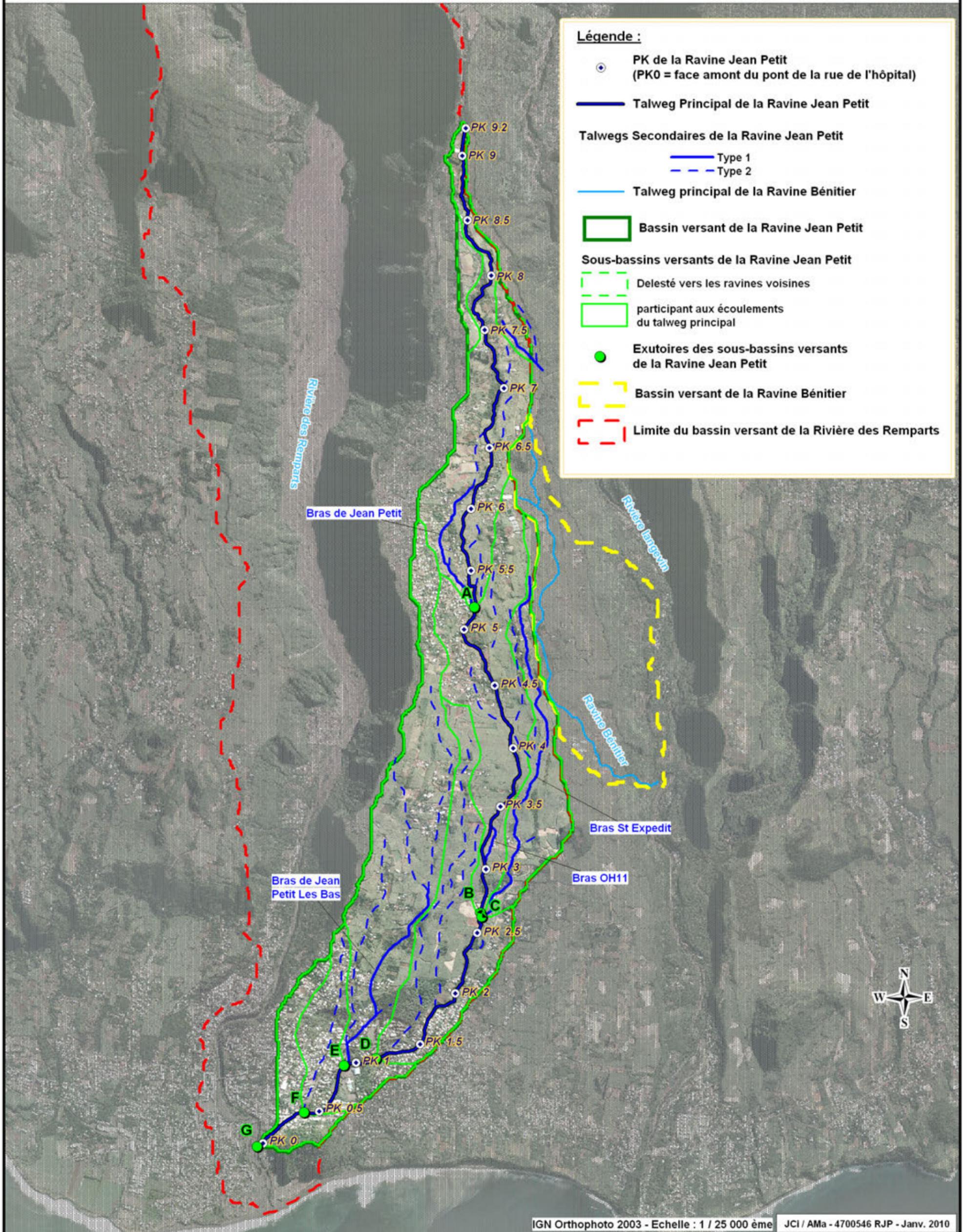
DDE DE LA REUNION /SEECCL
 ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
 ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Tableau n°4 – CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS DE LA RAVINE JEAN PETIT

Bassin versant	Altitude mini. (m NGR)	Altitude maxi. (m NGR)	Altitude médiane (m NGR)	S (km ²)	Pente moyenne (m/m)	Plus long parcours de l'eau (m)
Ravine Jean Petit en aval de la confluence avec le Bras de Jean Petit	512	892	652	1,07	9,5 %	4 000
Ravine Jean Petit en amont de la confluence avec le Bras Saint-Expédit	230	892	560	2,11	10,1 %	6 550
Ravine Jean Petit en aval de la confluence avec le Bras Saint-Expédit	229	892	517	2,71	10,1 %	6 560
Ravine Jean Petit en amont de la confluence avec le Bras de Jean Petit les Bas	78	892	427	3,65	10,1 %	8 050
Ravine Jean Petit en aval de la confluence avec le Bras de Jean Petit les Bas	59	892	382	5,01	10 %	8 300
Ravine Jean Petit en amont du pont de la RN2	30	892	360	5,45	9,8 %	8 800
Ravine Jean Petit à l'exutoire dans la Rivière des Remparts	20	892	341	5,74	9,4 %	9 240
<i>Sous-bassin amont 1 délesté vers la Rivière des Remparts</i>	<i>739</i>	<i>837</i>	<i>798</i>	<i>0,09</i>	<i>9,8 %</i>	<i>1 000</i>
<i>Sous bassin amont 2 délesté vers la Rivière Langevin</i>	<i>717</i>	<i>755</i>	<i>795</i>	<i>0,075</i>	<i>5,1 %</i>	<i>740</i>

Les deux derniers sous-bassins versants du tableau n°4 précédent sont donnés à titre indicatif. Ils font topographiquement partie du bassin versant de la Ravine Jean Petit mais les aménagements de délestage réalisés (date inconnue antérieure à 1990) impliquent qu'ils ne participent plus à ce jour aux écoulements du talweg principal de la Ravine Jean Petit.

Figure 2 - Hydrographie et bassins versants



3.2. GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE

3.2.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

La planèze de Jean Petit /Saint-Joseph s'est construite au cours de la période d'activité récente de la Fournaise par la mise en place des séries volcaniques suivantes :

↳ **Les coulées basaltiques de la Série des Remparts (-150 000 ans à -65 000 ans)**

Elles forment le bouclier récent du massif de La Fournaise et constituent les sommets des remparts en rive gauche de la Rivière des Remparts et en rive droite de la Rivière Langevin.

Le village de Jean Petit est installé sur ces coulées âgées de plus de 65 000 ans. Les laves sont des basaltes à olivine et à feldspath. Après 65 000 ans, la planèze s'est retrouvée isolée du piton de la Fournaise à la suite de l'effondrement de la Plaine des Sables. Les laves émises par le piton de la Fournaise n'atteignent plus la planèze de Jean Petit.

↳ **Les coulées de lave récentes du massif de La Fournaise (-65000 ans à - 5000 ans)**

Pendant la période récente, les épanchements de coulées de lave se font depuis des volcans isolés situés sur la planèze, dans les basses pentes vers Saint-Joseph. Les pitons Richeville, La Mare se mettent en place à cette période. Les laves sont des basaltes à olivine. Les laves rejoignent l'océan recouvrant les coulées plus anciennes.

↳ **Les coulées très récentes de moins de 5000 ans**

Le piton Babet serait très récent, avec une mise en place il y a moins de 5000 ans.

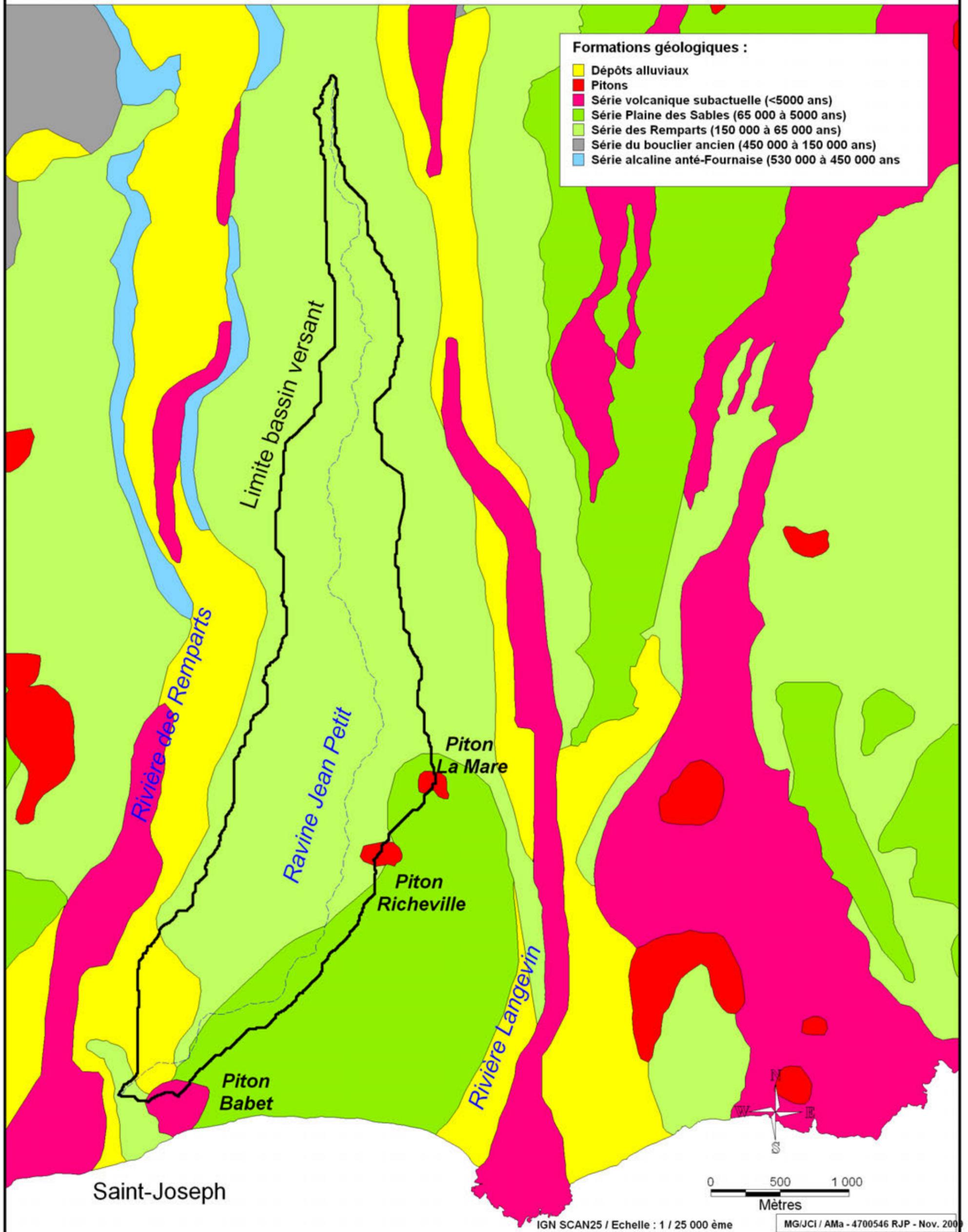
Il y a 1900 ans, des coulées de laves s'épanchent dans la Rivière des Remparts jusqu'à son embouchure, depuis le cratère du Commerson. La dernière coulée du Commerson a été datée à 1825 +/- 74 ans BP (Before Present).

Ces ensembles volcaniques sont représentés sur l'extrait de la carte géologique à l'échelle 1/100 000 (BRGM & LSTUR) présenté en figure n°3, page 34. Le bassin versant de la ravine Jean Petit est constitué essentiellement de coulées de basaltes de la Série des Remparts relativement anciennes.

Sur son cours moyen et amont, le tracé de la ravine Jean Petit est orienté N-S, parallèle à la ligne de plus grande pente de la planèze.

Sur son cours aval, la ravine Jean Petit a été déviée vers la Rivière des Remparts dans un premier temps par les coulées récentes des pitons Richeville et La Mare, puis dans un deuxième temps, au cours de la période très récente il y a moins de 5000 ans, par les projections et coulées du piton Babet. Dans la ville de Saint-Joseph, sa direction est NE-SW.

Figure 3 - Contexte géologique



3.2.2. LES FORMATIONS AFFLEURANTES DANS LE LIT DE LA RAVINE JEAN PETIT

3.2.2.1. LES COULEES RECENTES DE LA RIVIERE DES REMPARTS

A son embouchure, la Ravine Jean Petit coule sur les coulées récentes de la Rivière des Remparts. La lave est un basalte vacuolaire, noir. Les coulées sont peu épaisses, entre 0,50 m et 2 m.

Les murs du canal sont fondés sur ces coulées récentes (*cf. photo n°14, page 35*).

Des alluvions récentes voire anciennes sont visibles dans le lit. Ces dépôts témoignent des risques d'affouillement du fond du lit dans ce secteur. En effet, les coulées se sont épanchées sur les alluvions du cône de déjection ancien de Saint-Joseph.

Des phénomènes de sous-cavage des murs sont localement possibles soit au niveau des poches de gratons, soit au niveau des alluvions anciennes.

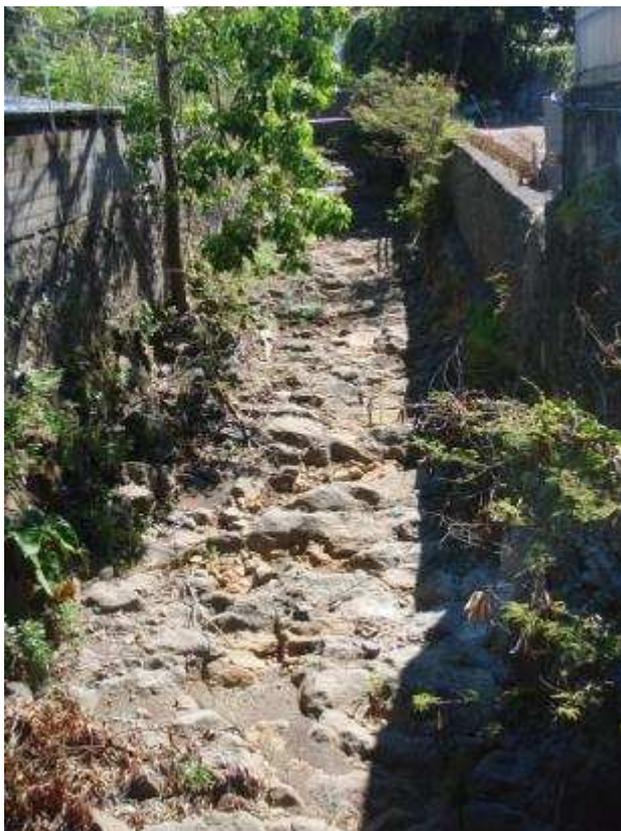


Photo n°14 – COULEES DE BASALTES A L'EMBOUCHURE DE LA RAVINE JEAN PETIT

3.2.2.2. LES OCEANITES VACUOLAIRES

Elles sont visibles vers le PK 0,600 dans le fond du lit de la ravine Jean Petit. La lave, dure, est peu sensible aux agressions de la ravine Jean Petit. La lave est saine légèrement altérée.

Les murs du canal sont fondés sur ces dalles rocheuses vers le PK 0,500.



*Photo n°15 – BASALTE VACUOLAIRE, TRES RICHE EN OLIVINE (OCEANITE) –
RAVINE JEAN PETIT PK 0,500*

Ces océanites disparaissent au droit de la maison de retraite, entre les PK 0,580 et 0,660 au droit d'un surcreusement (paléo-talweg) rempli d'alluvions anciennes.

Plus en amont, nous retrouvons les océanites vacuolaires jusqu'au radier de la Piscine, entre les PK 0,660 au PK 0,920.

Sur tout le tronçon compris entre le PK 0,660 à PK 0,920, le fond du canal est conforme à une ancienne surface topographique sur laquelle se sont déposées les alluvions anciennes. Des placages d'alluvions sont visibles au pied des murs et sont d'ailleurs systématiquement érodés, provoquant un sous cavage des murs ainsi que des affouillements du fond du canal.

3.2.2.3. LES COULEES DE BASALTE A FELDSPATH

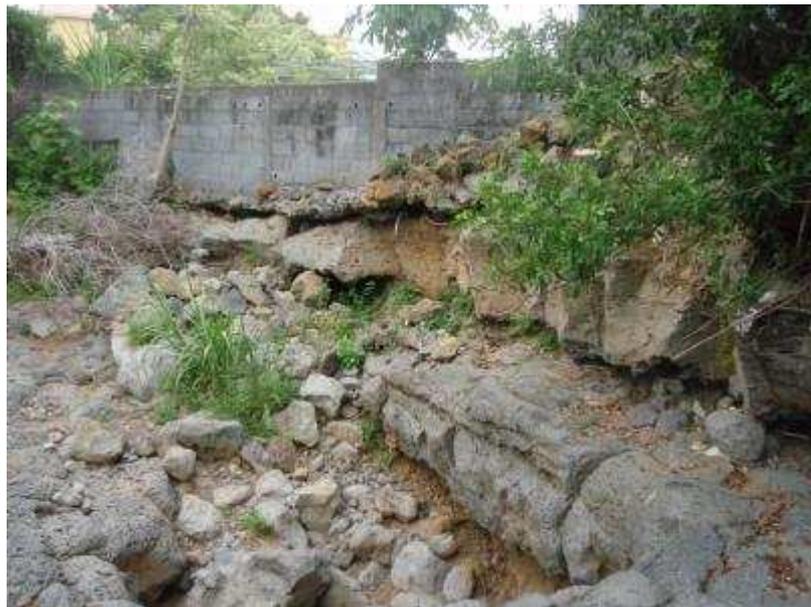
Elles affleurent dans les berges en rive gauche du canal vers le PK 0,700, où elles surmontent un paléosol « recuit » rougeâtre (*cf. photo n°16*).

Ces coulées affleurent plus franchement dans le lit et les berges en aval du radier de la piscine puis sur tout le cours moyen et amont de la ravine Jean Petit.

Cette formation est localement riche en gratons, et facilement affouillable par les eaux de la ravine (*cf. photo n°17*). Les coulées sont d'épaisseur métrique.



*Photo n°16 – SOL LIMONEUX "RECUIT" PAR UNE COULEE DE BASALTE A FELDSPATH –
PK 0,700*



*Photo n°17 – ALTERNANCE DE COULEES DE BASALTE A FELDSPATH,
D'ÉPAISSEUR METRIQUE AVEC DES INTERLITS DE GRATONS AFFOULLABLES –
RAVINE JEAN PETIT PK 1,625 – RIVE DROITE*

3.2.2.4. LES ALLUVIONS ANCIENNES

Elles sont largement représentées dans la ville de Saint Joseph, en rive gauche de la Rivière des Remparts depuis sa berge jusqu'à la Ravine Jean Petit. Ces dépôts correspondent au cône de déjection ancien de la Rivière des Remparts.

Les alluvions sont grossières, à blocs (\varnothing 0 -500 mm), avec une matrice sablo-limoneuse brune rougeâtre. Elles affleurent dans le canal de la Ravine Jean Petit, au droit de la passerelle de la Maison de retraite, et en contrebas du radier de la piscine.

Dans la traversée de la ville de Saint Joseph, en aval de la RN 2, elles sont recouvertes par la coulée récente de la rivière des Remparts.

Ces alluvions anciennes surmontent les basaltes vacuolaires très riches en olivine millimétriques (océanites), légèrement altérés et recouvertes par les coulées de lave à feldspath de la planèze de Jean Petit (*cf. photo n°18, page 38*).

Les murs fondés sur ces alluvions anciennes et sur les sols associés intercalés entre les coulées de lave, sont souvent sous-cavés : les alluvions sont affouillables.



Photo n°18 – ALLUVIONS ANCIENNES, ROUGEATRES, LEGEREMENT CIMENTEES AU TOIT DES OCEANITES VACUOLAIRE – RAVINE JEAN PETIT VERS LE PK 0,700 – RIVE DROITE

3.2.2.5. LES DEPOTS RECENTS

Les derniers dépôts de la ravine Jean Petit ont obstrué le canal aval lors des dernières crues de mai 2009, provoquant d'importantes inondations dans la ville de Saint Joseph.

Le matériau alluvionnaire est grossier avec des blocs subarrondis pouvant atteindre et dépasser 800 mm. La matrice est gravelo-limoneuse brune à rougeâtre. Il s'agit de

matériaux terrigènes, riches en éléments fins (cf. photographies des travaux de curage en annexe 1).

Sur le cours aval, la totalité des matériaux apportées par les crues en mai 2009 a été évacuée. Les dépôts récents sont actuellement visibles en amont du radier de la piscine, vers le PK 1,000. Les matériaux s'accumulent au pied des seuils et des bassins où ils sont bloqués. Le dépôt s'étend sur plusieurs dizaines de mètres de longueur.

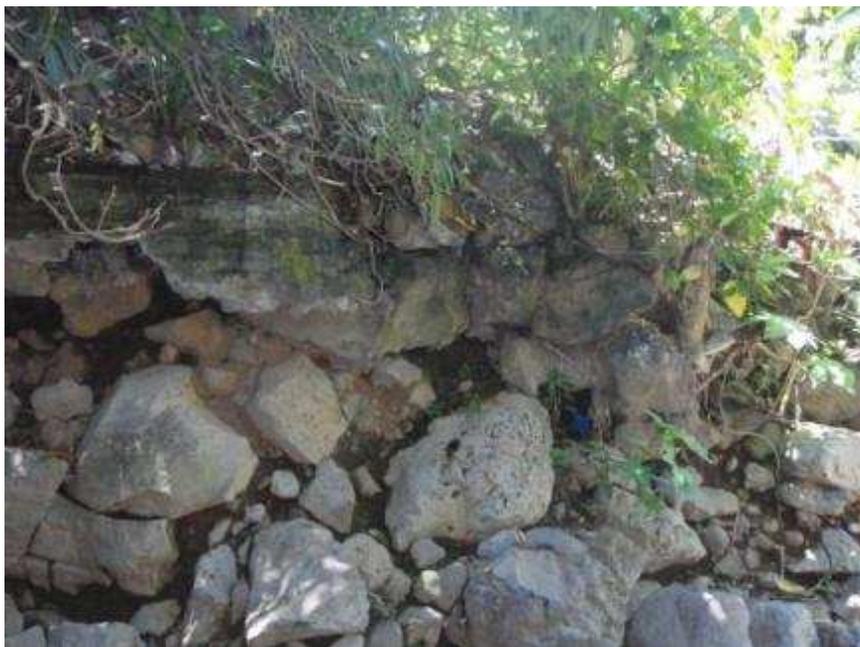


*Photo n°19 – ALLUVIONS RECENTES AU PIED D'UN SEUIL DANS UN BASSIN DE DISSIPATION –
RAVINE JEAN PETIT – PK 1,040*

Plus en amont, d'autres atterrissements de matériaux ont été observés dans le lit de la ravine, dans chaque bassin de dissipation, dans les sections moins pentues mais également dans les ravines incisant les parcelles agricoles amont.

Au dessus de Saint Joseph, les principales zones d'atterrissement sont localisées :

- ↳ Entre les PK 1,100 et 1,300 : le matériau est grossier, riche en blocs métriques. Les dépôts sont subactuels et proviennent du démantèlement des coulées de lave constituant les berges. La matrice est terreuse, rougeâtre. Certains murs sont fondés sur ces dépôts anciens (cf. *photo n°20*).
- ↳ Entre les PK 1,700 et 1,900 où des dépôts récents ont eu lieu lors des dernières crues ainsi que des phénomènes d'érosion de berge. Les berges constituées d'alluvions et colluvions riches en blocs, meubles, y sont facilement affouillables (cf. *Photo n°21*).



*Photo n°20 – ALLUVIONS/COLLUVIONS MATRICE TERREUSE, RICHE EN BLOCS METRIQUES.
BERGE DE LA RAVINE JEAN PETIT – PK 1,250*



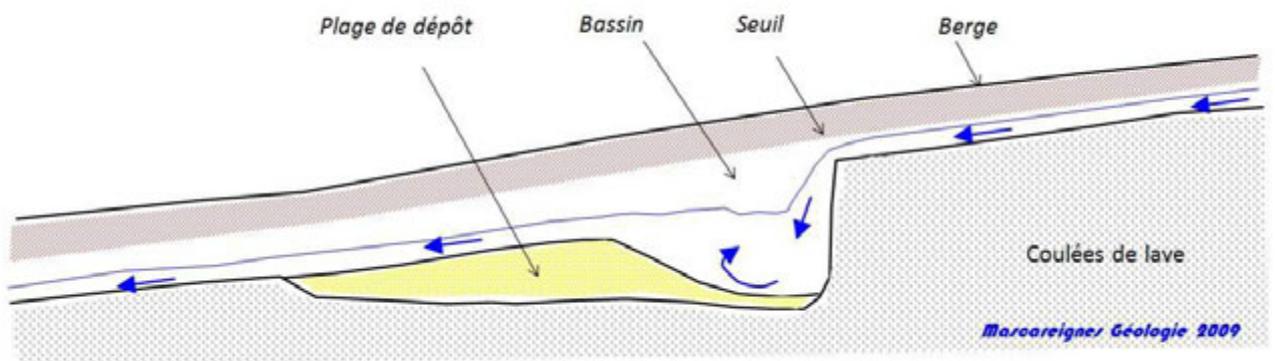
*Photo n°21 – ATERRISSEMENTS RECENTS ET EROSION DES BERGES –
RAVINE JEAN PETIT – PK 1,800*

3.2.3. EROSION ET TRANSPORT SOLIDE

Sur son cours amont, la ravine Jean Petit coule le plus souvent sur des dalles de basalte. Localement, cette incision est plus profonde et aboutit à la formation de bassins avec des hauteurs de berge pouvant atteindre la dizaine de mètres.

Ces bassins ou zones d'incision marquée sont typiques des planèzes basaltiques évoluées et pentues. Le bassin joue un rôle de dissipation de l'énergie torrentielle. En aval de ces bassins, les matériaux s'accumulent, pouvant provoquer un encombrement total du lit et des phénomènes de divagation (débordements).

Figure n°4 – SCHEMA EXPLICATIF DE LA FORMATION D'UN BASSIN DE DEPOT EN PIED DE CHUTE



Les matériaux accumulés dans les bassins et dans les tronçons de ravine moins pentus sont constitués de blocs de lave provenant du démantèlement des berges rocheuses ou des cordons de blocs (andains) disposés en bordure des parcelles cultivées ou habitées.

Les blocs proviennent aussi de l'affouillement de la frange altérée de la planèze. Ils sont entraînés vers la ravine principale par les bras secondaires (cf. photo n°22) ;



*Photo n°22 – ENCOMBREMENT D'UN LIT DE RAVINE PAR DES BLOCS DE LAVE ANGULEUX
MELES A DE LA TERRE GRAVELO-LIMONEUSE ROUGEATRE –
AFFLUENT RIVE GAUCHE DE LA RAVINE JEAN PETIT – PK 2, 650*

L'aspect terrigène des dépôts est à rattacher à la nature des sols de la planèze.

La plus grande partie du bassin versant est cultivée en cannes à sucre. Or, en période de très fortes pluies, les sols sont facilement entraînés par les eaux de ruissellement. Les sols de la planèze de Jean Petit sont des sols bruns jusqu'à l'altitude + 220 m NGR puis des andosols au-dessus.

L'épaisseur moyenne des sols est variable, de l'ordre du mètre. Dans les parcelles, affleurent des coulées de basaltes soit sous forme de lave soit sous forme de gratons (éléments de lave soudés). Entre ces bosses rocheuses, le sol est plus épais et de nature cendreuse ou colluviale (riche en blocs remaniés). Dans les parties colluvionnées, l'épaisseur du sol peut dépasser 2 m voire plus. Ces sols sont meubles et facilement entraînés par les eaux de ruissellement.

L'érosion des terres est souvent accentuée au niveau des chemins et pistes d'accès au champ de cannes mais également dans les zones habitées. Les talus des routes sont souvent le siège de glissement de terrain de faible ampleur mais significatif par leur nombre ; la plupart des talus est abrupt et non boisé.



*Photo n°23 – SOL CENDREUX EPAIS, NU DANS LA BERGE
DE LA RAVINE JEAN PETIT – PK 4,200*

3.2.4. GEOMORPHOLOGIE DE LA RAVINE JEAN PETIT

La Ravine Jean Petit peut être décrite en 2 tronçons homogènes :

- ↪ Le tronçon amont, en amont du radier de la piscine (OH 8). Sur ce tronçon, le profil en long de la ravine est une succession de chutes entre lesquelles le lit présente une pente faible (3 à 4 %) avec des hauteurs de berges très variables (de quelques mètres à une dizaine de mètres).
- ↪ Le tronçon en aval du radier de la piscine, endigué avec des seuils en enrochements liés ou en béton. La section présente une largeur de 5,5 à 6,5 m environ avec une profondeur de 3 à 4,5 m.

3.3. PROFIL EN LONG GENERAL DU LIT

Les éléments topographiques disponibles pour reconstituer un profil en long de la Ravine Jean Petit sont peu nombreux et peu fiables. En effet :

- ↪ Sur le secteur non endigué (PK > 0,87), aucun des 3 levés disponibles ne représente correctement le profil en long observé sur le terrain : Une succession de tronçons à faible pente (3 – 4 %) séparés par des chutes de plusieurs mètres de hauteur. Or les levés de 1978 (cf. réf. /18/, tableau n°3), 1989 (cf. réf. /10/, tableau n°3), et 2008 (cf. réf. /11/, tableau n°3) présentent un profil en long homogène de pente comprise entre 10,5 et 11,5 % ;

↪ Sur le secteur endigué (PK < 0,87), le profil en long de la ravine a été modifié 2 fois : en 1988 puis en 1997-1998 sans que l'on dispose du profil du fond retenu pour les travaux de 1997-1998.

Toutefois, l'analyse des profils en long de l'ensemble du lit (1978, 1989, 2008), les études de dimensionnement des endiguements (cf. réf. /5/ à /9/ et /10/ à /12/, tableau n°2), et les observations de terrain permettent de distinguer les secteurs homogènes suivants :

↪ **Du PK 9,2 au PK 2,1 (aval radier de prunes, OH 10)** : profil en long constitué de chutes brutales de plusieurs mètres. Entre ces chutes, la pente du lit est probablement de l'ordre de 3 à 4 % (observations terrain). La pente moyenne du lit est de l'ordre de 10,5 à 11,5 % ;

↪ **Du PK 2,1 au PK 0,87** (face amont du seuil d'entonnement de l'endiguement en aval du radier de la piscine (OH 8) : le profil en long du lit reste marqué par un enchaînement de tronçons à 3 – 4 % et de chutes de plusieurs mètres. Cependant la pente moyenne du lit diminue à 7 à 8 % ;

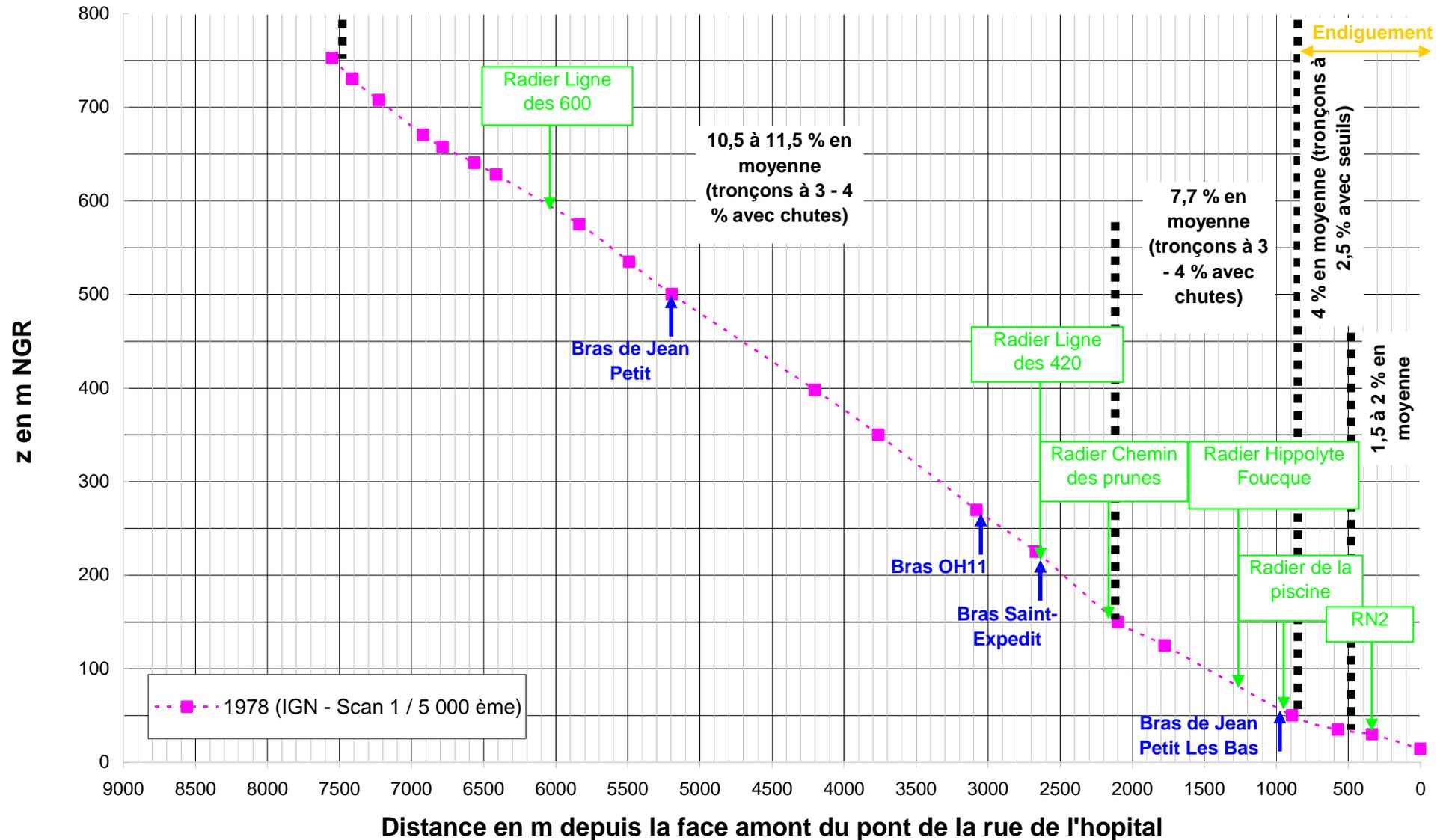
↪ **Du PK 0,87 vers l'aval**, la ravine est totalement endiguée et chenalisée exceptée en aval du pont de l'hôpital, à l'exutoire. Les études des aménagements laissent supposer les pentes suivantes :

➤ Sur le secteur aménagé en 1997-1998, soit du PK 0,87 au PK 0,45 (limite amont des aménagements réalisés en 1988) : la pente moyenne est de l'ordre de 4 % obtenue par une succession de seuils entre lesquels la pente réelle du lit est de l'ordre de 2,5 % ;

➤ Sur le secteur aménagé en 1988 puis réaménagé en 1997-1998, soit du PK 0,45 à l'exutoire : la pente du fond du lit est régulière (sans seuils) de l'ordre de 1 à 2 %.

Le graphique de la figure n°5 ci-après récapitule cette description.

Figure n°5 – PROFIL EN LONG GENERAL DU LIT



4. ETAT DES LIEUX PLURIDISCIPLINAIRES DE LA RAVINE JEAN PETIT

4.1. ETAT DES LIEUX DE L'OCCUPATION DE L'ESPACE

Le paragraphe suivant a pour objectif de présenter un état des lieux pluridisciplinaire de la ravine au moment de l'étude, c'est-à-dire avant la saison des pluies 2009-2010.

Il a pour but de recenser :

- ↪ Les enjeux humains et matériels situés le long de la ravine ;
- ↪ Les aménagements réalisés dans le lit et qui peuvent influencer sur la dynamique morphologique de la rivière (radiers, ponts, remblais, etc.)
- ↪ Les protections contre les crues existantes ;
- ↪ Les statuts réglementaires qui s'appliquent le long de la ravine (POS/PLU, PPR, ZNIEFF, DPF, etc.).

Cet état des lieux s'appuie à la fois sur de nombreuses visites de terrain et sur les données numériques disponibles fournies par les différents services de l'Etat, les collectivités territoriales et autres structures privées détenant des informations.

4.2. ETAT DES LIEUX DE L'OCCUPATION DE L'ESPACE

Les enjeux humains et matériels situés en bordure immédiate ou dans le lit de la ravine susceptibles d'être soumis à des risques d'inondation ou d'érosion, sont présentés sur la figure n°6, page 53 et figure n°7, page 54.

Ils sont également listés dans tableau n°5, page 47, qui précise de plus les éventuelles protections au droit des enjeux recensés, qu'elles soient naturelles (nature de sol peu érodable) ou artificielles.

Notons qu'à ce stade de l'étude, la présence d'une protection au droit d'un enjeu donné ne permet pas de conclure quant à sa vulnérabilité, qui sera évaluée après analyse des aléas (cf. § 6).

Les enjeux recensés ont été classés en plusieurs catégories, des enjeux les plus forts (habitations, établissements recevant du public) aux enjeux matériels supposés moins forts bien que très importants.

DDE DE LA REUNION /SEECL
ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

*Tableau n°5 – ENJEUX RECENSES EN BORDURE DU TALWEG
 PRINCIPAL DE LA RAVINE JEAN PETIT*

Dénomination	Cours d'eau**	Rive	PK (m) aval – amont	Protection des berges	
				Linéaire protégé	Type (naturelle / perré...)
Habitations[1]					
Habitations et commerces du centre ville de Saint Joseph	RJP	G / D	0-700	Tout	Canal (cf. § 4.3)
Habitations du quartier les Jacques	RJP	G / D	1200-2200	Ponctuel	Enrochements, murets
1 bâti au Piton Richeville - ligne des 420	RJP	G	2800-2850	Ponctuel	Enrochements, murets
6 bâtis en amont OH 11	RJP	G / D	3200-3700	Aucun	
Groupe de 6 habitations à Jean Petit	RJP	D	4500-4700	Ponctuel	Muret
2 bâtis à Jean Petit	RJP	G / D	5000-5100	Aucun	
4 habitations du quartier Chapelle St Expedit	BSt EX	G / D	4900-5000	Aucun	
2 habitations isolées à Jean Petit	RJP	G / D	5450	Aucun	
5 habitations groupées à Jean Petit	RJP	D	5600-5800	Aucun	
Groupe d'habitations à Jean Petit (≈ 12)	RJP	G	6000-6400	Aucun	
Groupe de 4 habitations isolées à Jean Petit	RJP	D	6500-6600	Aucun	
Groupe de 7 bâtis isolés	RJP	D	7400	Aucun	
Groupe de 4 bâtis isolés	RJP	D	8400-8600	Aucun	
Etablissements recevant du Public					
Terrain de sport de Jean Petit	RJP	D	6360	Aucun	
Centre hospitalier Sud Réunion	RJP	G / D	100-250	Tout	Canal (cf. § 4.3)
Gare routière de Saint-Joseph	RJP	D	300-400	Tout	Canal (cf. § 4.3)
Groupe scolaire Sainte-Anne	RJP	D	200-250	Tout	Canal (cf. § 4.3)
Maison de retraite	RJP	G	600-700	Tout	Canal (cf. § 4.3)
Voiries et ponts					
OH1 - Pont cadre 1 travée récent, (DCE 87: 2 travées)	RJP	G / D	0	Tout	Canal (cf. § 4.3)

DDE DE LA REUNION /SEECLE
ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Dénomination	Cours d'eau**	Rive	PK (m) aval – amont	Protection des berges	
				Linéaire protégé	Type (naturelle / perré...)
OH2 - Passerelle de l'hopital	RJP	G / D	115	Tout	Canal (cf. § 4.3)
OH3 - Passerelle rue Mère Thérèse	RJP	G / D	200	Tout	Canal (cf. § 4.3)
OH4 - Passerelle vers une habitation	RJP	G / D	310	Tout	Canal (cf. § 4.3)
OH5 - Pont de la RN 2	RJP	G / D	320	Tout	Canal (cf. § 4.3)
OH6 - Passerelle piétonne du garage Feu Rouge	RJP	G / D	480	Tout	Canal (cf. § 4.3)
OH6bis - Passerelle piétonne	RJP	G / D	525	Tout	Canal (cf. § 4.3)
OH7 - Passerelle piétonne de la maison de retraite	RJP	G / D	600	Tout	Canal (cf. § 4.3)
OH8 - Radier dit de la piscine	RJP	G / D	930	Aucun	
OH9 - radier rue Hippolyte Foucque (2 buses Ø1000?) dit radier des Jacques	RJP	G / D	1370	Aucun	
OH9bis - Radier rue Hippolyte Foucque	Bras JPBas	G / D	1370 RJP*	Aucun	
OH9ter - Radier chemin des prunes	Bras JPBas	G / D	2175 RJP*	Aucun	
OH10 - Radier chemin des Prunes avec 2 buses (Ø1000?)	RJP	G / D	2175	Aucun	
OH10bis - Radier chemin ligne des 420 en remblai concassé 0-80	RJP	G / D	2645	Aucun	
OH10ter - Radier du réservoir des Jacques	Bras StEx	G / D	3020 RJP*	Aucun	
OH11 - radier busé	RJP	G / D	3365	Aucun	
OH12 - cadre béton 2,6 x 2,6 + 2Ø1000 (construit en 1989)	RJP	G / D	4260	Aucun	
OH13 - 2Ø800	RJP	G / D	4755	Aucun	
OH14 - 2Ø1000	RJP	G / D	5450	Aucun	
OH14bis - radier cadre béton largeur 1 ; hauteur 1,3	Bras JP	G / D	5410 RJP*	Aucun	
OH15 - Radier de la ligne des 600 (2 Ø1000)	RJP	G / D	6035	Aucun	
OH15bis - Radier de la ligne des 600 (2 Ø1000)	Bras JP	G / D	5940 RJP*	Aucun	
OH16 - Cadre (hauteur 2.2 ; largeur 2)	RJP	G / D	6525	Aucun	
OH16bis - Radier Ø1000	BrasCo te640	G / D	6515 RJP*	Aucun	

DDE DE LA REUNION /SEEC
 ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
 ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Dénomination	Cours d'eau**	Rive	PK (m) aval – amont	Protection des berges	
				Linéaire protégé	Type (naturelle / perré...)
OH17 - Radier du Haut de Jean Petit	RJP	G / D	7595	Aucun	
Equipements et Réseaux Divers					
<u>EDF</u>					
HT souterrain - Traverse la ravine OH1	RJP	G / D	0	Tout	Canal (cf. § 4.3)
HT souterrain - Traverse la ravine OH1	RJP	G / D	0	Tout	Canal (cf. § 4.3)
BT aérien - Longe la ravine	RJP	D	150	Tout	Canal (cf. § 4.3)
BT aérien - Longe la ravine	RJP	G	300	Tout	Canal (cf. § 4.3)
HT souterrain - Traverse la ravine	RJP	G / D	330	Tout	Canal (cf. § 4.3)
BT souterrain - Traverse la ravine	RJP	G / D	330	Tout	Canal (cf. § 4.3)
BT souterrain - Traverse la ravine	RJP	G / D	330	Tout	Canal (cf. § 4.3)
BT souterrain - branche terminale	RJP	D	420	Tout	Canal (cf. § 4.3)
BT aérien - Traverse la ravine OH6	RJP	G / D	480	Tout	Canal (cf. § 4.3)
HT souterrain - Traverse la ravine OH8	RJP	G / D	930	Aucun	
HT souterrain - Traverse la ravine OH8	RJP	G / D	930	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine OH9	RJP	G / D	1360	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine OH9	RJP	G / D	1360	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine	RJP	G / D	1650	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine OH10	RJP	G / D	2170	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine	RJP	G / D	3040	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine	RJP	G / D	3670	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine	RJP	G / D	4480	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine	RJP	G / D	4730	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine OH13	RJP	G / D	4760	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine en deux PK (4.88 et 5.08)	RJP	G / D	4880	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine	RJP	G / D	5050	Aucun	

DDE DE LA REUNION /SEECL
 ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
 ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Dénomination	Cours d'eau**	Rive	PK (m) aval – amont	Protection des berges	
				Linéaire protégé	Type (naturelle / perré...)
BT aérien - Traverse la ravine OH14	RJP	G / D	5430	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine	RJP	G / D	5510	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine	RJP	G / D	5700	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine	RJP	G / D	5950	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine OH15	RJP	G / D	6040	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine OH16	RJP	G / D	6520	Aucun	
BT aérien - Traverse et longe la ravine	RJP	G / D	6770	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine	RJP	G / D	7150	Aucun	
BT aérien - Traverse la ravine OH17	RJP	G / D	7590	Aucun	
BT aérien - traverse et/ou longe RJP en 2PK (7.67 7.71)	RJP	D	7670	Aucun	
BT souterrain - Traverse la ravine	RJP	G / D	330	Tout	Canal (cf. § 4.3)
BT souterrain - Traverse la ravine OH1	RJP	G / D	170	Tout	
BT souterrain - Traverse la ravine OH2	RJP	G / D	120	Tout	
Poste HT / BT	RJP	D	0	Tout	
Poste HT / BT	RJP	G	350	Tout	
Poste HT / BT	RJP	D	650	Tout	
Poste HT / BT	RJP	G	800	Tout	
Poste HT / BT	RJP	D	950	Aucun	
Poste HT / BT	RJP	G	3020	Aucun	
Poste HT / BT	RJP	D	4750	Aucun	
Poste HT / BT	RJP	D	7400	Aucun	
<u>France Telecom</u>					
FT aérien - Traverse la ravine OH1	RJP	G / D	0	Tout	Canal (cf. § 4.3)
FT aérien - Traverse la ravine amont OH1	RJP	G / D	10	Tout	Canal (cf. § 4.3)
FT souterrain - Traverse la ravine OH5	RJP	G / D	330	Tout	Canal (cf. § 4.3)

DDE DE LA REUNION /SEECLE
 ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
 ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Dénomination	Cours d'eau**	Rive	PK (m) aval – amont	Protection des berges	
				Linéaire protégé	Type (naturelle / perré...)
FT souterrain - Traverse la ravine OH8	RJP	G / D	930	Aucun	
FT aérien - Traverse la ravine OH15	RJP	G / D	6040	Aucun	
FT aérien - Traverse la ravine OH13	RJP	G / D	4760	Aucun	
FT aérien - Traverse la ravine OH10bis	RJP	G / D	2650	Aucun	
FT aérien - Traverse la ravine amont OH1	RJP	G / D	10	Tout	Canal (cf. § 4.3)
<u>AEP</u>					
AEP distribution - Fonte 100 traverse la ravine OH1	RJP	G / D	0	Tout	Canal (cf. § 4.3)
AEP distribution - PVC 50 traverse la ravine	RJP	G / D	30	Tout	Canal (cf. § 4.3)
AEP distribution - PVC 110 longe la ravine	RJP	D	330	Tout	Canal (cf. § 4.3)
AEP distribution - Fonte 125 traverse la ravine	RJP	G / D	330	Tout	Canal (cf. § 4.3)
AEP distribution - PVC 125 traverse la ravine	RJP	G / D	930	Aucun	
AEP distribution - Fonte 125 traverse la ravine OH9	RJP	G / D	1360	Aucun	
AEP distribution - PVC 40 branche terminale	RJP	G	1680	Aucun	
AEP distribution - PVC 160 traverse la ravine OH10	RJP	G / D	2170	Aucun	
AEP distribution - Fonte 150 traverse la ravine OH10bis	RJP	G / D	2650	Aucun	
AEP distribution - PEHD 110 traverse la ravine OH11	RJP	G / D	3350	Aucun	
AEP distribution - PVC 50 traverse la ravine	RJP	G / D	4320	Aucun	
AEP distribution - PVC 63 traverse la ravine OH13	RJP	G / D	4760	Aucun	
AEP distribution - PEHD 63 traverse la ravine OH14	RJP	G / D	5450	Aucun	
AEP distribution - PVC 63 traverse la ravine	RJP	G / D	5710	Aucun	
AEP distribution - PVC 90 traverse la ravine OH15	RJP	G / D	6040	Aucun	
AEP distribution - PVC 40 traverse la ravine OH16	RJP	G / D	6520	Aucun	
AEP ref / distri - PVC 63 traverse la ravine OH17	RJP	G / D	7590	Aucun	
<u>Assainissement</u>					
EU collectif - Traverse la ravine amont OH1	RJP	G / D	0	Aucun	Aucun

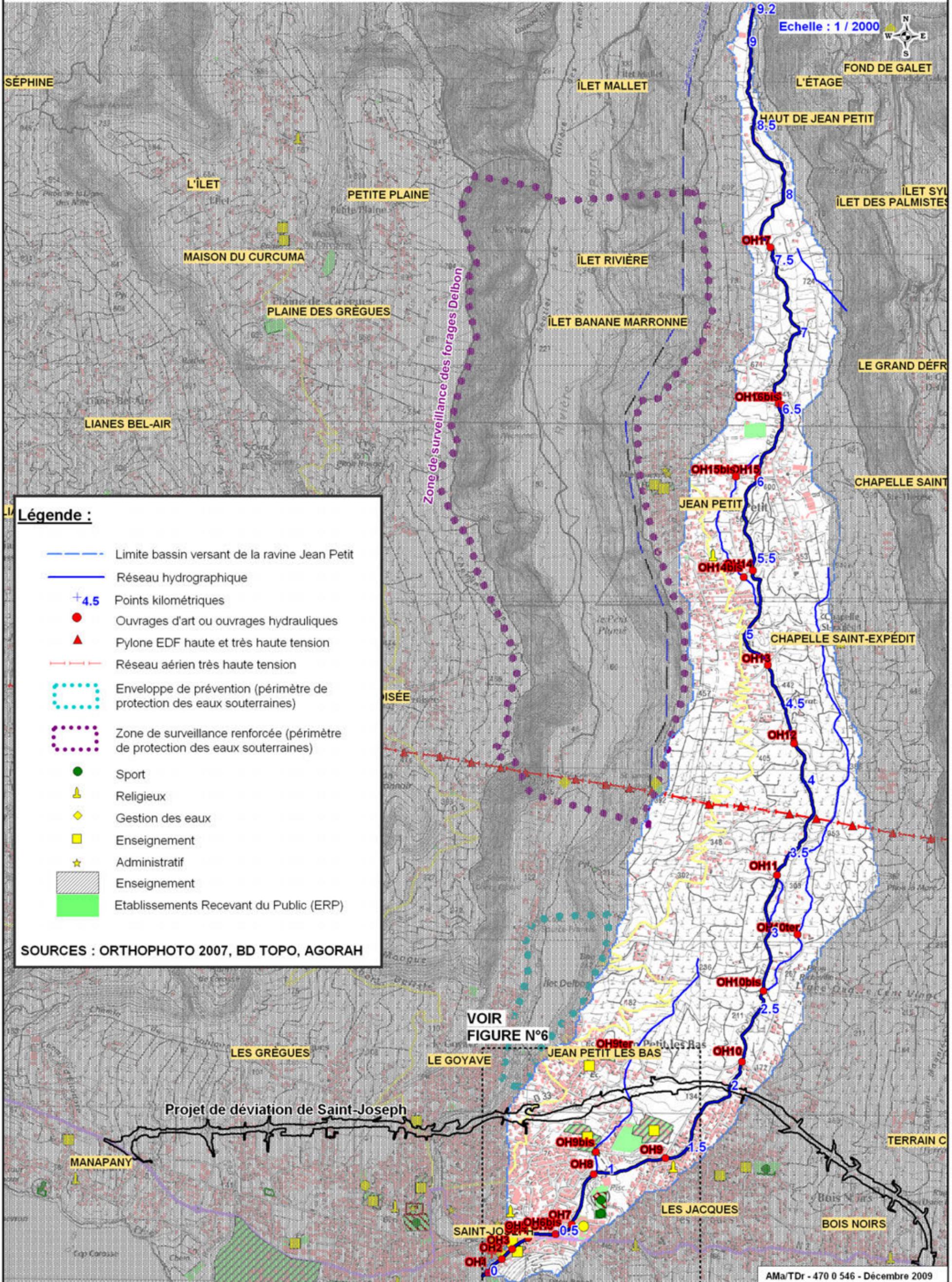
DDE DE LA REUNION /SEECLE
 ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
 ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

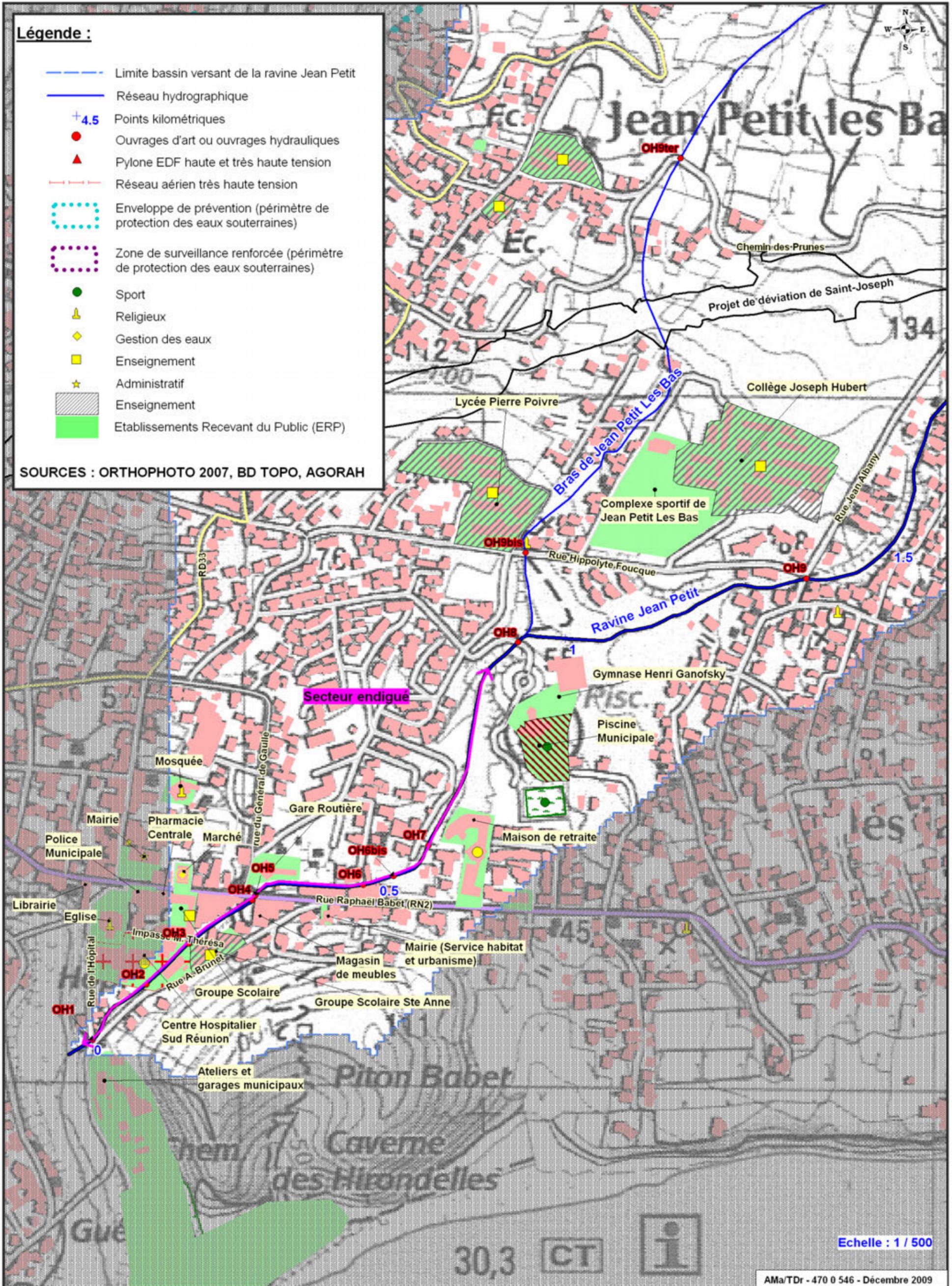
Dénomination	Cours d'eau**	Rive	PK (m) aval – amont	Protection des berges	
				Linéaire protégé	Type (naturelle / perré...)
EU collectif - Traverse la ravine OH5	RJP	G / D	330	Aucun	Aucun

[\(11\)](#) *Habitations situées directement en bordure de berges ou dans le lit*

** PK correspondant à la même altitude sur le talweg principal de la Ravine Jean Petit (RJP)*

*** RJP : Ravine Jean Petit ; Bras JP : Bras de Jean Petit ; Bras JPBas : Bras de Jean-Petit Les Bas ; BSt Ex : Bras de Saint Expedit ; BrasCote640 : Bras de la cote 640 (Bras OH11).*





4.3. ETAT DES LIEUX DES PROTECTIONS CONTRE LES CRUES

La figure n°8 ci-après localise et détaille les protections existantes et leur état le long du talweg principal de la Ravine Jean Petit.

Ces protections sont essentiellement présentes dans le centre-ville du PK 0,87 (en aval du radier de la piscine, OH 8) au PK 0 (pont de la rue de l'hôpital) : l'ensemble du lit a en effet été chenalisé et endigué. L'entonnement de l'endiguement est réalisé par un seuil en béton de 6 m de hauteur environ.

Il marque la limite amont de 880 ml de cours d'eau entièrement chenalisé et endigué en rives droite et gauche. Le type d'endiguement est relativement hétérogène, conséquence de travaux en plusieurs étapes.

↳ Du seuil d'entonnement (PK 0,87) à la passerelle OH6 bis :

- Le lit est constitué de seuils successifs et le fond est protégé par des enrochements liaisonnés au béton. Toutefois cette protection de fond est aujourd'hui très endommagée (incisions, béton désagrégé). Ceci est la conséquence de la tempête JADE d'avril 2009 mais très probablement aussi de crues précédentes successives.



Photo n°24 – ENDIGUEMENT DE LA RAVINE JEAN PETIT EN AMONT DE LA MAISON DE RETRAITE –
PK 0,65 ENVIRON – INCISION DE SEUILS

- Sur ce même secteur, les murs de protection essentiellement maçonnés (murs "péi") sont très fortement affouillés sur tout le linéaire protégé créant de forts risques de déstabilisation voire de ruine à court terme.



Photo n°25 – MUR AFFOUILLE AU DROIT DE LA MAISON DE RETRAITE – PK 0,65

- ↪ De la passerelle OH6 bis à la passerelle OH6, le fond du lit est sur le substratum rocheux basaltique (série de la Plaine des Cafres de la figure n°3 page 34) sur environ 80 ml en aval du coude de la maison de retraite.



Photo n°26 – SUBSTRATUM ROCHEUX ENTRE LES PASSERELLES OH 6BIS ET OH 6

Les murs d'endiguement sont encore de type "mur péi" mais leur fondation sur le socle rocheux a permis de limiter les affouillements.

- ↪ De la passerelle OH 6 jusque 60 ml environ en aval du pont de la RN2, le fond du lit est entièrement bétonné. La limite amont est ancrée dans le socle basaltique.

Des seuils en béton (marches de faible hauteur) ont été réalisés en amont de la gare routière.



Photo n°27 – FOND BETONNE AVEC SEUILS EN AVAL DE LA PASSERELLE OH 6

En amont, en aval et sous le pont de la RN2, le fond du lit présente un surcreusement probablement réalisé lors des travaux de 1997-1998.



Photo n°28 – FOND DU LIT EN AVAL DE LA PASSERELLE OH 4

Sur ce secteur les murs rives droite et gauche sont ancrés sur les banquettes et ne présentent pas d'affouillements particuliers.

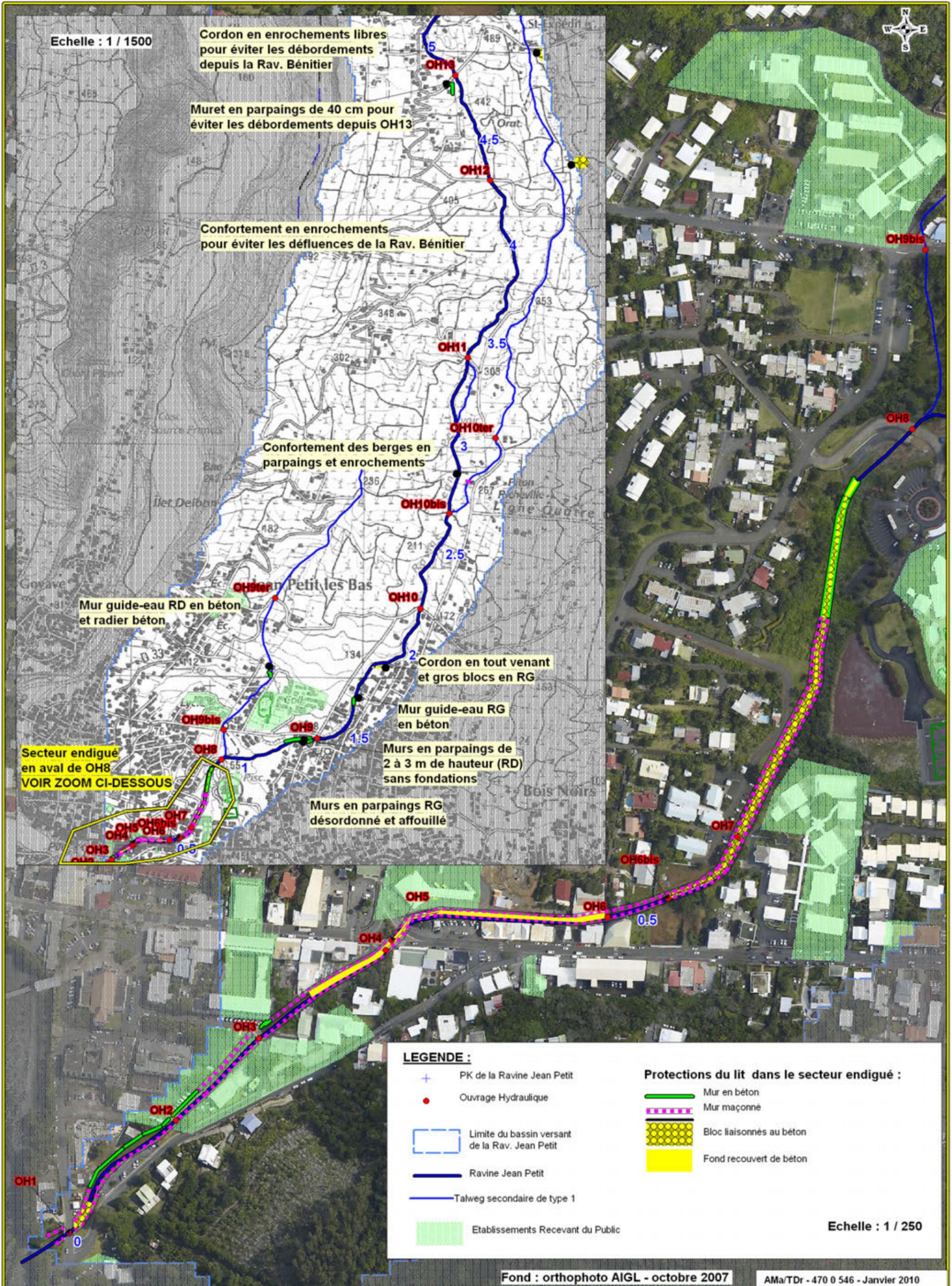
Ce secteur a été entièrement curé en avril – mai 2009.

↳ **De 60 ml en aval du pont de la RN2 jusqu'à l'exutoire, le fond du lit n'est plus protégé excepté en amont du pont de la rue de l'Hôpital (entonnement en enrochements liaisonnés au béton).**

Quelques protections ponctuelles existent plus en amont pour protéger des terrains et/ou des habitations. Ce sont soit des murs en béton non fondés ou des murs en parpaings, soit des blocs d'enrochement de diamètre important disposés en vac. Ils sont indiqués sur la figure n°8 page 59

Ces protections ont vraisemblablement toutes été mises en place par les riverains sans réel respect des règles géotechniques.

Figure 08 - Protections existantes le long de la Ravine Jean Petit



4.4. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Ce chapitre est détaillé dans le rapport de phase 2 du Plan de Gestion des Risques Inondation de la Rivière des Remparts (cf. réf. /1/ du tableau n°2). Il n'est donc pas repris dans cette étude.

Notons toutefois pour chacun des points détaillés dans le PGRI Remparts les remarques complémentaires suivantes spécifiques à la Ravine Jean Petit :

- ↪ Schéma d'Aménagement Régional et SMVM : néant ;
- ↪ SDAGE : néant ;
- ↪ Sage Sud : néant ;
- ↪ Plan de Prévention du Risque inondation et mouvement de terrain :
 - Aucun des talwegs secondaires (type 1 et 2) n'est identifié en zone d'aléa fort dans les cartographies.
- ↪ POS : les cartes n'ont pas pu être récupérées auprès de la mairie à ce jour.
- ↪ Autres portés à connaissance :
 - Les ZNIEFFS : Le bassin versant de la Ravine Jean Petit inclut une ZNIEFF de type 1 et une ZNIEFF de type 2, toutes deux situées sur le Piton Babet, en bordure de limite sud ;
 - Arrêté ministériel du 26 décembre 2006 relatif à l'identification et à la gestion du DPF de l'état de La Réunion : La Ravine Jean Petit n'est pas à ce jour identifiée comme cours d'eau dans cet arrêté et ne fait donc pas partie, à ce jour, du DPF de l'Etat. Sa gestion revient donc réglementairement aux riverains. Toutefois, dans les faits, les aléas forts reliés à cette ravine impliquent une gestion partagée entre la commune de Saint-Joseph et la DDE de la Réunion.

Il pourrait être opportun d'ajouter la Ravine Jean Petit et ses affluents principaux (talwegs secondaires de type 1) à la liste des cours d'eau inclus dans le DPF de l'Etat. Cette liste initiale établie sur la base de certains critères précis peut en effet être complétée pour des cas type celui de la Ravine Jean Petit.

- Les servitudes forestière s'applique sur les berges de la Ravine Jean Petit et de ses affluents principaux (type 1) ;
- La servitude hydraulique ne s'applique réglementairement à La Réunion que pour des cours d'eau inclus dans le DPF. Le bon sens de cette servitude (bande de non constructibilité) vient renforcer l'intérêt de classer la Ravine Jean Petit à terme dans le DPF de l'Etat.

5. HYDROLOGIE DU BASSIN VERSANT DE LA RAVINE JEAN -PETIT

5.1. LES APPROCHES PRECEDENTES

5.1.1. PREMIERE ESTIMATION DES DEBITS DE CRUE CARACTERISTIQUES REALISEES DANS L'ETUDE HYDRAULIQUE DE LA RAVINE JEAN PETIT (OCT. 1987)

(cf. réf. /10/, tableau n°2)

L'estimation la plus ancienne des débits de crue de la Ravine Jean Petit date d'octobre 1987. Les études hydrauliques avaient été lancées suite aux fortes inondations du 1^{er} mai 1987.

Les débits de cette étude ont été établis par la méthode rationnelle dont la formule est la suivante :

$$Q(m^3/s) = \frac{C.Itc.A}{3,6}$$

↳ Avec

- C, coefficient de ruissellement ;
- Itc intensité pluviométrique pendant le temps de concentration du bassin versant en mm/h ;
- A, superficie du bassin versant en km² ;

Le coefficient de ruissellement a été fixé à 0,7 (crue décennale) et 0,8 (crue cinquantennale et centennale).

Les données pluviométriques sont basées sur les pluviomètres assez éloignés du bassin versant de Bois de Nèfles, Plaine des Cafres, Ligne Paradis et Saint-Philippe pour les courbes intensité – durée – fréquence. La pluviométrie journalière d'un temps de retour donné est évaluée aux 5 postes suivants avec des données sur 11 à 25 ans.

*Tableau n°6 – POSTES ETUDIÉS DANS L'ÉTUDE HYDRAULIQUE
 DE LA RAVINE JEAN-PETIT (CF. /10/, TABLEAU N°2)*

Poste	Altitude	Période	Durée
Saint-Joseph	10	1961 – 1985	25
Grand Galet	420	1968 – 1980	13
Lianes	470	1969 – 1979	11
Les Grègues	600	1969 – 1982	14
La Crête	605	1969 - 1985	17

Le temps de concentration a été calculé avec diverses formules (Kirpich- Giandotti et Passini) et c'est la valeur moyenne qui a été retenue.

Cette valeur est plus pénalisante (durée plus courte) que celle obtenue avec la formule du rectangle équivalent. Le temps de concentration retenu pour la Ravine Jean Petit est de 66 minutes.

Les débits de pointe sont fournis pour différents sous-bassins versants notamment :

Tableau n°7 – DÉBITS DE POINTE DES SOUS-BASSINS VERSANTS

Bassin	S (km ²)	Tc moyen (mn)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)
Jean Petit à l'exutoire	6,38	66	77	120	136
Jean Petit en amont de la cote 740	0,79	25	24	38	46
Jean Petit en amont de la cote 500	2,19	40	49	79	104

5.1.2. MISE A JOUR DES DÉBITS DE CRUE CARACTÉRISTIQUES RÉALISÉ DANS LE STPC DE LA RAVINE JEAN PETIT (DEC 1989)

Pour prendre en compte les pluies et les crues liées au cyclone Firinga (1989), une actualisation des débits de la Ravine Jean Petit a été réalisée dans le Schéma Technique de Protection contre les Crues de la Ravine Jean Petit avec la même méthodologie que dans l'étude hydraulique de 1987.

Les débits sont fournis pour différents sous bassins versants.

On retiendra :

Tableau n°8 – DEBITS DE POINTE DE CRUES DU STPC DE LA RAVINE JEAN PETIT

Bassin	S (km ²)	Tc (mn)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)
Jean Petit amont de la cote 500	2,1	39	38	74
Jean Petit cote 50 NGR	5,75	68	53	104
Jean Petit exutoire	6,52	71	56	109

On observera que les débits de crue caractéristiques sont plus faibles que dans l'estimation précédente.

5.1.3. ESTIMATION DES DEBITS DES CRUES DU 1^{ER} MAI 1987 ET DE FIRINGA (1989).

Les 2 études précédentes présentent également une estimation des débits de crue importantes récentes :

↪ La crue du 1^{er} mai 1987 :

- Est estimée à 60 m³/s par des laisses de crue au "radier du lycée" (OH 9, OH 8 et OH9bis), ainsi que 250 m environ en amont de la RN2 ;
- Des débordements ont été observés en rive droite au pont de la RN2. Ils ont été estimés à 15 m³/s environ. Un débit de 40-50 m³/s aurait ainsi transité dans le tronçon en aval du pont de la RN2 ;
- Le temps de retour de cette crue est estimé à 7 à 8 ans avec les valeurs du STPC de la Ravine Jean Petit ;
- Nous verrons cependant par la modélisation pluies-débit réalisée dans cette étude au § 5.3 que **cette estimation pose problème** au regard des pluies observées (période de retour bien inférieure ou égale à 2 ans).

↪ La crue du cyclone Firinga (janvier 1989) :

- Est estimée à 70 m³/s au radier Hippolyte Foucque d'après des laisses de crue (STPC) ;
- Est estimée à 65 m³/s en amont du pont de la RN2 : l'eau a presque atteint la cote d'arase des murs latéraux (après les travaux de 1987 – 1988) ;
- Aucun débordement n'a été observé dans la rue du Commandant Mahé mais seulement au niveau du dalot aval (OH9bis) ;
- Le temps de retour de cette crue est estimé à 30 ans.

5.1.4. APPROCHE REALISEE DANS LE STPC DE LA RIVIERE DES REMPARTS (1992)

La méthode utilisée est la méthode rationnelle mentionnée dans le § 5.1.1.

Le coefficient de ruissellement a été fixé à 0,6 (crue décennale), 0,75 (crue cinquantennale) et 0,8 (crue centennale).

Les données pluviométriques sont basées sur celles du pluviographe de Saint-Pierre (28 années traitées) corrigées en fonction de l'altitude médiane du bassin versant de la Rivière des Remparts. Le temps de concentration du bassin versant est évalué à l'aide de diverses formules et est compris entre 2,2 et 3,8 heures.

Les débits retenus sont une moyenne des résultats fournis par les différentes évaluations des temps de concentration. Ils sont rappelés dans le tableau suivant. Seuls les débits de la Rivière des Remparts en amont et en aval de la confluence avec la Ravine Jean Petit sont fournis.

Tableau n°9 – DEBITS DE POINTE DE CRUE RETENUS EN 1992 (STPC)

	Rivière des Remparts à l'amont de la confluence avec la Ravine Jean Petit			Rivière des Remparts à l'aval de la confluence avec la Ravine Jean Petit		
Période de retour	10 ans	30 ans	100 ans	10 ans	30 ans	100 ans
Débit (m ³ /s)	720	980	1 300	760	1 040	1 360

A titre de comparaison, la période de retour de l'événement Firinga dans la Rivière des Remparts en 1989 était estimée de l'ordre de 100 ans.

5.2. NOUVELLE APPROCHE BASEE SUR CELLE DU PGRI DE LA RIVIERE DES REMPARTS

(cf. réf. /1/ tableau n°2)

5.2.1. RAPPEL DE LA METHODOLOGIE

L'étude hydrologique détaillée dans le Plan de Gestion des Risques d'Inondation de la Rivière des Remparts répond à l'objectif d'estimation des débits de pointe de la Rivière des Remparts en différents points du bassin versant pour des périodes de retour de 2 à 200 ans.

Elle est basée sur une approche pragmatique visant à prendre en compte toute l'information disponible sur les pluies, et cherche à bien comprendre les mécanismes de la genèse des crues.

ETUDE HYDROLOGIQUE PAR ANALYSE REGIONALE

A l'instar de beaucoup d'autres bassins versants de l'île, ceux concernés par le secteur d'étude ne disposent pas de données exhaustives sur les crues. La démarche envisagée est d'utiliser la méthode SPEED (Système Probabiliste d'Etude par Evénements Discrets), développée par SOGREAH. Cette méthode est fondée d'une part sur une analyse

particulière et régionale des pluies, et d'autre part, sur la relation mise en évidence par SOGREAH entre pluie et débit de crue. Sa mise en œuvre s'appuiera sur le recueil et l'exploitation des données existantes (pluies et débits).

La mise en œuvre de la méthode SPEED nous paraît pertinente dans la mesure où elle permet une actualisation des débits de crue, ce qui n'a pas été réellement réalisé depuis une dizaine d'années. Ce travail permet de prendre en compte des données récentes, pluviométriques et débitométriques, et étend ainsi la période totale d'analyse.

Cette méthode a déjà été appliquée par SOGREAH sur le bassin versant de l'Etang Saint-Paul et sur celui de la Ravine Blanche (Saint-Pierre – le Tampon).

Compte tenu de l'absence de données débitométriques mesurés sur la Rivière des Remparts (seules existent des estimations très récentes ou événementielles), la méthode sera tout d'abord appliquée au bassin versant limitrophe de la Rivière Langevin, puis transposée à celui de la Rivière des Remparts en se calant sur ces estimations ponctuelles.

↪ **La méthode SPEED**

La méthode SPEED (Système Probabiliste d'Etude par Evénements Discrets), développée par SOGREAH, est fondée d'une part sur une analyse particulière et régionale des pluies et, d'autre part, sur la relation mise en évidence par SOGREAH entre pluie et débit de crue.

SPEED est un système probabiliste mis au point à partir de la théorie du Processus de Poisson et de la théorie de l'échantillonnage.

L'analyse régionale des pluies journalières

La théorie adoptée est le processus de Poisson. Il est considéré que la pluie (comme d'autres événements météorologiques accidentels - coups de vent, cyclones, orages etc.) satisfait aux axiomes de base de cette théorie.

Ceci implique en particulier que les maximums annuels (ou saisonniers) de la pluie journalière (P_j) suivent une loi de Gumbel. Cet ajustement des pluies observées sur graphique de Gumbel se traduit par une droite définie par :

- Y_0 , qui est le pivot de la distribution, c'est à dire la valeur de la variable de Gumbel pour laquelle la droite de Gumbel coupe l'axe $P_j = 0$.

Il est démontré que $n=e-Y_0$ est le nombre d'événements indépendants d'où sont tirés les maximums annuels. Ce nombre n est proportionnel au nombre de perturbations météorologiques et on peut s'attendre à son invariance dans une région géographique, donc à l'invariance de Y_0 , pour des phénomènes de même origine.

- La moyenne P_{Jm} , qui est plus caractéristique du régime de pluie dont dépend le secteur.

Elle peut varier spatialement au contraire du paramètre Y_0 (pour une même famille d'événement), cette variation étant liée à des raisons géographiques. On démontre mathématiquement que la moyenne est associée à une variable de Gumbel de 0.5772 (variable d'Euler) soit une période de retour de 2,3 ans.

C'est cette moyenne PJm et le pivot Y0 qui sont utilisés pour caractériser les pluies sur le secteur d'étude. Dans l'étude qui suit nous considérerons la pluie de période de retour 2 ans (PJ2) très proche de la moyenne (période de retour 2,3 ans).

Le Gradex est la pente de la droite de Gumbel utilisée pour évaluer les débits de crues rares.

L'intérêt de régionaliser l'étude réside en premier lieu dans la détermination du pivot ce qui permet de réduire l'incertitude sur les ajustements statistiques. Mais la régionalisation a permis, au fil des applications de la méthode, de mettre en évidence des phénomènes particuliers liés à la géographie du secteur d'étude et révélant des "cassures" dans les droites d'ajustement de Gumbel.

Plusieurs phénomènes peuvent apparaître sur certains bassins conduisant à une augmentation de la valeur des pluies rares et donc à celles des débits rares ce qui explique les phénomènes catastrophiques de Nîmes, Vaison la Romaine etc...

La relation Pluie-Débit

Les recherches théoriques ont montré que la formulation suivante est compatible avec les théories de l'hydrogramme unitaire et du Gradex, en tenant compte de précipitations réparties en intensité-durée-fréquence par une loi classique de Montana :

$$Q_T = \frac{S^{0,75}}{12} (P_T - P_0) \quad \text{si } T > T_0$$

$$Q_T = \frac{S^{0,75}}{12} (C_0 P_T) \quad \text{si } T < T_0$$

➤ avec

- ✓ QT = débit de pointe de crue de période de retour T (années),
- ✓ PT = précipitation journalière ponctuelle de même période T,
- ✓ S = superficie du bassin versant, en km²,
- ✓ P0 = seuil probabiliste de ruissellement, en mm,
- ✓ Co = coefficient de proportionnalité des faibles crues aux pluies.

La théorie s'ajuste aussi à la pratique pour inciter à choisir la loi de Gumbel comme loi universelle d'ajustement des maxima annuels de crues et de précipitations journalières.

Ces formules sont utilisables dans le sens direct : calcul probabiliste des crues caractéristiques connaissant P0 ou Co et les pluies.

Elles sont surtout très utiles pour visualiser la relation probabiliste pluie-crue à partir des séries de mesures concomitantes sur une rivière : on peut ainsi à la fois valider le modèle et calculer la valeur régionale des paramètres P0, T0 et Co.

Quand on dispose de données concomitantes de pluies journalières sur le bassin et de débits de pointe de crue à l'exutoire, on compare graphiquement les quantités P et 12.Q/S^{0,75} : on trouve systématiquement (dès que T dépasse une certaine valeur T0) une droite des crues parallèle à celle des pluies (ce qui justifie le coefficient 1/12) et décalée de P0. Cette relation probabiliste permet de déterminer P0 bassin par bassin.

On a vérifié expérimentalement que cette formule est valable pour des bassins versants tout petits (à condition qu'ils soient "naturels") et jusqu'à des bassins de 500 à 1000 km², voire plus (comme pour la méthode du Gradex).

Il faut remarquer que, dans cette formule, PT est la pluie journalière afférente à un pluviomètre particulier, dit pluviomètre caractéristique du bassin.

Enfin, pour $T < T_0$, on effectue l'ajustement direct à partir des observations (après correction des erreurs d'échantillonnage). En effet, pour ces épisodes de période de retour relativement faible, une partie de la pluie tombée sert à remplir la nappe et les flaques de surface (théorie des "aires contributives").

On voit que l'on obtient une formulation probabiliste du débit de pointe QT en fonction de la superficie qui :

- Est très proche de l'ancienne formulation SOGREAH ($Q = A.S^\alpha$ avec α compris entre 0,75 et 0,8) ;
- Fait intervenir directement la pluie journalière PT (données beaucoup plus disponible sur le secteur d'étude que la pluie à faible pas de temps) ;
- Est compatible avec les deux théories les plus vraisemblables en hydrologie, Gradex et hydrogramme unitaire.

LE DEROULEMENT DE L'ETUDE HYDROLOGIQUE

L'enchaînement des tâches est le suivant :

↪ **Analyse régionale des pluies**

L'analyse régionale des pluies est réalisée sur la base des pluies journalières maximales annuelles, avec mise en évidence du pivot (constant sur la région) et de la pente (variation en fonction de l'altitude) et des cassures (pouvant ressortir de deux populations très distinctes de pluies : pluies convectives et pluies cycloniques ou de phénomènes orographiques particuliers).

↪ **Analyse des données débitométriques existantes et détermination de la loi pluie débit**

Ce travail est mené en deux étapes :

- Analyse des crues enregistrées à la Passerelle sur la Rivière Langevin (station OLE 46050, 20 ans de données), détermination des paramètres de la loi pluie-débit proposée par SPEED ;
- Extrapolation à l'ensemble de la zone d'étude.

Le P0 est une constante sur un bassin homogène (en caractéristique géologique). Il sera vérifiés que les échantillons de débits mettent en évidence une saturation du bassin pour les crues les plus fortes.

Ce paramètre P0 sera évalué à partir de la pluviométrie journalière représentative des bassins drainés au droit de la station hydrométrique.

Dans la suite de ce rapport, seuls les points importants et les résultats obtenus sont donnés. Les points méthodologiques figurent dans le PGRi de la Rivière des Remparts.

5.2.2. STATIONS PLUVIOMETRIQUES UTILISEES

Les stations pluviométriques analysées sont rappelées dans le tableau ci-dessous :

Tableau n°10 – LISTE DES STATIONS PLUVIOMETRIQUES TRAITÉES

	Code	Nom station	Altitude (m NGR)	Ouverture	Fermeture	Nombre d'années de référence
1	97412384	Saint-Joseph	17 m	01/04/1960	En fonctionnement	47
2	97412368	Vincendo	95 m	01/07/1968	En fonctionnement	40
3	97412360	Les Lianes – CIRAD	420 m	01/09/1968	En fonctionnement	40
4	97412340	Grand Galet	420 m	06/08/1953	En fonctionnement	55
5	97412336	Grand Coude	1 080 m	01/01/1978	En fonctionnement	31
6	97412302	Commerson	2 320 m	01/01/1968	En fonctionnement	32
7	97419380	Bellecombe	2 245 m	01/11/1966	En fonctionnement	42

5.2.3. PLUIES JOURNALIERES CARACTERISTIQUES

Les pluies journalières caractéristiques des stations pluviométriques analysées dans le PGRi de la Rivière des Remparts sont rappelées ci-dessous.

Nous constatons donc que l'on ne peut pas définir une seule valeur de pluie journalière de période de retour donnée pour l'ensemble du bassin. L'altitude joue un rôle déterminant dans la répartition des pluies.

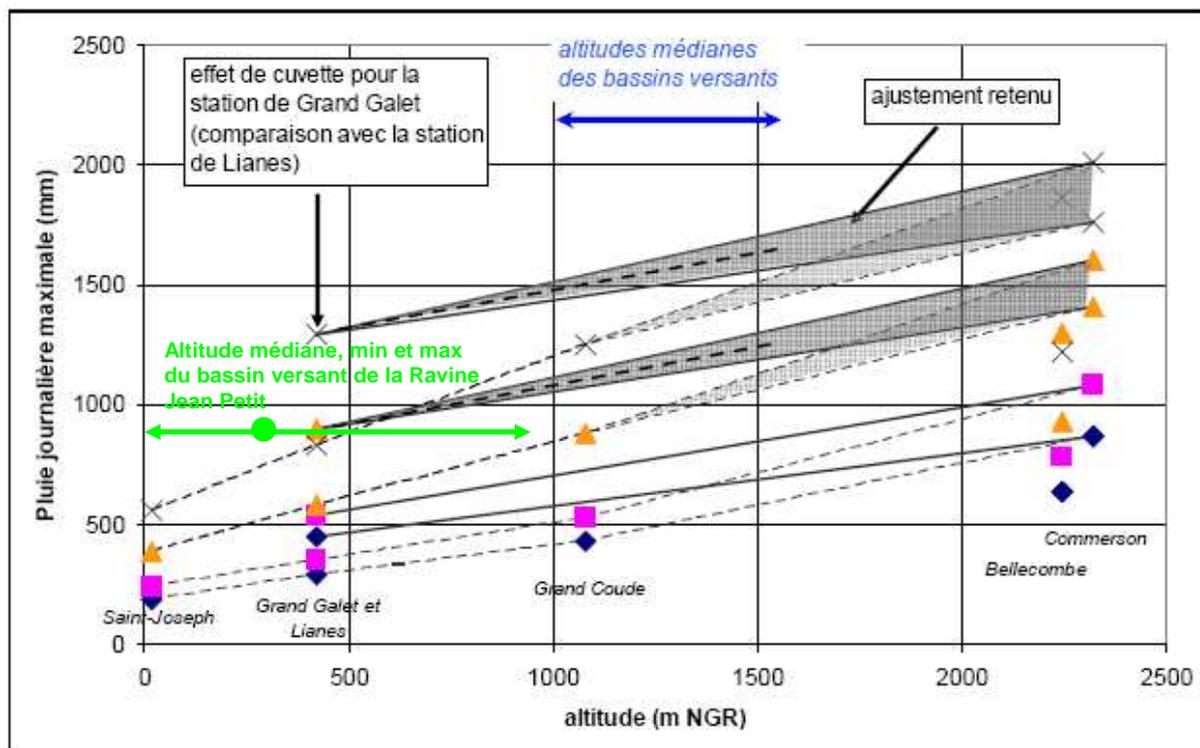
Tableau n°11 – ESTIMATIONS DES PLUIES JOURNALIERES CARACTERISTIQUES (MM)

Site exploité	Altitude	P _{j2}	P _{j5}	P _{j10}	P _{j30}	P _{j100}	P _{j200}	Commentaires
Saint-Joseph	17 m NGR	132	194	236	394	563	660	Accroissement des pluies journalières caractéristiques, sauf au niveau de Grand Coude
Grand Galet	420 m NGR	301	445	541	903	1 291	1 513	
Lianes	420 m NGR	193	285	346	578	827	969	
Grand Coude	1 080 m NGR	292	432	525	876	1 253	1 468	
Bellecombe	2 245 m NGR	448	662	804	1 342	1 919	2 249	
Commerson	2 320 m NGR	392	579	703	1 174	1 679	1 968	

La relation pluies journalières caractéristiques / altitude est présentée sur la figure n°9, ci-après.

Le graphe ci-après, présente la relation des pluies journalières avec l'altitude en la mettant en relation avec l'altitude médiane du bassin versant de la Ravine Jean Petit.

Figure n°9 – RELATION PLUIES JOURNALIERES AVEC L'ALTITUDE MEDIANE DES BASSINS VERSANTS DE LA RIVIERE DES REMPARTS ET DE CELUI DE LA RAVINE JEAN PETIT



Le PGRi de la Rivière des Remparts adopte une relation pluies journalière – altitude adaptée à l'altitude médiane des bassins versants supérieure en grande majorité à 500 m NGR.

La relation retenue est basée sur les pluviomètres de Grand Galet (altitude 420 m NGR) qui prend en compte l'effet de cuvette (pour une altitude donnée, la pluie est plus importante dans un cirque ou une cuvette qu'en haut d'un rempart) et ceux de Commerson et Bellecombe (2 320 à 2 245 m NGR).

Or, le bassin versant de la Ravine Jean Petit s'étend entre 20 et 892 m NGR. L'altitude médiane du bassin global est de 341 m NGR.

Afin d'être en cohérence à la fois avec les relations retenues dans le PGRi de la Rivière des Remparts et avec les altitudes du bassin versant de la Ravine Jean Petit, les relations du PGRi de la Rivière des Remparts ont été retenues pour la partie amont du bassin versant située au-dessus de 500 m NGR (sous-bassin de S = 1,27 km², altitude médiane : 626 m NGR). Pour la partie du bassin versant située en dessous de 500 m NGR, la relation adoptée est celle qui relie les valeurs de la station des Lianes située à 420 m NGR en haut du rempart et celle de la station de Saint-Joseph (17 m NGR).

Les pluies caractéristiques journalières retenues pour le bassin versant de la Ravine Jean Petit sont ainsi les suivantes :

*Tableau n°12 – PLUIES JOURNALIERES CARACTERISTIQUES RETENUES
 POUR LE BASSIN VERSANT DE LA RAVINE JEAN PETIT*

Période de retour	Sur bassin versant amont cote 500 (mm)	Sur bassin versant aval cote 500 (mm)	Sur bassin versant global (mm)
Pj 200	1 593	858	1 225
Pj 100	1 359	732	1 045
Pj 50	1 127	606	866
Pj 30	950	512	731
Pj 10	569	306	438
Pj 5	468	252	360
Pj 2	317	171	244

5.2.4. DEBITS CARACTERISTIQUES DE CRUE DE LA RAVINE JEAN PETIT

Les débits caractéristiques de crue de la Ravine Jean Petit à l'exutoire sont estimés selon la démarche adoptée dans le PGRi de la Rivière des Remparts :

- ↪ Calcul de la pluie journalière maximale à l'altitude médiane du bassin versant par la démarche du § 5.2.3 ;
- ↪ Calcul du débit réduit en fonction des relations entre pluies et débits réduits mis en évidence par l'analyse des débits de la Rivière Langevin et de la pluviométrie de ce bassin versant (cf. réf. /1/, tableau n2, rapport de phase 2) :

$$Q_{re} = 0,44 P_j - 82$$

- ↪ Prise en compte d'une possible saturation du bassin pour les périodes de retour au-delà de 50 ans ;
- ↪ Calcul du débit caractéristique avec la formule suivante :

$$Q = Q_{re} \frac{S^{0,75}}{12}$$

Les résultats sont portés dans le tableau suivant.

Les débits caractéristiques de chaque sous bassin du tableau ont été établis par cette même formule reliant débit caractéristique (le même sur tout le bassin), débit réduit et superficie.

DDE DE LA REUNION /SEECCL
ETUDE GENERALE (PGRi) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

*Tableau n°13 – DEBITS DE POINTE DE CRUE CARACTERISTIQUES
 RETENUS DE LA RAVINE JEAN PETIT*

		S (km2)	Z (m NGR)	Q ₂₀₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q ₃₀ (m ³ /s)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₅ (m ³ /s)	Q ₂ (m ³ /s)
A	Ravine Jean Petit en aval de la confluence avec le Bras de Jean Petit	1,07	652	55	46	37	30	15	11	5
B	Ravine Jean Petit en amont de la confluence avec le Bras Saint-Expédit	2,11	560	89	74	59	48	24	18	8
C	Ravine Jean Petit en aval de la confluence avec le Bras Saint-Expédit	2,71	517	106	88	70	57	29	21	9
D	Ravine Jean Petit en amont de la confluence avec le Bras de Jean Petit les Bas	3,65	427	101	83	66	53	24	17	6
E	Ravine Jean Petit en aval de la confluence avec le Bras de Jean Petit les Bas	5,01	382	128	105	84	67	31	21	7
F	Ravine Jean Petit en amont du pont de la RN2	5,45	360	136	112	89	71	33	23	8
G	Ravine Jean Petit à l'exutoire dans la Rivière des Remparts	5,74	341	141	117	92	74	34	24	8

5.3. MODELISATION PLUIE – DEBIT

Pour permettre de reconstituer le plus grand nombre d'hydrogrammes de crue (en fonction des données disponibles) de la Ravine Jean Petit, la modélisation pluie – débit des bassins versants de la Rivière des Remparts réalisée dans le cadre du PGRi Remparts a été reprise telle qu'elle.

Rappelons que la modélisation a été réalisée à l'aide du logiciel HEC-HMS (version 3.1.0.).

Les résultats issus de cette modélisation et spécifiques à la Ravine Jean Petit à l'exutoire sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Notons que les crues du 1^{er} mai 1987 et du 5 avril 2009 ont été simulées également en complément des crues déjà simulées dans le PGRi de la Rivière des Remparts.

DDE DE LA REUNION /SEECL
ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Tableau n°14 – BILAN DES CRUES MODELISEES AVEC LE LOGICIEL HEC-HMS

Événement	Date (date du pic de crue calculé)	Exutoire Ravine Jean Petit	
		Débit de pointe modélisé (m ³ /s)	Volume total écoulé (Mm ³)
DENISE	Janvier 1966	31,9*	0,5*
Fortes Pluies	24-31 janvier 1971 (27/01/71, 18 h 00)	3,8	0,35
HELGA	7-9 février 1971 (08/02/1971, 22 h 10)	14,8	0,72
DOLLY	6-8 février 1972 (07/02/1972, 15 h 10)	2,3	0,06
EUGENIE	12-14 février 1972 (13/02/1972, 06 h10)	18,6	0,83
CHARLOTTE	8-9 janvier 1973 (09/01/1973, 02h 10)	0,7	0,015
LYDIE	9-11 mars 1973 (10/03/1973, 09 h 10)	13,4	0,73
Fortes Pluies	2-3 février 1975 (03/02/1975, 03 h 10)	7,4	0,098
Fortes Pluies	6-8 février 1975 (07/02/1975, 06 h 10)	16,9	0,52
INES	15-16 mars 1975 (15/03/1975, 21 h 10)	12,9	0,37
FIFI	5-6 février 1977 (05/02/1977, 21 h 10)	4,5	0,11
HYACINTHE	24-26 janvier 1980 (25/01/1980, 08 h 10)	37,1	1,13
ERINESTA	7-8 février 1986 (07/02/1986, 21 h 00)	9,4	0,38
Fortes Pluies	1 ^{er} mai 1987	19,1	0,39
CLOTILDA	12-14 février 1987 (13/02/1987, 03 h 10)	31,9	0,5
FIRINGA	29-30 janvier 1989 (29/01/1989, 12 h 00)	53,1	1,9
COLINA	27 fév.-1 ^{er} mars 1993 (28/02/1993, 23 h 00)	54,1	1,6
HOLLANDA	10-12 février 1994 (11/02/1994, 09 h 10)	13,3	0,4
DAVINA	10-11 mars 1999 (10/03/1999, 09 h 10)	3,8	0,08
CONNIE	29-30 janvier 2000 (29/01/2000, 18 h 10)	29,6	0,88
DINA	22-23 janvier 2002 (22/01/2002, 19:50) (23/01/2002, 01 h 10)	18,1	0,64

DDE DE LA REUNION /SEECL
 ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
 ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Evénement	Date (date du pic de crue calculé)	Exutoire Ravine Jean Petit	
		Débit de pointe modélisé (m ³ /s)	Volume total écoulé (Mm ³)
DIWA	4-6 mars 2006 (05/03/2006, 21 h 10)	7,5	0,41
GAMEDE	24-28 février 2007 (26/02/2007, 09:40)	15,6	2,3
JADE	05-07 avril 2009 (06/04/2009, 05 h 40)	12,9	0,5

En comparant en termes fréquentiels, les débits de pointe simulés aux valeurs estimées par la méthode SPEED, on observe que les valeurs calculées à l'exutoire de la Ravine Jean Petit par la modélisation pluies – débits impliquent des débits caractéristiques de crue inférieurs de 10 % environ pour les crues de 20 à 50 ans, les valeurs étant similaires pour des crues plus courantes ou plus rares.

En ce qui concerne les événements pour lesquels des estimations ont été faites :

- ↪ **Crue du 1^{er} mai 1987** estimée à 60 m³/s à l'époque alors que l'on obtient par modélisation un débit de pointe beaucoup plus faible que 19 m³/s : l'analyse des données horaires et journalières de pluies (à Grand Coude, Grand Galet, Lianes, Commerson) n'est pas du tout cohérente avec des débits de 60 m³/s. Les pluies journalières observées présentent toutes une période de retour inférieure à 2 ans et les intensités de pluie sont bien inférieures à celles observées pour Firinga. De plus, les pluies des jours antérieurs à ces deux événements étaient très importantes de sorte que la modélisation a pris en compte un bassin déjà saturé (pas de pertes initiales). La valeur obtenue avec HEC-HMS représente donc un maximum que l'on pourrait obtenir avec les pluies enregistrées. Sans information précise sur la façon dont a été estimée la crue du 1^{er} mai 1987 (sous-estimation du transport solide ?), **nous retiendrons donc la valeur modélisée par HEC-HMS** ;
- ↪ **Crue de Firinga** estimée à 65 m³/s et modélisée à 53 m³/s. Ces débits sont tout à fait cohérents avec les pluies observées (de période de retour comprises entre 10 et 30 ans). Les variations peuvent être attribuées aux incertitudes du modèle HEC-HMS et au fait que le seul hyétogramme disponible pour cette crue est celui de Bellecombe, station relativement éloignée du bassin de Jean Petit ;
- ↪ **Crue de Jade** estimée par modélisation du même ordre de grandeur que la crue du 1^{er} mai 1987. En réalité les pluies journalières pour Jade ont été quasiment deux fois plus fortes que le 1^{er} mai 1987 (153 mm à la station des Lianes en 1987 contre 335 mm en 2009) avec des intensités maximales horaires comparables de l'ordre de 35 mm/h. Cependant, le bassin versant de Jean Petit n'était pas du tout saturé (peu de pluies les 5 jours précédents l'événement) en 2009 contrairement à l'événement de mai 1987. Ceci explique l'ordre de grandeur similaire malgré les écarts pluviométriques observés.

6. IDENTIFICATION DES ALEAS ET LOCALISATION DES ZONES A ENJEUX

Cf. Figure n°12 page 84 et Figure n°13 page 91.

6.1. IDENTIFICATION ET DETERMINATION DES DIFFERENTS ALEAS

Selon l'analyse hydrogéomorphologique de la Ravine Jean Petit, les aléas auxquels sont soumis les secteurs à enjeux sont :

- ↪ L'aléa érosion ;
- ↪ L'aléa inondation ;
- ↪ L'aléa transport solide (bien que lié à l'inondation).

Du fait des données disponibles peu importantes en termes de topographie du lit, le zonage de ces aléas est ici essentiellement basé sur des observations et des expertises de terrain.

Il est destiné à identifier les secteurs à risque sur le linéaire de la ravine sans pour autant donner de précision sur l'emprise du risque en retrait des berges.

6.1.1. L'ALEA EROSION

Dans la Ravine Jean Petit, les phénomènes érosifs peuvent être de plusieurs types :

- ↪ **L'érosion des berges du talweg principal et également de tous les talwegs secondaires en amont du secteur endigué (PK > 0,87) :**
 - Cette érosion est essentiellement hydraulique ;
 - Les berges souvent raides, peu végétalisées et constituées de matériaux meubles non cohésifs (sols terreux, alluvions / colluvions) sont facilement affouillables en cas de crue.



Photo n°29 – EROSION DE BERGE RIVE GAUCHE AU PK 1,850

- ↪ **L'affouillement des murs d'endiguement sur tout le tronçon de la Ravine Jean Petit du PK 0,87 (seuil d'entonnement de l'endiguement) au PK 0,55 environ (en amont de la passerelle OH6bis).** Cet affouillement est la conséquence de murs fondés sur des couches basaltiques sous lesquelles existent des couches non cohésives (alluvions anciennes, colluvions). La superposition de ces couches est liée à l'histoire géologique de la ravine.



Photo n°30 – AFFOUILLEMENT DU MUR D'ENDIGUEMENT RIVE GAUCHE ET INCISION DE SEUIL AU DROIT DE LA MAISON DE RETRAITE - PK 0,650

- ↪ **L'érosion des berges rocheuses au droit des bassins naturels de dissipation.** Cette érosion est très spécifique aux ravines de planèze. Le schéma de la figure n°4,

page 41 permet de comprendre que les mouvements tourbillonnaires en pied de chute érodent les berges par usure. Le mur de la maison rive gauche situé au PK 1,7 environ en est un exemple probant (cf. aussi Photo n°33, page 77 expliquant le phénomène).



Photo n°31 – AFFOUILLEMENT DU MUR DE CLOTURE ET DE LA COUR DE L'HABITATION RIVE GAUCHE AU PK 1,7



Photo n°32 – VUE DEPUIS L'AMONT DU MUR RIVE GAUCHE AFFOUILLE AU PK 1,7



*Photo n°33 – ILLUSTRATION A PETITE ECHELLE DE LA FORMATION
D'UN BASSIN DE DEPOT EN PIED DE CHUTE*

La figure n°12 de la page 84, identifie les zones liées à l'aléa érosion de berges meubles, et le secteur où les murs d'endiguement sont affouillés.

Les points d'érosion en pied de chute (bassins tourbillonnaires) sont indiqués de façon ponctuelle lorsqu'ils ont pu être repérés sur le terrain (difficulté d'accès de nombreux tronçons). Un profil en long détaillé permettrait d'identifier de façon exhaustive ces points.

6.1.2. L'ALEA INONDATION

L'aléa inondation dans le bassin versant de la Ravine Jean Petit est le fait :

- ↪ Avant tout de l'existence de nombreux talwegs plus ou moins marqués liés à la topographie du site
- ↪ En second lieu, de la chenalisation et de l'endiguement du lit en aval du radier de la piscine jusqu'à l'exutoire ;
- ↪ De la présence d'ouvrages hydrauliques de section souvent insuffisante sur le secteur amont non endigué ;
- ↪ Du mauvais état et de l'hétérogénéité des ouvrages d'endiguement.

Ces points sont détaillés dans les paragraphes suivants.

6.1.2.1. DU FAIT DE LA PRESENCE DE NOMBREUX TALWEGS

De nombreux talwegs plus ou moins marqués sont identifiables sur le bassin versant. Ils sont liés à la topographie du site.

A l'heure actuelle, seul le talweg principal est recensé dans le Plan de Prévention des Risques Inondation de la commune de Saint-Joseph.

Or les talwegs secondaires de type 1 à savoir le Bras de Jean Petit les Bas, le Bras de Jean Petit, le Bras OH 11 et le Bras Saint-Expédit peuvent couler fréquemment. Les talwegs secondaires de type 2 sont moins marqués et coulent moins fréquemment mais participent au réseau de drainage des écoulements de la planèze en cas de fortes pluies.

Des constructions ont été réalisées dans ces talwegs lors de la dernière décennie (années 90).

Hormis ces constructions, les débordements recensés dans les études précédentes et par les enquêtes terrain sont relativement localisés. Notons toutefois que les débordements ne sont recensés que lorsqu'ils induisent des dégâts. Ce qui signifie que des débordements peuvent exister sur des zones aujourd'hui non construites. Ils ne sont pas recensés dans le cadre de cette étude.

6.1.2.2. DU FIAT D'UN FONCTIONNEMENT NON OPTIMISE DE L'ENDIGUEMENT

En second lieu, de la chenalisation et de l'endiguement du lit en aval du radier de la piscine jusqu'à l'exutoire sont à la source d'inondation dans le centre ville de Saint-Joseph du fait d'une non optimisation du fonctionnement de l'endiguement.

Cet endiguement induit :

- ↳ Une suppression des lits moyens et majeurs aujourd'hui totalement construits (centre-ville de Saint-Joseph) ;
- ↳ Une réduction forte de la pente naturelle du lit (4,5 % initialement, aujourd'hui proche de 2 %) ;
- ↳ Une section du lit mineur endigué augmentée par rapport au lit mineur naturel non endigué (analyse des cartes topographiques au 1/5000 de l'IGN, 1978). Des calculs simples de capacité hydraulique ont été réalisés en certains points du tronçon endigué à l'aide de la formule de Manning – Strickler. Les sections ont été estimées à partir des levés de terrain et des éléments de dimensionnement APS (cf. réf. /6/, /8/ et /13/ du tableau n°2).

Le tableau ci-dessous indique les résultats obtenus pour les hypothèses adoptées. Ce tableau permet de constater qu'a priori aujourd'hui **le tronçon endigué est capable de drainer une crue centennale (estimée à $Q_{100} = 117 \text{ m}^3/\text{s}$ dans le cadre de cette étude) sans débordement même en considérant les risques de défluence de la Ravine Bénitier**. Les inondations observées en 2009 sont donc essentiellement le fait :

- D'embâcles (végétaux, déchets) au niveau des nombreux ouvrages hydrauliques (8 sur le tronçon endigué). Ces ouvrages ont été conçus de telle sorte qu'ils induisent systématiquement une réduction de la section hydraulique ;
- Du comblement du lit et de l'obstruction au niveau des ouvrages hydrauliques par les matériaux issus de l'amont. Ce comblement par des matériaux de gros diamètre (pouvant atteindre 800 mm) implique le piégage de matériaux plus fins et une réduction parfois considérable de la section hydraulique. Les atterrissements sont favorisés par la faible pente et par la réduction de largeur du lit (notamment le secteur surcreusé en amont et en aval du pont de la RN2). Ce phénomène s'est produit en mai 1987 et en avril 2009, notamment au droit du pont de la RN2.



Photo n°34 – VUE DE LA PASSERELLE OH4 EN AVAL DU PONT DE LA RN2 SUITE A JADE



Photo n°35 – VUE DE LA FACE AMONT DU PONT DE LA RN2 SUITE A JADE



Photo n°36 – VUE DE LA FACE AMONT DU PONT DE LA RN2 SUITE A JADE

La section ainsi réduite implique des mises en charge au niveau des ouvrages provoquant alors nécessairement des débordements

Ce sont ces différents phénomènes connexes qui induisent l'inondabilité de la rue Raphaël Babet (RN2) et des rues situées en aval.

*Tableau n°15 – CAPACITES HYDRAULIQUES DE LA RAVINE JEAN PETIT
DANS LE TRONÇON ENDIGUE*

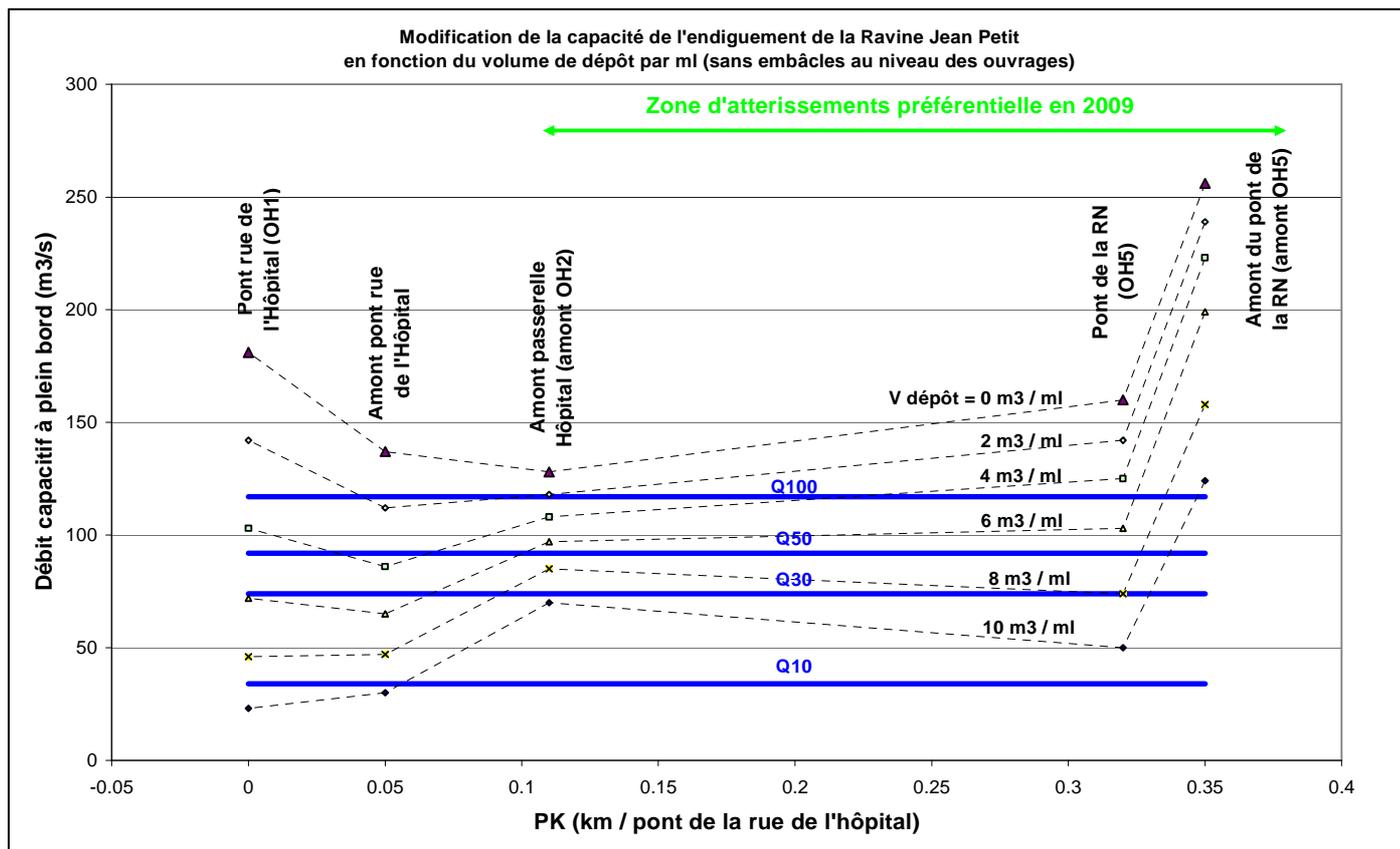
Secteur	Section type adoptée (%)	Rugosité retenue (coef. de Strickler K)	Capacité hydraulique à plein bord sans mise en charge (m ³ /s)	Vitesse (m/s)
Amont pont RN2 (secteur bétonné)	Pente 1,3	K fond = 55 K mur = 45	256	11 (torrentiel)
Pont RN2	Pente 1,2	K fond = 55 K mur = 45	160	11 (torrentiel)
Amont de la passerelle de l'Hôpital (OH 2)	Pente 1,5	K fond = 28 K mur = 50	128	11 (fluvial)
Amont du pont de la rue de l'Hôpital (OH 1)	Pente 1,5	K fond = 35 K mur = 45	137	8
Pont de la rue de l'Hôpital	Pente 1,5	K fond = 35 K mur = 45	181	13

Note : Ces capacités seront à valider avec les levés topographiques de l'endiguement en cours de réalisation.

Afin d'estimer la diminution de capacité du chenal endigué, les calculs simples mentionnés ci-dessus ont été refaits avec l'hypothèse de dépôts dans le lit. La figure n°10 page 81

présente les résultats de cette analyse. Les dépôts sont quantifiés par m³/ml d'endiguement pour prendre en compte l'hétérogénéité des sections : un même volume de dépôts correspond à une épaisseur de dépôt de plus en plus faible au fur et à mesure que l'on progresse vers l'aval dans l'endiguement (variation de l'ordre de 50 cm entre l'amont et l'aval). Pour comparaison, les volumes de 2, 4, 6, 8 et 10 m³ par ml correspondent respectivement en amont et au droit du pont de la RN2 à 60 cm, 1,15 m, 1,60 m, 1,93m et 2,24 m d'épaisseur de dépôt.

Figure n°10 – MODIFICATION DE LA CAPACITE DE L'ENDIGUEMENT EN CAS DE DEPOTS



Cette figure met en évidence :

- ↪ Que c'est au niveau du pont de la RN2 et en aval de celui-ci (jusqu'à l'exutoire) que les dépôts réduisent la capacité de l'endiguement à des valeurs bien inférieures à la crue centennale ;
- ↪ Qu'en amont du pont de la RN2, même avec des dépôts importants, le lit peut encore contenir la crue centennale (en faisant l'hypothèse que l'endiguement est homogène et ne présente pas d'ouverture, ce qui n'est pas toujours le cas notamment au droit de la gare routière) ;
- ↪ Que la capacité du lit est réduite encore plus fortement au niveau du pont de l'hôpital qu'au niveau de la RN2 pour un même volume de dépôt. Toutefois, ce secteur ne constitue pas une zone d'atterrissement préférentiel du fait de la pente du lit et de la géométrie de la section (pas de cunette piégeant les matériaux de grand diamètre).

C'est pourquoi les problèmes de débordements sont observés essentiellement entre l'amont du pont de la RN2 et la passerelle de l'hôpital (OH2).

Rappelons que ces calculs ne prennent en compte ni l'hétérogénéité de l'endiguement, ni les risques d'embâcles augmentés par la présence de dépôts.

6.1.2.3. DU FAIT D'OUVRAGES HYDRAULIQUES DE SECTION INSUFFISANTE SUR LE SECTEUR NON ENDIGUE

Sur le secteur amont non endigué, les passages en radier sont inondés pour la plupart pour des pluies de faibles ampleur. Cette inondabilité est accentuée par l'obstruction des buses ou cadres mis en place (lorsqu'ils existent).

Les débordements au niveau des radiers peuvent, selon la topographie, impliquer l'inondation de terrains situés à proximité (ex. : radier Hippolyte Foucque : inondations des maisons en amont rive gauche – radier OH 13 : inondation du quartier en aval rive droite).

6.1.2.4. DU FAIT DE L'HETEROGENEITE ET DU MAUVAIS ETAT DE L'ENDIGUEMENT

Enfin, il ne faut pas négliger les phénomènes suivants qui pourraient être à moyen – court terme à l'origine d'inondations le long du secteur endigué :

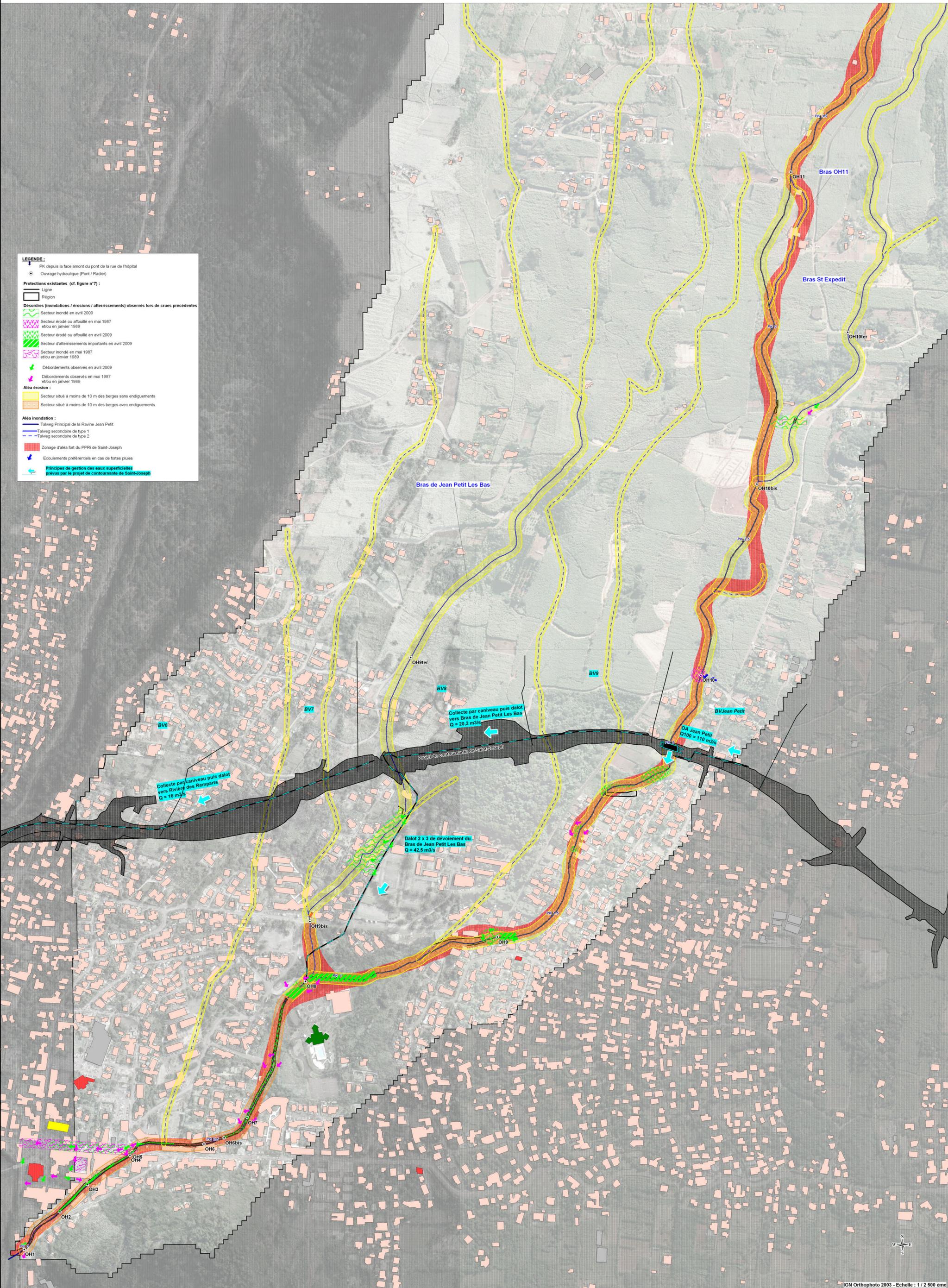
- ↪ Le risque de déstabilisation ou de ruine des murs d'endiguements par affouillement ;
- ↪ Le risque d'inondation à travers les protections peu solides (tôles, parpaings mal liaisonnés, etc.) mises en place de l'aval de la RN2 jusqu'au pont de la rue de l'hôpital ;

6.1.2.5. CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION (SYNTHESE)

La figure n°12 de la page 84, présente donc :

- ↪ L'ensemble des talwegs du bassin versant susceptibles d'être en eau en cas de forte pluie ;
- ↪ Les secteurs inondables en cas de mise en charge du tronçon endigué ;
- ↪ Les points d'inondabilité localisés avérés (recensement dans les études antérieures, enquête de terrain) notamment au niveau des ouvrages hydrauliques.

Figure 11 - Aléas inondation et érosion sur le bassin versant de la Ravine Jean Petit - partie aval



LEGENDE :

- PK depuis la face amont du pont de la rue de l'hôpital
- Ouvrage hydraulique (Pont / Radier)

Protections existantes (cf. figure n°7) :

- Ligne
- Région

Désordres (inondations / érosions / atterrissements) observés lors de crues précédentes :

- Secteur inondé en avril 2009
- Secteur érodé ou affaibli en mai 1987 et/ou en janvier 1989
- Secteur érodé ou affaibli en avril 2009
- Secteur d'atterrissements importants en avril 2009
- Secteur inondé en mai 1987 et/ou en janvier 1989
- Débordements observés en avril 2009
- Débordements observés en mai 1987 et/ou en janvier 1989

Aléa érosion :

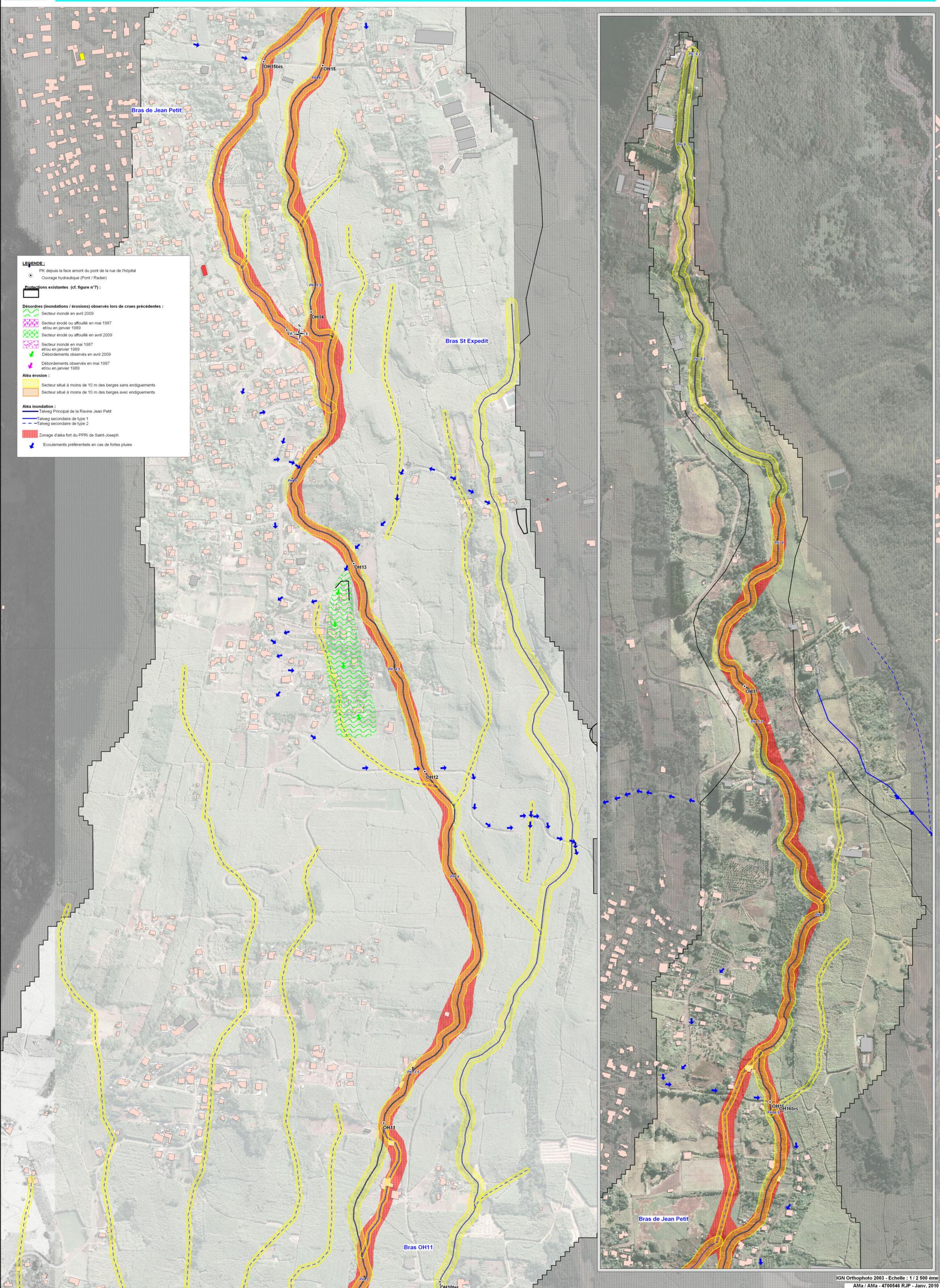
- Secteur situé à moins de 10 m des berges sans endiguements
- Secteur situé à moins de 10 m des berges avec endiguements

Aléa inondation :

- Talweg Principal de la Ravine Jean Petit
- Talweg secondaire de type 1
- Talweg secondaire de type 2
- Zonage d'aléa fort du PPRI de Saint-Joseph
- Écoulements préférentiels en cas de fortes pluies

Principes de gestion des eaux superficielles prévus par le projet de contournement de Saint-Joseph

Figure 12 - Aléas inondation et érosion sur le bassin versant de la Ravine Jean Petit - partie amont



LEGENDE :

- PK depuis la face amont du pont de la rue de l'hôpital
- Ouvrage hydraulique (Pont / Radier)
- Protections existantes (cf. figure n°7) :
- Désordres (inondations / érosions) observés lors de crues précédentes :
 - Secteur inondé en avril 2009
 - Secteur érodé ou affouillé en mai 1987 et/ou en janvier 1989
 - Secteur érodé ou affouillé en avril 2009
 - Secteur inondé en mai 1987 et/ou en janvier 1989
 - Débordements observés en avril 2009
 - Débordements observés en mai 1987 et/ou en janvier 1989
- Aléa érosion :
 - Secteur situé à moins de 10 m des berges sans endiguements
 - Secteur situé à moins de 10 m des berges avec endiguements
- Aléa inondation :
 - Talweg Principal de la Ravine Jean Petit
 - Talweg secondaire de type 1
 - Talweg secondaire de type 2
 - Zonage d'aléa fort du PPRI de Saint-Joseph
 - Ecoulements préférentiels en cas de fortes pluies

6.1.3. ALEA TRANSPORT SOLIDE

Bien que ne constituant pas un aléa à part entière, le transport solide de la Ravine Jean Petit est abordé car à la source des problèmes majeurs observés dans le centre-ville.

Les analyses précédentes sur la géomorphologie et la géologie du lit ainsi que les observations faites suite à la tempête Jade permettent de dresser les conclusions suivantes :

- ↪ Le secteur endigué en aval de la passerelle OH 6 bis (PK 0,525) est le siège d'atterrissements de matériaux très importants en volume et en dimensions. Ceci est le fait inéluctable de la réduction de pente importante sur ce secteur et la réduction de la largeur du fond du lit, notamment sur le secteur surcreusé à banquettes en amont et en aval du pont de la RN2. Le volume curé en mai 2009 peut être estimé d'après les photos transmises par la DDE Sud et les constats de l'entreprise à 840 m³ environ en amont du pont de la RN2 et 136 m² environ sous le pont de la RN2 et 1 550 m³ environ entre le pont de la RN2 et la passerelle de l'hôpital, soit un total de près de 2 500 m³ de matériaux. Notons que ce volume n'est pas nécessairement le fait de la seule crue d'avril 2009.
- ↪ Les zones d'atterrissements et de stockage temporaire de matériaux en amont du secteur endigué sont localisées :
 - Au pied des seuils naturels (chutes), là où se forment des bassins et en aval de ces bassins (tronçons à faible pente) sur une centaine de mètres environ et, sur 1 à 2 m d'épaisseur ;
 - En amont des radiers, particulièrement celui de la piscine (OH8) et celui d'Hippolyte Foucque (OH9).
- ↪ Les zones de production de ces matériaux sont :
 - Les berges en amont du secteur endigué, par érosion en crue et mobilisation des matériaux fins terreux mais aussi grossiers (berges formées de matériaux colluvionnaires) ;
 - Le fond du lit, par les phénomènes lents géologiquement de seuil – chute – bassin érodant le pied de la chute – déstabilisation de la falaise – recul de la falaise – secteur de stockage de matériaux au niveau des bassins (*cf. figure n°4, page 41*) ;
 - Le volume stocké sur les tronçons de faible pente entre 2 seuils naturels est difficilement estimable par manque de topographie mais il est en tout cas bien supérieur au volume qui a été curé dans le chenal en mai 2009.

La figure n°12 de la page 84 indique les secteurs p référentiels d'atterrissement qui ont pu être identifiés sur le terrain.

En conclusion, le bassin de la Ravine Jean Petit est le siège d'un transport solide non négligeable bien que sans commune mesure avec celui de la Rivière des Remparts.

La géomorphologie du lit induit une production de matériaux "le long du cours d'eau", à la différence de bassins versants type Rivière des Remparts ou Rivière des Pluies où existent des secteurs d'éboulement de grande ampleur producteurs de volumes de l'ordre de dizaines de millions de m³ en tête de bassin.

Les problèmes liés au transport solide dans le centre-ville sont quasi-exclusivement dus aux caractéristiques géométriques et topographiques des aménagements (pente, largeur) qui favorisent les atterrissements sans permettre l'évacuation naturelle des matériaux vers la Rivière des Remparts.

Rappelons que les crues de mai 1987 et d'Avril 2009 étaient de période de retour inférieure à 10 ans.

6.2. IDENTIFICATION DES DIFFERENTS TYPES D'ENJEUX SOUMIS A UN RISQUE

Les enjeux situés sur le bassin versant de la Ravine Jean Petit et plus particulièrement le long du talweg principal sont identifiés sur la Figure n°13 page 91, et listés dans le tableau n°17.

Le niveau de risque est estimé sur le bassin de la façon suivante :

Tableau n°16 – ESTIMATION INDICATIVE DES NIVEAUX DE RISQUE

	Inondabilité > 50 cm déjà observée ou zone d'aléa fort du PPRI	Inondabilité < 50 cm déjà observé	Erosion de berge observée secteur non endigué et enjeu à moins de 10 m de la berge	Enjeu à moins de 10 m d'un mur d'endiguement ^(*)
Secteurs habités	FORT	MOYEN	FORT	MOYEN
Equipements et infrastructures routières sauf réseau aérien	FORT	MOYEN	FORT	MOYEN
Réseau aérien (BT ou France Télécom)	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
Zones agricole	FAIBLE	FAIBLE	MOYEN	FAIBLE
Secteurs parking / kiosques / jardins	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE

^(*) La stabilité de tous les murs d'endiguement nécessite une vérification géotechnique.

En fonction de ces critères, les risques sont recensés par enjeux en précisant leur type dans le tableau ci-après.

DDE DE LA REUNION /SEECI
ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

*Tableau n°17 – RISQUES EVALUES EN BORDURE
DE LA RAVINE JEAN PETIT*

Id	Site	PK aval - amont	Enjeu	Alea	Risque
H1	RD en aval de l'hôpital	0.03 - 0.1	3 habitations	Inondabilité observée <50cm - distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
ERP1	RD et RG en aval du pont de la RN2	0.1 - 0.2	Centre Hospitalier sud Réunion	Inondabilité observée <50cm - distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
ERP2	RG en amont de l'hôpital	0.200 - 0.260	Groupe scolaire Ste Anne	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à l'endiguement < 10m	FORT
ERP3	rue R. Babet	0.2 - 0.270	Groupe scolaire de la rue R. Babet	Inondabilité observée >50cm - distance à l'endiguement < 10m	FORT
ERP4	rue R. Babet	0.170 - 0.230	Police Municipale	Inondabilité observée >50cm	FORT
ERP5	rue R. Babet	0,37	Marché de St Joseph	Inondabilité observée >50cm	FORT
ERP6	rue R. Babet	0,25	Mairie de St Joseph	Inondabilité observée >50cm	FORT
ERP7	rue R. Babet	0.325 - 0.385	Gare Routière de St Joseph	Inondabilité observée <50cm - distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
H2	RD et RG en aval du pont de la RN2	0.2 - 0.330	8 Commerces et habitations	Inondabilité observée >50cm - distance à l'endiguement < 10m	FORT
H3	RG en amont de l'hôpital	0,225	1 habitation	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à l'endiguement < 10m	FORT
H4	RG en aval du pont de la RN2	0,3	1 habitation R+1 (magasin au RDC)	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
ERP8	RG en amont du pont de la RN2	0.600 - 0.665	Maison de retraite	distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
H5	RD et RG en amont du pont de la RN2	0.385 - 0.570	Commerces et habitations	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
H6	RD en amont de la maison retraite	0,69	Lotissement en construction	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
H7	RD et RG proche du radier H. Foucque	1.260 - 1.510	6 Habitations R+1 et immeubles	Inondabilité observée <50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
H8	RD et RG proche de l'impasse des cannes	1.640 - 1.720	5 Habitations R et R+1	Inondabilité observée <50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
H9	RG proche de l'impasse des cannes	1,875	1 Habitation	distance à la berge non protégée = 10m	FAIBLE
H10	RG du Bras St Expedit	2,8	1 Habitation	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
H11	RG et RD du Bras OH11	3.200 - 3.345	3 Batis (Hangars?)	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
H12	RD en amont de OH11	3.450 - 3.660	3 batis	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
H13	RD en aval de OH13	4.5 - 4.7	7 batis (zone résidentielle)	Inondabilité observée <50cm	MOYEN
H14	RD et RG en amont de OH13	5,06	2 batis	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
H15	RG du Bras de Jean Petit	5.8 Bras JP	2 batis (hangars?)	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
H16	RG en aval de OH16	6,35	1 bati	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
H17	RD à la défluence BJP/JP	6.550 - 6.600	3 batis	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
H18	RG au PK 8.4	8,37	1 bati	distance à la berge non protégée < 10m	FORT
ERP9	RD du Bras de Jean Petit	6.35 Bras JP	Terrain de foot de Jean Petit	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FAIBLE
H19	RG du Bras St Expedit en amon du ch. Benitier	4.95 Bras St Ex	3 batis (agricoles?)	distance à la berge non protégée < 10m	FORT

**DDE DE LA REUNION /SEECLE
ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT**

Id	Site	PK aval - amont	Enjeu	Alea	Risque
H20	RG et RD du Bras de JPBas, en aval de OH 9ter	1.8 Bras JPB	4 batis	distance à la berge non protégée < 10m	FORT
H21	RG et RD du Bras de JPBas, rue Cdt Mahé	1.3 - 1.6 Bras JPB	10 batis	Inondabilité observée <50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ1	RD en amont de OH1	0,01	Poste HT / BT	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ2	RG en amont du pont de la RN2	0,35	Poste HT / BT	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH1		0	Pont cadre 1 travée	distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
OH2		0,115	Passerelle vers l'hopital	distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
OH3		0,2	Passerelle rue Mère Thérèse	distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
OH4		0,31	Passerelle vers une habitation	distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
OH5		0,32	Pont de la RN2	Inondabilité observée >50cm et zone d'aléa fort du PPRi - distance à l'endiguement < 10m	FORT
OH6		0,48	Passerelle piétonne	distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
OH7		0,6	Passerelle piétonne de la maison de retr	distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
OH8		0,93	Radier non busé de la piscine	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH9		1,37	Radier busé (Ø1000?)	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH10		2,175	Radier non busé	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH11		3,365	Radier busé	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH12		4,26	Radier busé	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH13		4,755	Radier busé 2Ø800	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH14		5,45	Radier busé 2Ø1000	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH15		6,035	Radier busé 2Ø800	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH16		6,525	Radier busé (Cadre h 2.2m ; L 2m)	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH6bis		0,525	Passerelle piétonne	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH10bis		2,645	Radier non busé (remblai concassé 0-80)	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH14bis		5.410 BJP	radier busé (cadre béton largeur 1 ; hau	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH15bis		5.940 BJP	Radier busé 2Ø1000	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH16bis		6.615 Bras cote 640	Radier busé Ø1000	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH17		7,595	Radier busé Ø800	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH10ter		3.020 Bras StEx	Radier busé	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
OH9bis		1.370 Bras JPB	Radier busé (cadre)	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT

DDE DE LA REUNION /SEEC
ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

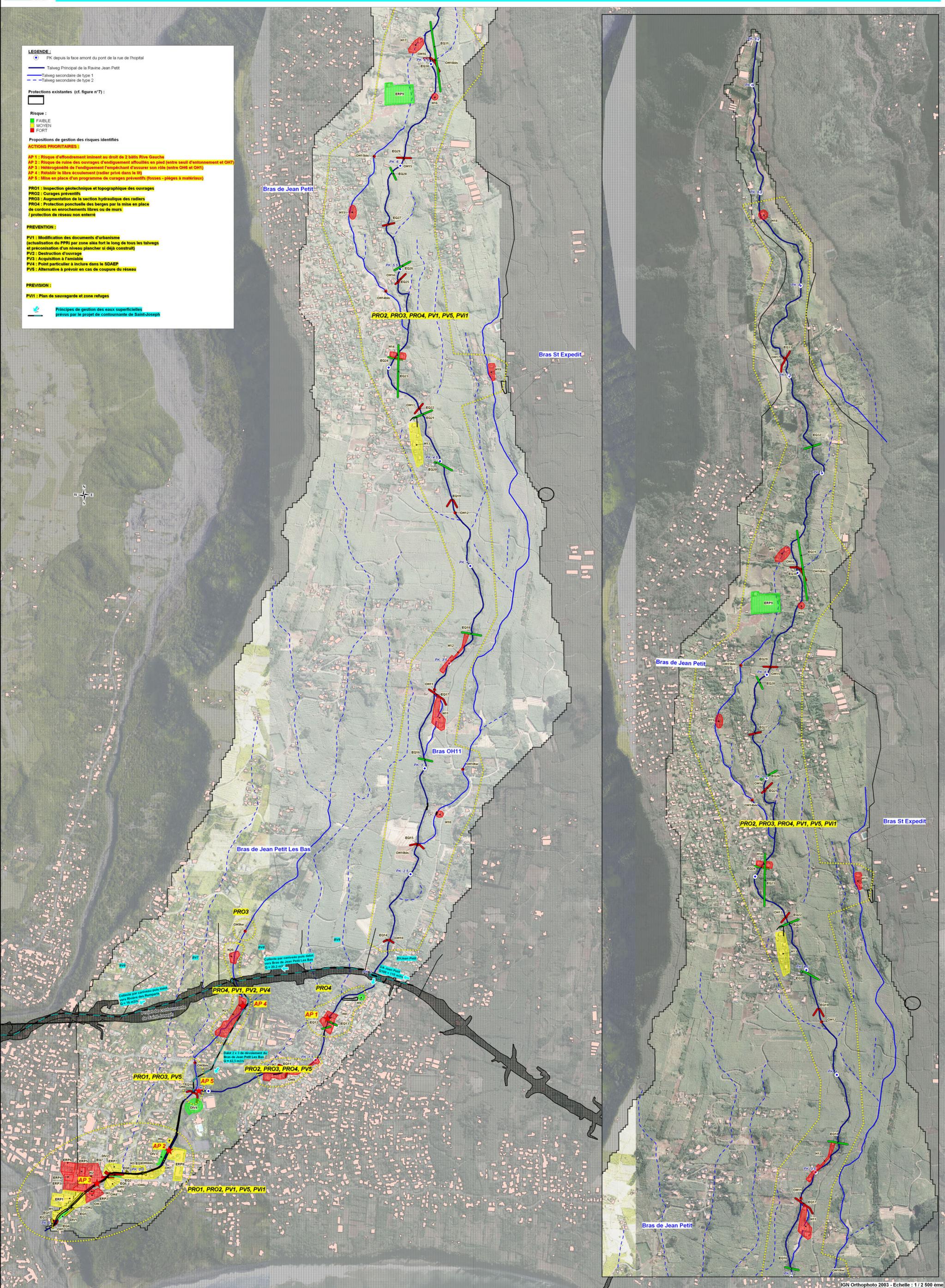
Id	Site	PK aval - amont	Enjeu	Alea	Risque
OH9ter		2.975 Bras JPB	Radier busé	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ3	Dans la chaussée de OH1	0	Réseau enterrés AEP, BT, 2 HT, EU	distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
EQ4	RG en amont de OH1	0 - 0.024	BT enterré	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ5	Dans la chaussée de OH2	0,115	BT enterré	distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
EQ6	Dans la chaussée de OH5 (pont de la RN2), partie aval	0,32	Réseaux enterrés FT, EU, AEP	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ7	Dans la chaussée de OH5 (pont de la RN2), partie amont	0,34	Réseaux enterrés HT et BT	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ8	RD en amont de la gare routiere	0,415	Réseau enterré BT	distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
EQ9	Dans la chaussée de OH6	0,48	BT aérien	distance à l'endiguement < 10m	MOYEN
EQ10	Dans la chaussée de OH8	0,93	Réseaux enterrés AEP, 2 HT, FT	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ11	Dans la chaussée de OH9	1,37	Réseau enterré AEP, 2 BT aériens	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ12	proche de l'impasse des cannes	1,65	BT aérien	distance à la berge non protégée < 10m	FAIBLE
EQ13	proche de l'impasse des cannes	1,68	réseau enterré AEP	distance à la berge non protégée = 10m	FAIBLE
EQ14	Dans la chaussée de OH10	2,17	réseau AEP enterré, BT aérien	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ15	Dans la chaussée de OH10bis	2,65	Réseau enterré AEP, FT aérien	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ16	en aval de OH11	3,04	BT aérien	distance à la berge non protégée < 10m	FAIBLE
EQ17	Dans la chaussée de OH11	3,34	Réseau enterré AEP	distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ18	en amont de OH11	3,66	BT aérien	distance à la berge non protégée < 10m	FAIBLE
EQ19	en amont de OH12 (lieu du radier antérieur)	4,32	Réseau enterré AEP	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ20	en amont de OH12	4,48	BT aérien	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FAIBLE
EQ21	en aval de OH13	4,73	BT aérien	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FAIBLE
EQ22	Dans la chaussée de OH13	4,755	Réseau enterré AEP, aérien FT et BT	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ23	en amont de OH13	4,88	BT aérien	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FAIBLE
EQ24	en amont de OH13	5,05	BT aérien	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FAIBLE
EQ25	Dans la chaussée de OH14	5,45	Réseau enterré AEP, BT aérien	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ26	en amont de OH14	5,51	BT aérien	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FAIBLE
EQ27	en amont de OH14	5,707	Réseau enterré AEP, BT aérien	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ28	en aval de OH15	5,955	BT aérien	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FAIBLE
EQ29	Dans la chaussée de OH15	6,035	Réseau enterré AEP, aérien FT et BT	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ30	Dans la chaussée de OH16	6,52	Réseau enterré AEP, aérien BT	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
EQ31	en amont et en aval de OH16	6.380 - 6.675	aérien BT	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FAIBLE

DDE DE LA REUNION /SEECL
ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Id	Site	PK aval - amont	Enjeu	Alea	Risque
EQ32	en aval de OH17	7,14	BT aérien	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FAIBLE
EQ33	proche de OH17	7,57	Réseau enterré AEP, aérien BT	Inondabilité observée >50cm - distance à la berge non protégée < 10m	FORT
DIV1	RG entre OH1 et OH2	0.020 - 0.100	parking	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FAIBLE
DIV2	RG en amont du pont de la RN2	0.335 - 0.390	Parking	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FAIBLE
DIV3	RD en amont et en aval de OH7	0.575 - 0.645	Parking	distance à l'endiguement < 10m	FAIBLE
DIV4	RG au droit de OH8	0.850 - 0.950	Parking	Inondabilité : zone d'aléa fort du PPRi - distance à la berge non protégée < 10m	FAIBLE

La figure n°13 de la page 91 présente une cartographie des risques identifiés ainsi que les secteurs où l'état des protections nécessite une vérification géotechnique (propositions de gestion des risques). Il s'agit dans les faits de tous les murs du secteur endigué.

Figure 13 - Risques et proposition de gestion du risque le long des talwegs principaux



7. STRATEGIE DE GESTION DES RISQUES INONDATION ET EROSION

Cf. Figure n°13 page 91.

7.1. STRATEGIE GLOBALE

La gestion des risques inondations et érosions au sein d'un bassin versant peut se faire selon 4 axes principaux rappelés dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°18 – LES 4 PILIERS DE LA GESTION DES RISQUES INONDATION ET EROSION

Protection	Réduction de l'aléa	Ouvrages de protection, surveillance de niveau du lit et/ou des berges, curage préventifs
Prévention	Réduction de la vulnérabilité	Acquisition à l'amiable, modification des documents d'urbanisme (inconstructibilité, niveaux 1 ^{er} plancher, etc.)
Prévision	Aléa et vulnérabilité inchangés	Systèmes d'alerte et évacuation (zones refuge, surveillance de la montée des niveaux d'eau, etc.), plans de sauvegarde
Information	Aléa et vulnérabilité inchangés	Communication auprès des riverains, des services de secours (pompiers, gendarmerie), des Services de l'Etat et des collectivités territoriales (panneaux informatifs, porters à connaissance, réunions d'information, etc.)

7.2. MESURES D'INFORMATION

L'information des riverains, des services de secours, des services de l'Etat et des Services de la mairie de Saint-Joseph (Technique et Urbanisme en particulier) sur les risques existants sur le bassin versant de la Ravine Jean Petit est essentielle.

Elle pourra porter sur :

- ↪ Une diffusion des cartographies de risque établies dans ce Plan de Gestion des Risques d'Inondation (affichage en mairie, transmission aux services de secours) ;
- ↪ La mise en place de réunions de riverains pour expliquer les phénomènes qui ont eu lieu en mai 1987 et en avril 2009, pour expliquer les mesures prévues pour réduire les risques, et pour que les problèmes puissent remonter vers les gestionnaires de cours d'eau ;
- ↪ La diffusion des résultats de cette étude (débits de crue, secteurs à risque) auprès des maîtres d'ouvrages réalisant des projets sur la commune afin que les risques soient pris en compte de façon homogène.

La sensibilisation du risque dans les écoles.

7.3. MESURES DE PREVISION

Les mesures de prévision visent à déterminer "que faire" en cas d'événement important prévisible (alertes fortes pluies émise par Météo France), en cours (crue observée) ou survenu (après la crue).

Elles s'appliquent sur tout le bassin versant et peuvent être :

- ↪ La mise en place d'un Plan Communal de Sauvegarde particulièrement sur le secteur du centre-ville de Saint-Joseph inondé en 1987 et 2009. Celui-ci permettra :
 - D'identifier les zones refuges potentielles pour les enjeux les plus vulnérables (écoles, hôpitaux, maison de retraite) de la rue Raphaël Babet et proches ;
 - De prendre des décisions de réduction des risques par avance (fermeture de parkings, de l'école primaire du centre-ville en cas de fortes pluies, etc.) ;
 - De mettre en place un système de surveillance du niveau de montée des eaux en cours de crue (qui ? comment ? où ?). Cette surveillance pourra être visuelle (mise en place d'une échelle limnimétrique) et réalisée au pont de la RN2 par les Services Techniques de la mairie ou de la DDE agence Sud.
- ↪ La définition claire des acteurs de gestion des risques et d'entretien du cours d'eau et des aménagements existants. Dans cette même optique, il pourrait être opportun de classer l'endiguement au minimum en classe C au titre de la circulaire 2007/17/35 (à affiner en fonction de la hauteur exacte de l'endiguement au dessus de la zone protégée).

7.4. MESURES DE PREVENTION

Elles visent à réduire la vulnérabilité. La prévention passe avant tout par :

- ↪ Une mise à jour du Plan de Prévention des Risques Inondation afin :
 - Qu'il classe et recense les talwegs principaux et secondaires comme des secteurs d'aléa fort ;

- Que toute construction soit interdite dans les talwegs (principal et secondaire de types 1 et 2) ;
- Qu'une bande inconstructible de sécurité de 10 m au moins soit adoptée en retrait des murs d'endiguement.
- ↻ Une surveillance des aménagements réalisés par les riverains le long du cours d'eau non endigué afin qu'ils n'augmentent pas les risques ;
- ↻ Le Schéma Directeur d'Assainissement des Eaux Pluviales en cours de réalisation permettra de définir des COS par secteur. Au niveau du bassin versant, l'urbanisation ou non a peu d'impact en crue centennale (impact au niveau de l'exutoire dans la Rivière des Remparts). Il sera en revanche important de définir les COS que peuvent admettre les réseaux pluviaux existants ou projetés ;
- ↻ Aucune acquisition à l'amiable n'est envisagée.

7.5. MESURES DE PROTECTION

Les mesures de protection visent à réduire l'aléa. Elles peuvent être par ordre de priorité :

- ↻ **L'expertise topographique et géotechnique des endiguements** existants et leur réparation si elle s'avère nécessaire (ce qui est très probable) ;
- ↻ **Le confortement et la reprise des fondations des murs affouillés** risquant d'être ruinés. Ces travaux concernent environ 320 ml entre le seuil d'entonnement de l'endiguement et la passerelle de la maison de retraite. Il consistera en :
 - Un recensement exhaustif des secteurs hétérogènes ;
 - Un confortement en conséquence.
- ↻ **Le confortement de l'endiguement sur les secteurs où il est hétérogène** (parpaings, tôles, béton). Ces travaux concernent le linéaire endigué entre la passerelle OH6 et le pont de la rue de l'hôpital soit environ 500 ml. Il consistera en :
 - Un recensement exhaustif des secteurs hétérogènes ;
 - Un confortement en conséquence.
- ↻ **La réalisation d'ouvrages ponctuels de protection de berges en enrochements libres** (le diamètre devra être défini en fonction des vitesses du lit estimées grâce à une topographie plus précise) ;
- ↻ **La réalisation d'un profil en long topographique du lit de la Ravine Jean Petit**, destinée à préciser les tronçons où se font préférentiellement les atterrissements ;
- ↻ **La mise en place d'un programme de piégage des matériaux et de curage préventif systématique** sur les secteurs d'atterrissements accessibles en amont de l'endiguement :
 - Ce programme de curage sera idéalement entrepris par le gestionnaire de l'endiguement étant donné qu'il est le garant de son bon fonctionnement ;
 - Les secteurs identifiés à ce jour comme pièges à matériaux naturels potentiels sont situés :

- ✓ Entre l'aval du radier de la piscine et le seuil d'entonnement (S estimée = 20 m x 20 m) ;
- ✓ En amont du radier de la piscine (S estimée = 100 m x 10 m de large) ;
- ✓ En amont du radier Hyppolite Foucque (S estimée = 50 m x 10 m de large) ;
- L'amont du radier Hyppolite Foucque a déjà été curé suite à Jade en 2009. Les deux autres secteurs devront être curés une première fois dès que possible (avant la saison cyclonique 2010-2011) sur un mètre d'épaisseur minimum potentiellement 2m. Ce premier curage représente un volume théorique de 1 400 m³ minimum (potentiellement le double). Il permettra d'avoir une meilleure idée du volume potentiel de ces pièges à matériaux naturels (où est atteint le basalte ?). Lors de ce premier curage, on portera une attention particulière à ne pas déchausser le radier de la piscine dont les fondations ne sont à ce jour pas connues ;
- Par la suite, ce curage sera entrepris systématiquement au niveau des 3 fosses avant chaque saison cyclonique et après chaque crue d'importance (après analyse visuelle du comblement au nom de ces "fosses" de stockage). Les matériaux pourront être exportés en dehors du lit (vers la Rivière des Remparts ou utilisés pour des besoins en matériaux du gestionnaire de l'ouvrage ;
- En parallèle, des inspections visuelles seront réalisées sur le secteur endigué avant chaque saison cyclonique et après chaque crue d'importance, particulièrement sur le tronçon situé entre la gare routière et la passerelle de l'hôpital. Chaque fois qu'un niveau de dépôt ne permettant plus de laisser passer la crue centennale est atteint (cf. figure n°10, page 81), un curage sera réalisé sur le secteur correspondant.
- Le volume de ces fosses est a priori suffisant au regard des volumes curés suite à JADE (environ 2 500 m³ accumulés entre 1998 et 2009, soit près de 10 ans).
- ↪ Le délestage des eaux pluviales n'est a priori pas nécessaire car le secteur endigué peut drainer ces écoulements. Toutefois, les réseaux débouchant dans la Ravine Jean Petit peuvent être mis en charge et empêcher une bonne évacuation des eaux de ruissellements. La mise en place systématique de clapets anti-retour est une première étape possible. Le rejet de ces eaux dans les ravines voisines (Rivière des Remparts ou Rivière Langevin) est une deuxième piste. Ces points devront être abordés dans un Schéma Directeur d'Assainissement des Eaux Pluviales. Le marché des études de ce schéma ont été lancées le mois dernier (décembre 2009 par la commune de Saint-Joseph) ;
- ↪ Le remplacement progressif des radiers du centre-ville par des ponts (remplacement du radier Hippolyte Foucque par un pont déjà en projet) et l'augmentation de la section hydraulique des radiers amont. En première approche, une inspection pourra être faite avant chaque saison cyclonique et après chaque crue d'importance pour déboucher les ouvrages hydrauliques potentiellement obstrués (buses, cadres).

7.6. MESURES PAR SECTEUR

La figure n°13, page 91, indique le type d'actions à mener par secteur en plus des actions d'information listées dans les paragraphes précédents.

Le tableau n°19 ci-après détaille les actions à mener par secteur (PRO : mesure de Protection, PV : Mesure de Prévention, PVi : Mesure de Prévision).

DDE DE LA REUNION /SEECL
ETUDE GENERALE (PGRi) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

*Tableau n°19 – PROPOSITION DE GESTION DES RISQUES INONDATION
ET EROSION DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RAVINE JEAN PETIT*

Secteur	Cours d'eau	Enjeux concernés	Type de gestion proposée
Tout le CV de St Joseph PK 0 à 0.87	Ravine Jean Petit	H1 à H6, ERP1 à ERP8, EQ1 à EQ8 (si risque FORT seulement)	<p>PRO1 : - Inspection géotechnique et topographique de tous les ouvrages d'endiguements (seuil d'entonnement, murs, seuils du fond du lit), recensement précis de l'état des protections</p> <p>- Confortement de l'endiguement sur les secteurs où il est hétérogène (tôles, parpaings, etc.) (Action Prioritaire 3)</p> <p>- Confortement et reprise des fondations des murs affouillés de l'endiguement (Action Prioritaire 2)</p> <p>PRO2 : à la fin de chaque saison cyclonique et après chaque crue importante</p> <p>Curages préventifs (Action Prioritaire 5):</p> <p>- dans le canal d'endiguement si des dépôts sont observés,</p> <p>- sur les secteurs préférentiels d'atterrissement accessibles (entre le seuil d'entonnement PK0.87 et le radier de la piscine PK0.93, en amont du radier de la piscine du PK1 au PK1.1 environ, en amont du radier Hippolyte Foucque sur une 50aine de mètres)</p> <p>Nettoyage des talwegs principaux :</p> <p>- élagage, enlèvement des végétaux</p> <p>- nettoyage des buses des radiers si bouchées par des matériaux</p> <p>PV1 : Mise à jour des documents d'urbanisme</p> <p>Actualisation du PPRi et du POS</p> <p>- Recensement des talwegs principaux et secondaires (type 1 et 2)</p> <p>- Zone d'aléa fort inconstructible sur 10 m de part et d'autre de l'endiguement de la Ravine Jean Petit, sur 10 m depuis les berges non endiguées de tous de la Ravine Jean Petit et des talwegs secondaires de type 1, sur 5 m pour les talwegs secondaires de type 2</p> <p>- Niveau plancher refuge obligatoire pour les habitations existantes situées dans ces nouvelles zones d'aléa fort</p> <p>PV5 : Postes EDF HT (EQ1 et EQ2) situés à moins de 10 m de l'endiguement à déplacer plus en retrait des berges</p> <p>PVi1 : - Surveillance de la montée des eaux dans le canal d'endiguement en cas de fortes pluies (en amont du pont de la RN2 par exemple)</p> <p>- Plan de sauvegarde et Zones refuges à définir pour les 8 ERP du secteur en cas d'inondation (hopital, 2 écoles, Police, Mairie, Marché, Gare routière, Maison de Retraite)</p>
Secteur du radier de la piscine OH8	Ravine Jean Petit	OH8, EQ10, OH9bis	<p>PRO1 : Inspection géotechnique et topographique du radier de la piscine (OH8)</p> <p>PRO3 : - Réalisation d'une ouverture hydraulique sous le radier de la piscine (potentialités à étudier une fois les curages en amont et en aval réalisés)</p> <p>- Augmentation de la section hydraulique de l'ouvrage</p>

DDE DE LA REUNION /SEECL
ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Secteur	Cours d'eau	Enjeux concernés	Type de gestion proposée
			OH9bis
Secteur du radier de la piscine OH8	Ravine Jean Petit	OH8, EQ10, OH9bis	PV5 : Alternatives en cas de coupure des réseaux passant dans le radier (AEP, 2 lignes HT, ligne France Télécom)
Le long du chemin Commandant Mahé	Bras de Jean Petit Les Bas	H20, H21	<p>PRO4 : protections ponctuelles des berges RD et RG (perrés en enrochements libres ou murs péi selon la place disponible) au droit des habitations H20 et H21, soit au total sur 2 x 160 ml environ</p> <p>PV1 : Mise à jour des documents d'urbanisme Actualisation du PPRi et du POS - Inclusion du Bras de Jean Petit Les Bas dans le POS et le PPRi - Zone d'aléa fort inconstructible sur 10 m de part et d'autre des berges du Bras de Jean Petit - Niveau plancher refuge obligatoire pour les habitations existantes situées dans ces nouvelles zones d'aléa fort</p> <p>PV2 : Destruction du radier construit dans le lit du Bras de Jean Petit Les Bas au droit de l'extrémité nord du chemin du commandant Mahé (Action Prioritaire 4)</p> <p>PV4 : Gestion des écoulements pluviaux dans la rue du Cdt Mahé = Point particulier à étudier dans le Schéma Directeur des Eaux Pluviales lancé par la Commune de St Joseph en décembre 2009 (pente transversale de la rue , absence de fossé de collecte, etc.)</p>
Chemin des Prunes	Bras de Jean Petit Les Bas	OH9ter	PRO3 : Augmentation de la section hydraulique de l'ouvrage OH9ter relativement fréquenté
Secteur du radier Hippolyte Foucque	Ravine Jean Petit	H7, EQ11, OH9	<p>PRO2 : à la fin de chaque saison cyclonique et après chaque crue importante : Curages préventifs en amont du radier Hippolyte Foucque sur une 50aine de mètres) Nettoyage du talweg en amont et en aval : - élagage, enlèvement des végétaux - nettoyage des buses du radier s'il est bouché par des matériaux</p> <p>PRO3 : Augmentation de la section hydraulique de l'ouvrage OH9 très fréquenté : un projet de pont est en cours (MO : Commune de St Joseph)</p> <p>PRO4 : protections ponctuelles des berges RD et RG au total sur 380 ml environ (2 x 180 + 20) : - en amont du radier RD : protection du talus peu stable, - en amont immédiat du radier RG : confortement des enrochements mis en place en mai 2009 lors des travaux de curage post-Jade, - 140m en amont du radier RG : mise en place d'enrochements libres de protection de la berge - en aval du radier RD : confortement des murs en parpaings implantés sur des couches peu cohésives - en aval du radier RG : confortement des enrochements en vrac protégeant le talus</p>

DDE DE LA REUNION /SEECL
ETUDE GENERALE (PGR) DE LA RIVIERE DES REMPARTS
ACTUALISATION SUR LE SECTEUR DE LA RAVINE JEAN PETIT
RAPPORT

Secteur	Cours d'eau	Enjeux concernés	Type de gestion proposée
			PV5 : Alternative en cas de coupure du réseau AEP passant dans le radier (tant que le projet de pont n'est pas réalisé)
Secteur proche de l'impasse des cannes	Ravine Jean Petit	H8, H9	<p>PRO4 : - sécurisation du mur de clôture affouillé et de la cour bétonnée menaçant de tomber dans la ravine en RG au PK 1,670 (habitation RG de H8) (Action Prioritaire 1)</p> <p>- protections ponctuelles des berges RD et RG de H8 au total sur 120 ml environ (RD : 40, RG : 80) par des enrochements libres de grand diamètre</p> <p>- protection ponctuelle de la berge RG au droit et en aval de H9 sur 100 ml environ (fortes érosions observées sur 50 ml RG et 50 ml RD)</p>
Depuis le chemin des prunes jusqu'en tête de bassin	Ravine Jean Petit, Bras St Expedit, Bras de Jean Petit, Bras OH11	OH10 à OH17, H10 à H18, EQ14 à EQ33 (si risque FORT seulement)	<p>PRO2 : à la fin de chaque saison cyclonique et après chaque crue importante :</p> <p>Curages préventifs en amont des 11 radiers et nettoyage du talweg en amont et en aval :</p> <ul style="list-style-type: none"> - élagage, enlèvement des végétaux - nettoyage des buses du radier s'il est bouché par des matériaux <p>PRO3 : Augmentation de la section hydraulique des 11 radiers</p> <p>PRO4 : protections ponctuelles des berges RD et RG en enrochements libres ou murs selon place disponible au total sur 570 ml environ [H10 : 30 ml, H11 : 30 + 70, H12 : 30 + 80 ml, H13 : 80 ml (partie amont du secteur pour éviter les débordements), H14 : 2 x 30 ml, H15 : 50 ml, H16 : 30ml, H17 : 80 ml, H18 : 30 ml]</p> <p>PV1 : Mise à jour des documents d'urbanisme Actualisation du PPRi et du POS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recensement des talwegs secondaires (type 1 et 2) - Zone d'aléa fort inconstructible sur 10 m de part et d'autre des berges non endiguées de la de la Ravine Jean Petit et des talwegs secondaires de type 1, sur 5 m pour les talwegs secondaires de type 2 - Niveau plancher refuge obligatoire pour les habitations existantes situées dans ces nouvelles zones d'aléa fort <p>PV5 : Alternative en cas de coupure des 10 conduites AEP enterrées dans des radiers (EQ14, EQ15, EQ17, EQ19, EQ22, EQ25, EQ27, EQ29, EQ30, EQ33)</p> <p>PVi1 : Zone refuge à définir (étage?) pour l'habitation RDC H10 (dans une cuvette, 1 m d'eau en avril 2009)</p>

7.7. ELEMENTS D'ESTIMATION DES COUTS

Les coûts suivants pourront permettre d'estimer les travaux relatifs aux mesures de protection (coûts issus de consultations pour des travaux récents dans le cadre de l'antenne 1 d'ILO, hors coûts d'installation :

- ↪ Curage des fosses – pièges à matériaux : environ 15€/ m³, soit **pour 1 000 m³ curés un coût de 15 000 €** Ce coût pourra être valorisé par la vente des matériaux pour des projets du BTP ;
- ↪ **Confortement de l'endiguement affouillé en pied** (estimation à environ 50 % de l'endiguement affouillé sur 2 x 300 ml) : 200 € / m³ de gros béton. Soit en première estimation pour un confortement de 2 m³ au ml (2 m de hauteur par 1 m d'épaisseur) un coût estimatif de 50 % x 600 x 2 x 200 = **120 000 €**. **Ce coût nécessite un diagnostic géotechnique pour être validé ;**
- ↪ **Homogénéisation de l'endiguement** par un mur poids maçonné sur 3 à 4 m de hauteur pour environ 10 % de l'endiguement (10 % de 2 x 500 ml) : 1 200 € / ml soit un coût estimatif de 1 200 x 10 % x 1 000 ml = **120 000 €**;
- ↪ **Réalisation de protections ponctuelles en enrochements libres** : 80 €/m³, soit pour une protection de 100 ml sur 2 m de hauteur à 3H/2V, un coût de **24 000 €**;
- ↪ Remplacement d'un radier par un pont : à voir au cas par cas, 1 M€ en première estimation.

ANNEXE

ANNEXE 1
—
FICHES D'INTERVENTION SUITE A LA TEMPETE JADE
(7 AVRIL 2009)



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE,
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Direction départementale de l'Équipement
de la Réunion

Saint-Pierre, le 09 Juin 2009

Agence Sud

Le Chef d'agence

Pôle Risques- littoral-Ravines

à

Référence : **2009-DPE-**

Monsieur Robert CHUGRER
Chef du R.I.S.C.

Affaire suivie par : Jean-Hugues
BOISVILLIERS

jean-hugues.boisvilliers@developpement-durable.gouv.fr

Tél. 02 62 40 25 17 - Fax : 02 62 40 25

RAPPORT DÉTAILLÉ

*Curage ravine Jean Petit
tranche 2 et 3 (imprévu)*

1-Historique:

Des fortes pluies du 5 et 7 Avril 2009 qui sont tombées sur la commune de St Joseph ont ramené d'importantes quantités de matériaux dans le lit de la ravine Jean Petit, occasionnant son débordement.

Face à cela, la DDE a jugé urgent d'effectuer un curage de la ravine dans la section comprise entre le radier des Jacques et l'Hôpital afin de rétablir le bon écoulement des eaux et de reconstituer le gabarit initial.

2-Statut de la Ravine Jean Petit:

L'arrêté n° 06-4709/56 du 26 décembre 2006 a classé la ravine Jean Petit dans la catégorie des ravines non pérenne, donc faisant partie du Domaine Privé de l'Etat.

3-Marché initial:

PJ :

Copie à : Chrono agence
CDD/ n. 5100

Cd. : 02 62 40 25 00 - fax : 02 62
40 25

De part l'urgence et la complexité de mise en oeuvre des travaux, en accord avec le service RISC/CBDD, nous avons choisi l'entreprise **SIGDDU Suzil** selon les trois critères suivants:

- Disponibilité:

Mise à disposition immédiate d'une pelle sur chenilles, de deux mini-pelles avec brise-roches hydraulique et godet rétro ainsi que deux camions de différentes charges pour l'évacuation des matériaux enlevés.

- Moyens :

Humains: 4 agents dont 2 chauffeurs + 2 conducteurs d'engins

- Compétences et Prix:

L'entreprise choisie est connue de nos services dans la mesure où elle est déjà intervenue en 2007 et 2008 suite à des travaux de même nature. Elle nous a toujours donné satisfaction tant sur le plan technique que financier.

Les travaux ont été autorisés par lettre de commande n° 2009-DPE-112 du 15 Avril 2009 pour un montant de 49 476,00 TTC.

4-Marché complémentaire:

Les fortes pluies du 13 mai 2009 ont quelque peu perturbé l'avancement des travaux concernant les tranches 2 et 3 (sous l'ouvrage et à l'aval du rond point de la gare). En effet, alors que les travaux de ces deux tranches étaient pratiquement achevés (à 95 %), les crues du 13 Mai ont complètement remblayé la ravine.

Devant l'urgence de la situation, il était nécessaire de remettre rapidement la ravine Jean Delit en état en prévision d'autres phénomènes pluvieux.

Compte-tenu de la qualité des prestations déjà réalisées par l'entreprise **SIGDDU** dans le cadre du marché initial et de l'installation de chantier déjà réalisé sur le site, il nous est apparu souhaitable de passer une nouvelle commande avec la même entreprise afin d'assurer une certaine cohérence dans les travaux.

Il en résulte, après étude avec l'entreprise désignée, et en accord avec la cellule RISC, un supplément budgétaire de **21 700 €** en complément des **49 476 €** déjà alloués dans le cadre du premier marché, soit un montant total de **71 176 € TTC**.

Le Chef d'agence

Michel PIRIOU



Présent
pour
l'avenir

www.developpement-durable.gouv.fr

**CURAGE DE LA RAVINE JEAN PETIT
COMMUNE DE SAINT-JOSEPH
Tranche 2 et 3: Rond Point de la Gare et Aval (Marché complémentaire)**



**CURAGE DE LA RAVINE JEAN PETIT
COMMUNE DE SAINT-JOSEPH
Tranche 2: Sous le Rond Point de la Gare**

Avant curage (état des lieux au 07/04/09)



Pendant



rampe d'accès au lit



Manoeuvre délicate (4 tonnes)



extraction d'un bloc rocheux nécessitant 2 engins



**CURAGE DE LA RAVINE JEAN PETIT
COMMUNE DE SAINT-JOSEPH
Tranche 4: Radier des Jacques**

Avant curage (état des lieux au 07/04/09)



vacoas déraciné



Pendant (avec crues du 26/04/09)



Après (vacoas consolidé)



Fin tranche 4



**CURAGE DE LA RAVINE JEAN PETIT
COMMUNE DE SAINT-JOSEPH
Tranche 6 – Le Long de la Gare routière**

Avant Travaux



Après Travaux



**CURAGE DE LA RAVINE JEAN PETIT
COMMUNE DE SAINT-JOSEPH
Tranche 2 et 3 – Rond point de la Gare**

Enlèvement de la canalisation (non prévu au marché)



**CURAGE DE LA RAVINE JEAN PETIT
COMMUNE DE SAINT-JOSEPH
Tranche 5 – Radier de la Piscine**

Avant Travaux



Après Travaux

