

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

PHASE 2 – DEFINITION DE L'ETAT DE REFERENCE (ETAT SANS AMENAGEMENT) AVEC PROTECTION



Ville & Transport
Réunion Océan Indien

121 boulevard Jean Jaurès
CS 31005
97404 SAINT-DENIS CEDEX
Tel. : 02 62 90 96 00
Fax : 02 62 90 96 01



HYDRETUDES OCEAN INDIEN

45 rue Luc Lorian
97410 SAINT-PIERRE
Tel. : 02 62 96 82 45
Fax : 02 62 32 69 05

A	Version initiale – Rapport complet de Phase 2	12/2019	YMI	CHe	SHo
INDICE	OBJET DE LA MODIFICATION	DATE	VISA EMETTEUR	VISA RELECTURE	VISA APPROBATION

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	10
1.1. CONTEXTE	10
1.2. DEROULEMENT DE LA MISSION	10
1.3. OBJECTIFS DE LA PHASE 2	11
1.4. DEROULEMENT DE LA PHASE 2	11
2. SYNTHESE DE LA PHASE 1	12
2.1. ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC DU TERRITOIRE	12
2.1.1. Hydrologie	12
2.1.2. Un fonctionnement hydraulique différencié selon les territoires	13
2.1.3. Vulnérabilité du territoire	23
2.2. SCENARII PRESENTIS EN CONCLUSION DE LA PHASE 1	36
2.2.1. Stratégie globale de réduction de la vulnérabilité	36
2.2.2. Déclinaison de la Stratégie n°1 - Protection sur le secteur d'étude	37
2.3. VALIDATION DU COMITE DE PILOTAGE ET QUESTIONS EN SUSPENS	41
3. ANALYSES PRELIMINAIRES PAR TYPOLOGIES DE SOLUTIONS DE PROTECTION (AXES PAPI)	42
3.1. AXE 4 : PRISE EN COMPTE DU RISQUE DANS L'URBANISME	44
3.1.1. Cahier des Charges PAPI3	44
3.1.2. Objectif et stratégie	44
3.1.3. Actions	44
3.2. AXE 6 : GESTION DES ECOULEMENTS	46
3.2.1. Cahier des Charges PAPI 3	46
3.2.2. Gestion des embâcles	47
3.2.3. Rétention amont	51
3.2.4. Amélioration de l'évacuation de la crue sur la plaine de Bois Rouge	64
3.2.5. Déviation des écoulements	104
3.3. AXE 7 : GESTION DES OUVRAGES DE PROTECTION HYDRAULIQUES	120
3.3.1. Cohérence avec le cahier des Charges PAPI 3	120
3.3.2. Augmentation de la capacité hydraulique : reprise des ouvrages hydrauliques	122
3.3.3. Mesures de protections collectives : systèmes d'endiguement	215
3.3.4. Protection contre l'érosion des berges	236
3.4. AXE 5 : REDUCTION VULNERABILITE	250
3.4.1. Objectif et stratégie	250
3.5. AXE 0 : DEFINITION DE LA GOUVERNANCE	252
3.5.1. Cartographie des acteurs	253
3.5.2. Différents types de syndicats	254
3.5.3. Coopérations possibles pour une gestion commune	256
3.5.4. Synthèse	257
3.6. AUTRES AXES DU PAPI	258
4. ELABORATION DES SCENARII	259
4.1. METHODE	259
4.2. SCENARII ELABORES	260
4.2.1. Scénario 1	260
4.2.2. Scénario 2	262
4.2.3. Scénario 3	264
4.2.4. Synthèse	266

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

5.	SCENARIO RETENU PAR LE COMITE DE PILOTAGE	267
5.1.	DESCRIPTION DES ACTIONS RETENUES	267
5.2.	COUTS DES ACTIONS	267

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

TABLEAUX

TABL. 1 - ENJEUX PRESENTS DANS L'EMPRISE INONDEE SUR LE SECTEUR AMONT	23
TABL. 2 - ENJEUX PRESENTS DANS L'EMPRISE INONDEE SUR LE SECTEUR MEDIAN	27
TABL. 3 - ENJEUX PRESENTS DANS L'EMPRISE INONDEE SUR LE SECTEUR AVAL	29
TABL. 4 - ENJEUX – SECTEUR CHEMIN D'EAU	31
TABL. 5 - INDICATEURS A UTILISER DANS L'AMC	34
TABL. 6 - LES 4 PILIERS DE LA GESTION DES RISQUES	36
TABL. 7 - IMPACTS DU RECALIBRAGE DU LIT MINEUR SUR LES ENJEUX AVAL DU TERRITOIRE	70
TABL. 8 - ANALYSE DU RECALIBRAGE DU LIT MAJEUR	74
TABL. 9 - IMPACTS HYDRAULIQUES – GESTION DU CORDON LITTORAL	77
TABL. 10 - IMPACTS HYDRAULIQUES – SUPPRESSION DES REMBLAIS DU PONT CFR	84
TABL. 11 - IMPACTS HYDRAULIQUES – SUPPRESSION DU PONT DE BOIS ROUGE	87
TABL. 12 - IMPACT HYDRAULIQUE – SUPPRESSION DES REMBLAIS DU TEMPLE TAMOUL	90
TABL. 13 - IMPACTS HYDRAULIQUES – SUPPRESSION DES 3 VERROUS	93
TABL. 14 - IMPACTS SUR LE SECTEUR DE LA MARINE	96
TABL. 15 - IMPACTS SUR LE SECTEUR DE BOIS ROUGE	96
TABL. 16 - SYNTHESE – SUPPRESSION DES VERROUS HYDRAULIQUES	97
TABL. 17 - SYNTHESE SUPPRESSION DES VERROUS HYDRAULIQUES	98
TABL. 18 - IMPACTS DU SCENARIO N°1 – ZONES DE DEBORDEMENTS PREFERENTIELS	100
TABL. 19 - IMPACTS DU SCENARIO N°1 – ZONES DE DEBORDEMENTS PREFERENTIELS	102
TABL. 20 - COMPARAISON DES SOLUTIONS POSSIBLES CONCERNANT LA DERIVATION	109
TABL. 21 - COMPARATIF DES TROIS SCENARII DE DERIVATION	110
TABL. 22 - DEBITS DE POINTE SUR L'AMONT DE LA RAVINE PAYET	116
TABL. 23 - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE – PONT MORIN	133
TABL. 24 - ANALYSE HYDRAULIQUE – PONT MORIN	134
TABL. 25 - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE – PONT MINOT	136
TABL. 26 - ANALYSE HYDRAULIQUE – PONT MINOT	137
TABL. 27 - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE – PONT DE LA REPUBLIQUE	141
TABL. 28 - ANALYSE HYDRAULIQUE	143
TABL. 29 - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE – PONT SENAUD	149
TABL. 30 - ANALYSE HYDRAULIQUE – PONT SENAUD	151
TABL. 31 - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE – PONT AUGUSTE	153
TABL. 32 - ANALYSE HYDRAULIQUE	155
TABL. 33 - SYNTHESE DES AMENAGEMENTS DE REPRISE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES DE LA RAVINE SECHE SANS DEVIATION	165
TABL. 34 - SYNTHESE DES CONTRAINTES	167
TABL. 35 - DEBITS DE POINTE DE LA RAVINE SECHE AVEC ET SANS DERIVATION AMONT	168
TABL. 36 - SYNTHESE DES SCENARII DE REPRISE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES AVEC DERIVATION DE LA RAVINE SECHE	173
TABL. 37 - SYNTHESE DES CONTRAINTES	175
TABL. 38 - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE – OH 7 ET OH8	177
TABL. 39 - ANALYSE HYDRAULIQUE	178
TABL. 40 - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE – OH6 RUE PAYET	180
TABL. 41 - ANALYSE HYDRAULIQUE	180
TABL. 42 - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE	182
TABL. 43 - ANALYSE HYDRAULIQUE	183
TABL. 44 - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE – OH4 RUE DU PERE REpond	184
TABL. 45 - ANALYSE HYDRAULIQUE	185
TABL. 46 - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE – RUE CAZAL	187
TABL. 47 - ANALYSE HYDRAULIQUE – OH3	188
TABL. 48 - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE	190
TABL. 49 - ANALYSE HYDRAULIQUE	191
TABL. 50 - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE HYDRAULIQUE	195
TABL. 51 - ANALYSE HYDRAULIQUE – OH CHEMIN MIGUEL	196
TABL. 52 - SYNTHESE DES SCENARII DE REPRISE DES OH SUR LA RAVINE PAYET SANS DERIVATION	200
TABL. 53 - SYNTHESE DES CONTRAINTES	202
TABL. 54 - DEBITS DE POINTE DE LA RAVINE PAYET POUR LES DIFFERENTES CONFIGURATIONS DE DERIVATION DES APPORTS AMONT	210
TABL. 55 - SYNTHESE DES SCENARII DE REPRISE DES OH SUR LA RAVINE PAYET AVEC DERIVATION TOTALE	211
TABL. 56 - SYNTHESE DES CONTRAINTES	213
TABL. 57 - SYNTHESE – PROTECTIONS COLLECTIVES SUR LE SECTEUR MEDIAN	221
TABL. 58 - SYNTHESE - PROTECTION DU QUARTIER DE LA MARINE	223
TABL. 59 - IMPACTS DE LA PROTECTION COLLECTIVE DES ENJEUX URBAINS DES SECTEURS MEDIAN ET AVAL	228
TABL. 60 - SYNTHESE DES IMPACTS DE LA PROTECTION DU SITE DE BOIS ROUGE	235
TABL. 61 - SYNTHESE DE LA PROTECTION COLLECTIVE DU SITE DE BOIS ROUGE	235
TABL. 62 - SYNTHESE SUR LES ACTIONS DE PROTECTIONS COLLECTIVES	236
TABL. 63 - TYPE DE PROTECTIONS CONTRE L'EROSION PROPOSEES	237
TABL. 64 - SYNTHESE – PROTECTION CONTRE L'EROSION – SECTEURS AMONT	249
TABL. 65 - SYNTHESE – PROTECTION CONTRE L'EROSION – SECTEURS AMONT	249

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

TABL. 66 - DIFFERENTS SYNDICATS	254
TABL. 67 - SYNTHESE DU SCENARIO 1	260
TABL. 68 - SYNTHESE DU SCENARIO 2	262
TABL. 69 - SYNTHESE DU SCENARIO 3	264
TABL. 70 - COMPARAISON DES TROIS SCENARII CONCERTES	266

FIGURES

FIG. 1.	DEBITS CARACTERISTIQUES DES SOUS-BASSINS VERSANT DE LA ZONE D'ETUDE	12
FIG. 2.	OUVRAGES HYDRAULIQUES PRESENTS SUR LE SECTEUR AMONT DU TERRITOIRE	13
FIG. 3.	PROFILS EN LONG – RAVINE SECHE	14
FIG. 4.	PROFILS EN LONG – RAVINE PAYET	15
FIG. 5.	SECTEUR AMONT 1/3	16
FIG. 6.	SECTEUR AMONT 2/3	17
FIG. 7.	SECTEUR AMONT 3/3	18
FIG. 8.	SECTEUR MEDIAN	20
FIG. 9.	EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS LA PLAINE DE BOIS ROUGE – CRUE CENTENNALE	21
FIG. 10.	SECTEUR AVAL – SITE INDUSTRIEL DE BOIS ROUGE	22
FIG. 11.	SECTEUR AVAL – QUARTIER DE LA MARINE	22
FIG. 12.	VULNERABILITE - SECTEUR AMONT 1/	24
FIG. 13.	VULNERABILITE - SECTEUR AMONT 2/3	25
FIG. 14.	VULNERABILITE - SECTEUR AMONT 3/3	26
FIG. 15.	VULNERABILITE - SECTEUR MEDIAN	28
FIG. 16.	VULNERABILITE - SECTEUR AVAL 1/2	30
FIG. 17.	VULNERABILITE - SECTEUR AVAL 2/2	30
FIG. 18.	SCHEMA DE PRINCIPE (SOURCE : CIREST)	31
FIG. 19.	RAPPORT CIREST	31
FIG. 20.	MAISONS INONDEES LORS DE FAKIR –SOURCE : CIREST)	32
FIG. 21.	HAUTEURS D'EAU LORS DE FAKIR (SOURCE : CIREST)	32
FIG. 22.	: CARTE SYNTHESE DU DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE	35
FIG. 23.	MESURES DE PROTECTION DES ENJEUX ENVISAGEES A L'ISSUE DE LA PHASE 1	40
FIG. 24.	RAPPELS DES DIFFERENTS AXES PAPI	42
FIG. 25.	TYPOLOGIES DE SOLUTIONS DE PROTECTION ET DE REDUCTION DE LA VULNERABILITE	43
FIG. 26.	PRE-IDENTIFICATION DES SECTEURS INONDES SANS ENJEUX HUMAINS RECENSES	45
FIG. 27.	ENTRETIEN DES BERGES (SOURCE : CIREST)	48
FIG. 28.	EXEMPLE DE PIEGE A EMBACLES (SOURCE : LES3RIVIERES)	49
FIG. 29.	LOCALISATION DU SITE PILOTE	50
FIG. 30.	LOCALISATION DU SITE PILOTE	52
FIG. 31.	VUE AMONT CHEMIN MORIN	53
FIG. 32.	SCHEMA DE PRINCIPE	53
FIG. 33.	SCHEMA DE PRINCIPE DU SITE PILOTE PROPOSE	54
FIG. 34.	LOCALISATION DE LA ZEC POTENTIELLE	55
FIG. 35.	LOIS HAUTEURS-VOLUMES – ZEC AMONT PONT MORIN	56
FIG. 36.	ECRETEMENT DU DEBIT THEORIQUE MAXIMAL OBTENU POUR UNE CRUE DECENNALE ET POUR UNE CRUE CENTENNALE	57
FIG. 37.	FONCTIONNEMENT DU SECTEUR AMONT DE LA RAVINE PAYET	59
FIG. 38.	SECTEUR AMONT DE LA RAVINE PAYET	60
FIG. 39.	ANALYSE DE LA TOPOGRAPHIE DE LA ZONE	61
FIG. 40.	SECTEUR EN AMONT DE L'OH4 – RAVINE PAYET	62
FIG. 41.	IMPACTS ET HAUTEURS D'EAU MAXIMALES DE LA MISE EN ŒUVRE D'UNE ZEC – CRUE CENTENNALE	63
FIG. 43.	NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE DECENNALE	65
FIG. 44.	NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE CENTENNALE	65
FIG. 45.	TOPOGRAPHIE DE L'EXUTOIRE DE LA GRANDE RIVIERE SAINT-JEAN – LOCALISATION DES VERROUS	66
FIG. 46.	VITESSES MAXIMALES – CRUE CENTENNALE	66
FIG. 47.	LINEAIRE CONCERNE PAR LA REPRISE DU LIT MINEUR DE LA GRANDE RIVIERE SAINT-JEAN	69
FIG. 48.	EVOLUTIONS DES FONDS MODELISEES	69
FIG. 49.	PROFILS DES FONDS ETUDIES	70
FIG. 50.	IMPACTS DU RECALIBRAGE DU LIT MINEUR – CRUE DECENNALE	71
FIG. 51.	IMPACTS DU RECALIBRAGE DU LIT MINEUR – CRUE CENTENNALE	71
FIG. 52.	VITESSES MAXIMALES – CRUE CENTENNALE : ZONES PREFERENTIELLES D'ECOULEMENT	73
FIG. 53.	TOPOGRAPHIE DU CORDON LITTORAL (ACTUEL A GAUCHE – AMENAGE A DROITE)	75
FIG. 54.	EVOLUTION DE LA TOPOGRAPHIE DU CORDON MODELISEE	76
FIG. 55.	EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU – CRUE CENTENNALE	77
FIG. 56.	IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE DECENNALE	78

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

FIG. 57.	IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE CENTENNALE	78
FIG. 58.	SYNTHESE - GESTION ALTIMETRIQUE DU CORDON LITTORAL	79
FIG. 59.	LOCALISATION DES « VERROUS HYDRAULIQUES ANTHROPIQUES »	80
FIG. 60.	LOCALISATION DES ZONES DECAISSEES	81
FIG. 61.	TOPOGRAPHIE (SITUATION DE REFERENCE)	82
FIG. 62.	TOPOGRAPHIE (SITUATION AMENAGEE)	82
FIG. 63.	EVOLUTION DE LA TOPOGRAPHIE	83
FIG. 64.	IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE DECENNALE	85
FIG. 65.	IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE CENTENNALE	86
FIG. 66.	IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE DECENNALE	88
FIG. 67.	IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE CENTENNALE	89
FIG. 68.	IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE DECENNALE	91
FIG. 69.	IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE CENTENNALE	92
FIG. 70.	IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE DECENNALE	94
FIG. 71.	IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE CENTENNALE	95
FIG. 72.	DEBLAIS ASSOCIES AU SCENARIO 1	99
FIG. 73.	DEBLAIS ASSOCIES AU SCENARIO 2	100
FIG. 74.	ZONES DE DEBORDEMENTS PREFERENTIELS – SCENARIO 1 – IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE DECENNALE	101
FIG. 75.	ZONES DE DEBORDEMENTS PREFERENTIELS – SCENARIO 1 – IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE CENTENNALE	101
FIG. 1.	ZONES DE DEBORDEMENTS PREFERENTIELS – SCENARIO 2 – IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE DECENNALE	102
FIG. 2.	ZONES DE DEBORDEMENTS PREFERENTIELS – SCENARIO 2 – IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE CENTENNALE	103
FIG. 3.	LOCALISATION DES TRACES DE DERIVATION DE LA RAVINE SECHE	105
FIG. 4.	TRACES	106
FIG. 5.	PRISES D'EAU	107
FIG. 6.	IMPACT DE LA DERIVATION DE LA RAVINE SECHE SUR LES DEBITS DE POINTE	111
FIG. 7.	IMPACT DE LA DERIVATION AMONT DE LA RAVINE SECHE SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX DES SECTEURS MEDIAN ET AVAL – CRUE DECENNALE	112
FIG. 8.	IMPACT DE LA DERIVATION AMONT DE LA RAVINE SECHE SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX DES SECTEURS MEDIAN ET AVAL – CRUE CENTENNALE	112
FIG. 9.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS DE DERIVATION DE LA RAVINE PAYET	114
FIG. 10.	LOCALISATION DES AMENAGEMENTS DE DERIVATION DE LA RAVINE PAYET	115
FIG. 11.	DECOUPAGE EN SOUS BASSIN-VERSANT ET PRINCIPE DE L'AMENAGEMENT FINAL	115
FIG. 12.	ZONES INONDEES POUR LA CONFIGURATION AVEC DERIVATION TOTALE DES APPORTS AMONT DE LA RAVINE PAYET – CRUE CENTENNALE SANS APPORTS DE LA RAVINE SECHE	117
FIG. 13.	DIMENSIONNEMENT ET CHIFFRAGE DE LA DERIVATION DES APPORTS AMONT DE LA RAVINE PAYET	118
FIG. 14.	CANAL LE LONG DE LA RD	119
FIG. 15.	CAPACITE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES SUR LE SECTEUR DU CENTRE-VILLE DE SAINT-ANDRE	123
FIG. 16.	CRUES DE LA RAVINE SECHE ET DE LA RAVINE PAYET	126
FIG. 17.	CRUE DE LA RAVINE PAYET SEULE (PAS D'APPORT DE LA RAVINE SECHE)	126
FIG. 18.	IMPACT DES APPORTS DE LA RAVINE SECHE SUR LES DEBITS DE LA RAVINE PAYET (A GAUCHE AVEC APPORTS RAVINE SECHE – A DROITE SANS APPORTS)	127
FIG. 19.	HAUTEURS D'EAU MAXIMALES POUR LA CRUE CENTENNALE – RAVINES SECHE ET PAYET A GAUCHE, RAVINE SECHE SEULE AU CENTRE, RAVINE PAYET SEULE A DROITE (RESULTATS BRUTS DE MODELISATION)	128
FIG. 20.	SYNTHESE DE LA VULNERABILITE DU TERRITOIRE AUX INONDATIONS RESPECTIVES DES RAVINES SECHE ET PAYET	131
FIG. 21.	SECTEUR AMONT	132
FIG. 22.	LOCALISATION - PONT MORIN	133
FIG. 23.	PLAN DU PROJET – PONT MORIN	134
FIG. 24.	COURBE DE DEBITANCE – PONT MORIN	135
FIG. 25.	LOCALISATION - PONT MINOT	136
FIG. 26.	VUE EN PLAN - PONT MINOT	137
FIG. 27.	PLAN DU PONT MINOT - AMONT / AVAL	137
FIG. 28.	COURBES DE DEBITANCE – PONT MINOT	138
FIG. 29.	DEBORDEMENTS – PONT MINOT	138
FIG. 30.	LOCALISATION DES ZONES DE DEBORDEMENT – PONT MORIN	139
FIG. 31.	PHOTOS – PONT MINOT	139
FIG. 32.	AMENAGEMENTS POSSIBLES – PONT MINOT	140
FIG. 33.	LOCALISATION - PONT REPUBLIQUE	141
FIG. 34.	PLANS – PONT DE LA REPUBLIQUE	142
FIG. 35.	COURBE DE DEBITANCE – PONT DE LA REPUBLIQUE	143
FIG. 36.	DIRECTIONS PRINCIPALES DES DEBORDEMENTS AUX ABORDS DU PONT DE LA REPUBLIQUE	144
FIG. 37.	ZONES DE DEBORDEMENTS – PONT DE LA REPUBLIQUE	144
FIG. 38.	AMENAGEMENTS POSSIBLES – PONT DE LA REPUBLIQUE	146
FIG. 39.	APPROFONDISSEMENT DU LIT MINEUR	147
FIG. 40.	DECHARGE OU CANAL LATERAL	148
FIG. 41.	LOCALISATION – PONT SENAUD	149
FIG. 42.	PLANS - PONT SENAUD	150

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

FIG. 43.	COURBE DE DEBITANCE – PONT SENAUD	151
FIG. 44.	AMENAGEMENTS POSSIBLES – PONT SENAUD	152
FIG. 45.	LOCALISATION - PONT AUGUSTE	153
FIG. 46.	PLANS – PONT AUGUSTE	154
FIG. 47.	COURBE DE DEBITANCE – PONT AUGUSTE	155
FIG. 48.	MECANISMES DE DEBORDEMENTS – PONT AUGUSTE	156
FIG. 49.	ILLUSTRATION D'UN ELARGISSEMENT DU PONT A 10,0M	157
FIG. 50.	AMENAGEMENTS POSSIBLES – PONT AUGUSTE	157
FIG. 51.	DEBITS DE POINTE SUR LA RAVINE SECHE – CONFIGURATION DE REFERENCE	158
FIG. 52.	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DES PONTS DU CENTRE-VILLE DE SAINT-ANDRE	159
FIG. 53.	PROFILS EN LONG DES CRUES DECENNALE ET CENTENNALE – RAVINE SECHE – CONFIGURATION ACTUELLE	160
FIG. 54.	ETAPE 1 – REDIMENSIONNEMENT DU PONT MINOT	161
FIG. 55.	ETAPE 2 – REDIMENSIONNEMENT DU PONT MINOT ET DU PONT DE LA REPUBLIQUE	161
FIG. 56.	ETAPE 3 – REDIMENSIONNEMENT DU PONT MINOT, DU PONT DE LA REPUBLIQUE ET DU PONT SENAUD	162
FIG. 57.	ETAPE 5 – REDIMENSIONNEMENT DU PONT MINOT, DU PONT DE LA REPUBLIQUE, DU PONT SENAUD ET DU PONT AUGUSTE	163
FIG. 58.	LIGNES D'EAU MAXIMALES – CRUES DECENNALE ET CENTENNALE – AMENAGEMENT 1	164
FIG. 59.	ETAPE 1 – REPRISE DU PONT MINOT	169
FIG. 60.	ETAPE 2 – REPRISE DU PONT MINOT ET DU PONT DE LA REPUBLIQUE	169
FIG. 61.	ETAPE 3 – REPRISE DU PONT MINOT, DU PONT DE LA REPUBLIQUE ET DU PONT AUGUSTE	170
FIG. 62.	LIGNES D'EAU MAXIMALES – CRUES DECENNALE ET CENTENNALE – AMENAGEMENT 1 ET DERIVATION AMONT DE LA RAVINE SECHE	171
FIG. 63.	OUVRAGES HYDRAULIQUES (OH)	176
FIG. 64.	LOCALISATION - OH7 ET 8	177
FIG. 65.	LOCALISATION – OH6 RUE PAYET	179
FIG. 66.	LOCALISATION DE L'OH6	179
FIG. 67.	DIRECTIONS PREFERENTIELLES DES DEBORDEMENTS	181
FIG. 68.	DEBORDEMENTS SUR LA RUE PAYET LORS DE FAKIR	181
FIG. 69.	LOCALISATION - OH 5	182
FIG. 70.	PLAN – OH5	183
FIG. 71.	OH 4 – RUE DU PERE REPOUD	184
FIG. 72.	PLAN OH4	185
FIG. 73.	LOCALISATION DES ENJEUX ET DIRECTIONS PREFERENTIELLES DES DEBORDEMENTS SUR LA ZONE	186
FIG. 74.	LOCALISATION - OH3 – RUE CAZAL	187
FIG. 75.	PLAN OH3	188
FIG. 76.	EMPRISE INONDEE PAR LA RAVINE SECHE ET PAR LA RAVINE PAYET EN CRUE CENTENNALE	189
FIG. 77.	LOCALISATION - OH2 – RUE DU STADE	190
FIG. 78.	PLAN OH2	191
FIG. 79.	ZONES DE DEBORDEMENTS ET DIRECTIONS PREFERENTIELLES DES DEBORDEMENTS	192
FIG. 80.	CONFIGURATION ACTUELLE DE L'OH3 ET DE L'OH2	193
FIG. 81.	REPRISE DE L'OH 3 ET DE L'OH2 ET DU LIT MINEUR A SURFACE LIBRE SUR LE SECTEUR DU COLLEGE	193
FIG. 82.	SCHEMATISATION DE LA REPRISE DES FONDS ETUDIEE	194
FIG. 83.	LOCALISATION - OH1	195
FIG. 84.	PLAN OH1	196
FIG. 85.	LOCALISATION DES DESORDRES	196
FIG. 86.	DEBITS DE POINTE SUR LA RAVINE PAYET – CONFIGURATION SANS DERIVATION AMONT	197
FIG. 87.	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DES PONTS DU CENTRE-VILLE DE SAINT-ANDRE	197
FIG. 88.	PROFILS EN LONG DES LIGNES D'EAU POUR LES CRUES DECENNALE ET CENTENNALE DE LA RAVINE PAYET – CONFIGURATION DE REFERENCE	198
FIG. 89.	IMPACTS DE LA REPRISE DE L'OH6 SUR LES ZONES INONDEES	203
FIG. 90.	IMPACTS DE LA REPRISE DE L'OH6 SUR LES NIVEAUX AVAL	204
FIG. 91.	ZONE INONDEE RESIDUELLE APRES REPRISE DES OUVRAGES OH8, OH7 ET OH6 – CRUE CENTENNALE SANS APPORTS DE LA RAVINE SECHE	205
FIG. 92.	IMPACTS DE LA REPRISE DES OH 6, 7 ET 8 SUR LES EMPRISES INONDEES EN CRUE CENTENNALE – SANS DEBORDEMENTS DE LA RAVINE SECHE	206
FIG. 93.	IMPACTS DE LA REPRISE DES OH 6, 7 ET 8 SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE CENTENNALE	207
FIG. 94.	LOGEMENTS IMPACTES EN CRUE CENTENNALE AVEC LA REPRISE DES OUVRAGES AMONT – CONFIGURATION SANS DERIVATION AMONT DE LA RAVINE PAYET	208
FIG. 95.	DEBITS DE POINTE DE LA RAVINE PAYET EN SITUATION DE REFERENCE ET EN SITUATION AVEC REPRISE DES OH8,7 ET 6 – CONFIGURATION SANS DERIVATION AMONT	209
FIG. 96.	IMPACTS DE LA REPRISE DE L'OH6 E DE LA DERIVATION TOTALE DES APPORTS AMONT DE LA RAVINE PAYET SUR LES INONDATIONS – CRUE CENTENNALE SANS APPORTS DE LA RAVINE SECHE	214
FIG. 97.	SECTEUR COMMUNE BEGUE	217
FIG. 98.	DECOMPOSITION DES SECTEURS URBAINS DU QUARTIER FRANÇAIS EN SOUS-SECTEURS	218
FIG. 99.	PROTECTIONS COLLECTIVES DU SECTEUR QUARTIER FRANÇAIS AVAL	218
FIG. 100.	LOCALISATION DES BATIMENTS VULNERABLES – SECTEUR MEDIAN	219
FIG. 101.	PROTECTIONS COLLECTIVES DU SECTEUR QUARTIER FRANÇAIS MEDIAN	219

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

FIG. 102.	PROTECTIONS COLLECTIVES DU SECTEUR QUARTIER FRANÇAIS AMONT	220
FIG. 103.	PROTECTIONS COLLECTIVES DU SECTEUR CABBUSTON	220
FIG. 104.	VULNERABILITE ACTUELLE DES ENJEUX DU QUARTIER DE LA MARINE	222
FIG. 105.	PROTECTIONS COLLECTIVES DU QUARTIER DE LA MARINE	222
FIG. 106.	QUARTIER FRANÇAIS – VITESSES DES ECOULEMENTS EN CRUE CENTENNALE	223
FIG. 107.	QUARTIER FRANÇAIS – LOCALISATION DES ZONES A PROTEGER (ZONE « LARGE »)	224
FIG. 108.	QUARTIER DE LA MARINE – LOCALISATION DES ZONES A PROTEGER (ZONE « LARGE »)	224
FIG. 109.	IMPACTS DE LA MISE EN ŒUVRE DES PROTECTIONS COLLECTIVES « LARGE » DES SECTEURS URBAINS	225
FIG. 110.	IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE DECENNALE	226
FIG. 111.	IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE CENTENNALE	227
FIG. 112.	VULNERABILITE DES BATIMENTS DU SECTEUR BOIS ROUGE	229
FIG. 113.	HAUTEURS D'EAU (CRUE CENTENNALE)	230
FIG. 114.	PROTECTIONS COLLECTIVES DU SITE DE BOIS ROUGE	230
FIG. 115.	BOIS ROUGE : ZONE PROTEGEE « LARGE »	231
FIG. 116.	IMPACTS DE LA PROTECTION COLLECTIVE DE BOIS ROUGE – CRUE DECENNALE	232
FIG. 117.	IMPACTS DE LA PROTECTION COLLECTIVE DE BOIS ROUGE – CRUE CENTENNALE	232
FIG. 118.	IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE DECENNALE	233
FIG. 119.	IMPACTS SUR LES NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX – CRUE CENTENNALE	234
FIG. 120.	SECTEUR 1	238
FIG. 121.	SECTEUR 1 – CONTRAINTES HYDRAULIQUES	239
FIG. 122.	SECTEUR 2.1	240
FIG. 123.	SECTEUR 2.1 – CONTRAINTES HYDRAULIQUES	241
FIG. 124.	SECTEUR 2.2	242
FIG. 125.	SECTEUR 2.2 – CONTRAINTES HYDRAULIQUES	243
FIG. 126.	SECTEUR 3.1	244
FIG. 127.	SECTEUR 3.1 – CONTRAINTES HYDRAULIQUES	245
FIG. 128.	SECTEUR 3.2	246
FIG. 129.	SECTEUR 3.2 – CONTRAINTES HYDRAULIQUES	246
FIG. 130.	SECTEURS FAISANT L'OBJET DE MESURES DE PROTECTION CONTRE L'EROSION	248
FIG. 131.	SECTEURS FAISANT L'OBJET DE MESURES PROTECTIONS INDIVIDUELLES	251
FIG. 132.	DECOUPAGE DU TERRITOIRE	253
FIG. 133.	PROCEDURE DE CREATION D'UNE STRUCTURE EX-NIHILO D'UN EPAGE	256
FIG. 134.	SCENARIO 1	261
FIG. 135.	SCENARIO 2	263
FIG. 136.	SCENARIO 3	265

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE

Le PGRI (Plan de Gestion du Risque Inondation) définit, pour la période 2016-2021, les grandes orientations qui permettent de réduire les conséquences négatives des risques inondation sur l'ensemble de la Réunion. Ce plan de gestion traite de tous les aspects de la gestion des risques inondations : information préventive, connaissance, surveillance, prévision, prévention, réduction de la vulnérabilité, protection, organisation du territoire, gestion de crise et retour d'expérience. Il formalise la politique de gestion des inondations à l'échelle du département et en particulier pour les territoires à risque important (TRI).

Les territoires des communes de Saint-André et de Sainte-Suzanne sont en grande partie concernés par le risque inondation, liées notamment aux cours d'eau appartenant au bassin versant de la Grande Rivière Saint-Jean et de la Rivière Sainte Suzanne. Ainsi, les zones urbanisées de ces deux communes ont été identifiées comme Territoire à Risque Inondation et font l'objet d'une Stratégie Locale de Gestion du Risque Inondation (SLGRI)¹.

La SLGRI fixe les objectifs de réduction des conséquences des inondations pour le TRI. Elle est déclinée de façon opérationnelle par un programme d'actions et de prévention des inondations (PAPI) à court et moyen terme.

Cette étude générale de définition des actions de réduction de la vulnérabilité est réalisée dans le cadre de l'élaboration de ce PAPI.

1.2. DEROULEMENT DE LA MISSION

Cette étude se décompose en 5 Phases :

1. Phase 1 : Définition de l'état de référence ;
2. Phase 2 : Définition de l'état de référence avec protections ; **dans laquelle s'inscrit le présent document,**
3. Phase 3 : Définition des états aménagés ;
4. Phase 4 : Bilan et estimation des bénéfices induits par les propositions d'aménagements ;
5. Phase 5 : Définition du programme pluriannuel d'action et des coûts d'entretien.

Ainsi la Phase 2 a pour objet de définir et d'étudier les 3 scénarii d'aménagement pour la protection des enjeux du territoire dans sa configuration actuelle.

¹ Arrêté n°2016-566/SG/DRCTCV/BCLU

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

1.3. OBJECTIFS DE LA PHASE 2

La Phase 2 a pour objectif de définir de manière concertée et argumentée les 3 scénarii d'aménagement pouvant être mis en œuvre sur le territoire afin d'en réduire la vulnérabilité et de protéger les enjeux identifiés. Leur efficacité sur la protection des enjeux et les impacts associés seront déterminés et présentés.

Ces 3 scénarii seront proposés à la validation du Comité de Pilotage de fin de Phase, qui validera sur la base des investigations menées, des éléments techniques et des propositions faite le scénarii que les élus souhaitent voir mise en œuvre pour assurer la mise en sécurité des populations et des biens.

1.4. DEROULEMENT DE LA PHASE 2

La Phase 2 va suivre le déroulement suivant :

- Rappels des principales conclusions de la Phase 1 sur le fonctionnement hydraulique du territoire et sur la vulnérabilité de celui-ci. Les enjeux prioritaires à protéger sont rappelés.
- Analyse des grandes familles d'actions et de mesures
- Description des objectifs et stratégies associées à ces actions
- Déclinaisons possibles sur le territoire sous formes d'actions (mode de gestion ou aménagements)
- Analyses sur la mise en œuvre de ces actions/aménagements : description, estimation des gains et impacts associés, interactions avec les autres actions, pertinence.... ;
- Définition et analyse des 3 scénarii de protection des enjeux proposés à la validation du Comité de Pilotage de la mission ;
- Description détaillée de chaque scénario : coût de mise en œuvre des aménagements, définition des contraintes associées (techniques, environnementales,...),
- Définition et analyse du fonctionnement hydraulique de chaque scénario pour différentes crues : enjeux protégés, impacts hydrauliques, définition de la vulnérabilité résiduelle du territoire,...
- Scénario final validé par le Comité de Pilotage de la mission
- Description des actions et aménagements composant le scénario
- Caractérisation de la protection du territoire et de la réduction de la vulnérabilité proposée
- Analyse des impacts hydrauliques associés

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

2. SYNTHÈSE DE LA PHASE 1

Ce paragraphe consiste à un rappel des principales conclusions de la Phase 1 de la mission.

2.1. ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC DU TERRITOIRE

Cette Phase de l'étude a permis de caractériser le fonctionnement hydraulique observé sur les différentes composantes du territoire et d'identifier la vulnérabilité des enjeux vis-à-vis du risque inondation. Cette étape est indispensable à la définition de mesures de réduction des risques la mieux adaptée au territoire.

2.1.1. Hydrologie

Les figures suivantes rappellent les débits caractéristiques des principaux sous-bassins versants du territoire qui ont été définis et retenus dans le cadre de la Phase 1 de la mission.

La seconde figure présente un zoom au niveau des secteurs en amont du centre-urbain de Saint-André, du fait des spécificités hydrauliques observées à ce niveau-là. Le fonctionnement de cette zone est rappelé dans les paragraphes suivants.

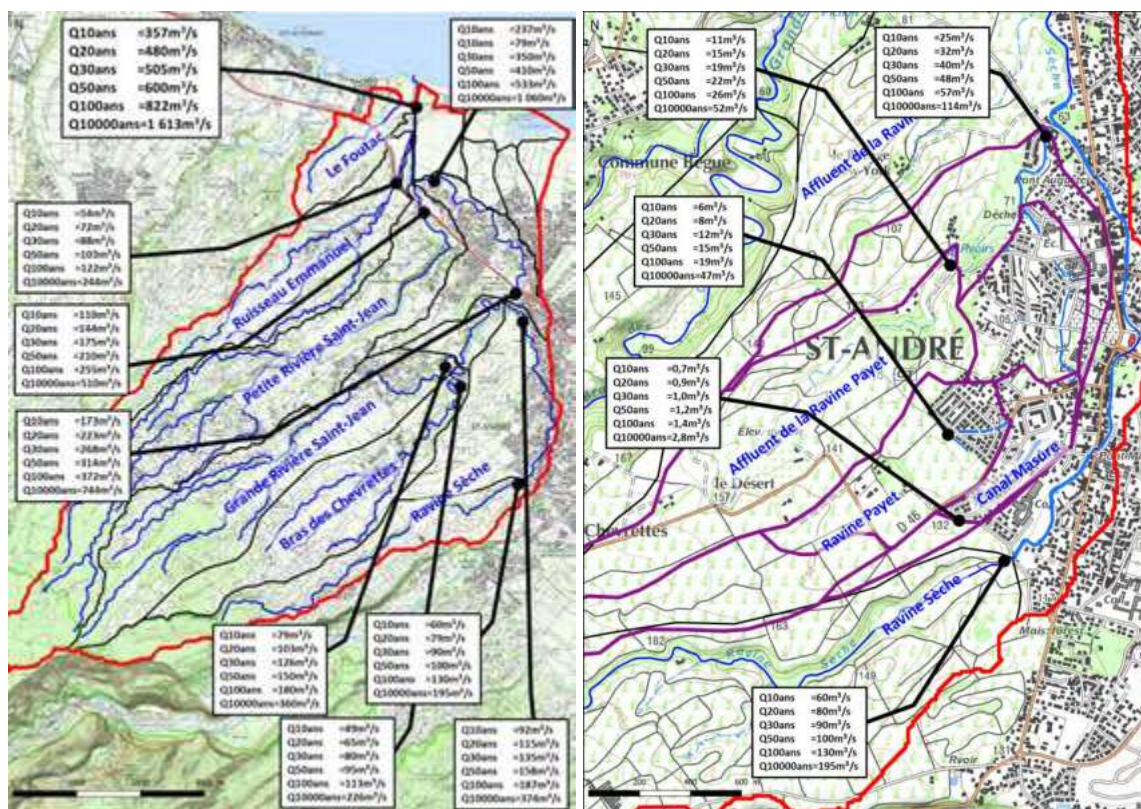


Fig. 1. Débits caractéristiques des sous-bassins versant de la zone d'étude

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

2.1.2. Un fonctionnement hydraulique différencié selon les territoires

Les analyses menées dans le cadre de la Phase 1 au niveau des secteurs présentant des enjeux potentiellement vulnérables vis-à-vis du risque inondation permettent de décomposer le secteur d'étude en trois grands secteurs de fonctionnement hydraulique spécifique :

- **Secteur amont de la Ravine Sèche**, depuis le franchissement du Pont du Chemin Morin à l'amont jusqu'à la confluence avec la Grande Rivière Saint-Jean à l'aval
- **Secteur médian de la Grande Rivière Saint-Jean**, depuis la confluence avec la Ravine Sèche jusqu'au franchissement de la RN2002 à l'aval,
- **Secteur aval de la Grande Rivière Saint Jean** (Plaine de Bois Rouge), depuis la RN2002 jusqu'à l'exutoire aval.

Du fait de l'absence d'enjeu humain potentiellement vulnérable vis-à-vis du risque inondation, les autres parties du territoire ne sont pas détaillées ici.

2.1.2.1. SECTEUR AMONT DE LA RAVINE SECHE ET DE LA RAVINE PAYET

Ce secteur concerne la Ravine Sèche et la Ravine Payet au niveau de leurs traversées du centre urbain de Saint-André. Ce secteur se caractérise par une très forte anthropisation des lits mineur et majeur (canalisation du lit, passage en souterrain, présence de murs et d'endiguement, franchissements de voiries....).

Sur ce secteur, la zone inondable est directement liée à l'anthropisation du territoire.

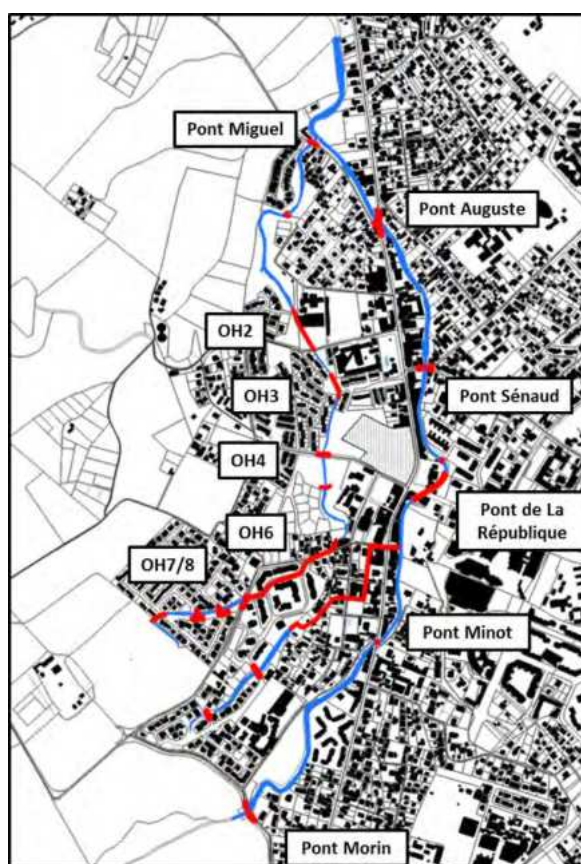


Fig. 2. Ouvrages hydrauliques présents sur le secteur amont du territoire

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Le graphique suivant présente les profils en long des lignes d'eau maximales dans le lit mineur de la Ravine Sèche lors de sa traversée du centre-urbain de Saint-André pour les différentes crues de référence et pour la configuration actuelle (de référence) du territoire.

Ce graphique met bien en évidence le rôle joué par les différents ouvrages de franchissement (ponts) sur le comportement hydraulique de la Ravine Sèche :

- à l'amont de chaque pont, on observe un « aplatissement » de la ligne d'eau : l'ouvrage hydraulique crée un blocage partiel des écoulements. On a donc une accumulation des eaux en amont qui se traduit par la rehausse des niveaux d'eau et par un aplatissement de la ligne d'eau. Cette rehausse peut générer des débordements à ce niveau en fonction de la hauteur des berges de la Ravine,
- cette limitation de la section d'écoulement se traduit également par un écrêtement des débits de pointe des crues de la Ravine Sèche :
- le pont Morin, en amont du territoire, ne génère pas de blocage/restriction des écoulements. En amont de celui-ci, les lignes d'eau des différentes crues ne présentent pas l'effet d'aplatissement. A l'aval de ce pont, les lignes d'eau des différentes crues présentent un écart similaire à celui observé en amont : il n'y a donc pas d'écèlement du débit de crue par ce pont ;
- au niveau du pont Minot, les lignes d'eau de l'ensemble des crues présentent un effet d'aplatissement : le pont est donc sous-dimensionné pour évacuer les débits de pointe de ces crues. Plus le débit de crue est important et plus la rehausse des niveaux d'eau générée par ce pont remonte en amont. A l'aval du pont, les lignes d'eau sont presque toutes confondues : le débit de pointe des crues est donc écrêté par le pont, ce qui signifie que le débit de pointe à l'aval de ce pont est quasiment le même pour toutes les crues. On distingue toutefois la crue décennale des autres crues sur ce graphique, cette crue présente donc un débit de pointe écrêté plus faible que le débit de pointe des autres crues de référence qui sont sensiblement égaux (Q30 à Q10 000).
- Malgré le fort écrêtement des débits de pointe généré par le pont Minot, les autres ponts du secteur génèrent une rehausse des lignes d'eau en amont, plus ou moins importantes.

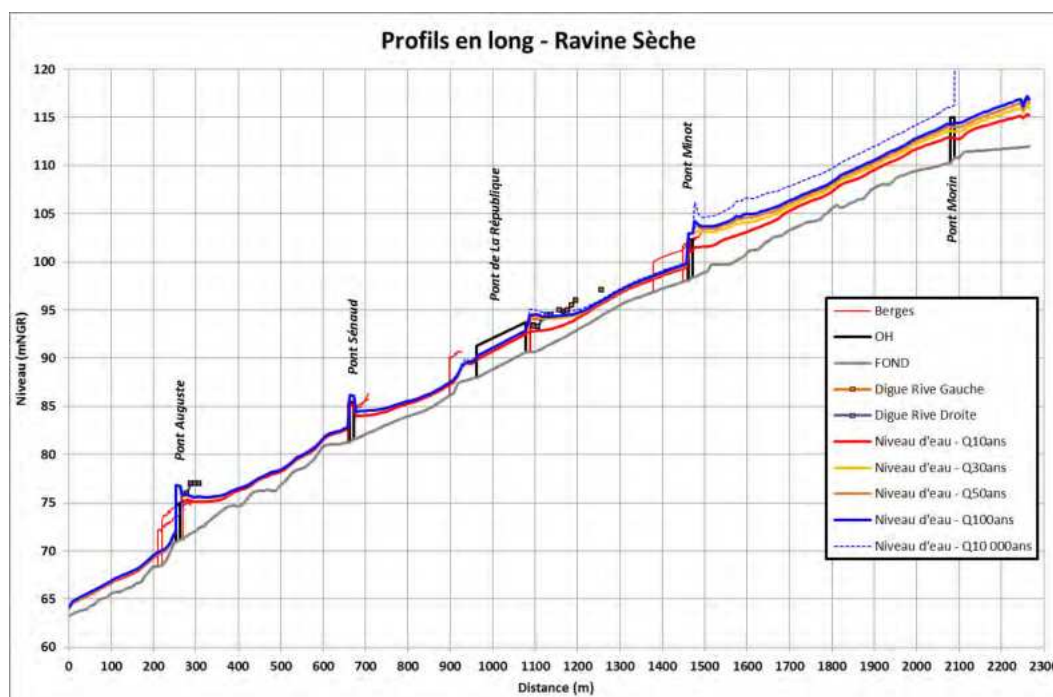


Fig. 3. Profils en long – Ravine Sèche

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Le graphique suivant présente le profil en long de la Ravine Payet. Cette ravine se caractérise par 3 ouvrages hydrauliques enterrés : OH6 au niveau de la Rue Payet et long de 300mètres, l'OH3 au niveau de la Rue Cazal et l'OH2 au niveau de la Rue du Stade.

Comme observé pour la Ravine Sèche, ce graphique illustre parfaitement l'écèlement joué par les différents ouvrages hydrauliques de la Ravine Payet, et notamment par l'OH6 au niveau duquel on observe l'aplatissement des lignes d'eau maximales. Contrairement à la Ravine Sèche, on n'observe pas ici un écèlement complet des débits pour les différentes crues de référence : les lignes d'eau des différentes crues sont bien dissociées sur l'ensemble du linéaire. Ce point s'explique par les différents retours des débordements dans le lit mineur qui s'effectuent à l'aval des ouvrages en différents secteurs du territoire.

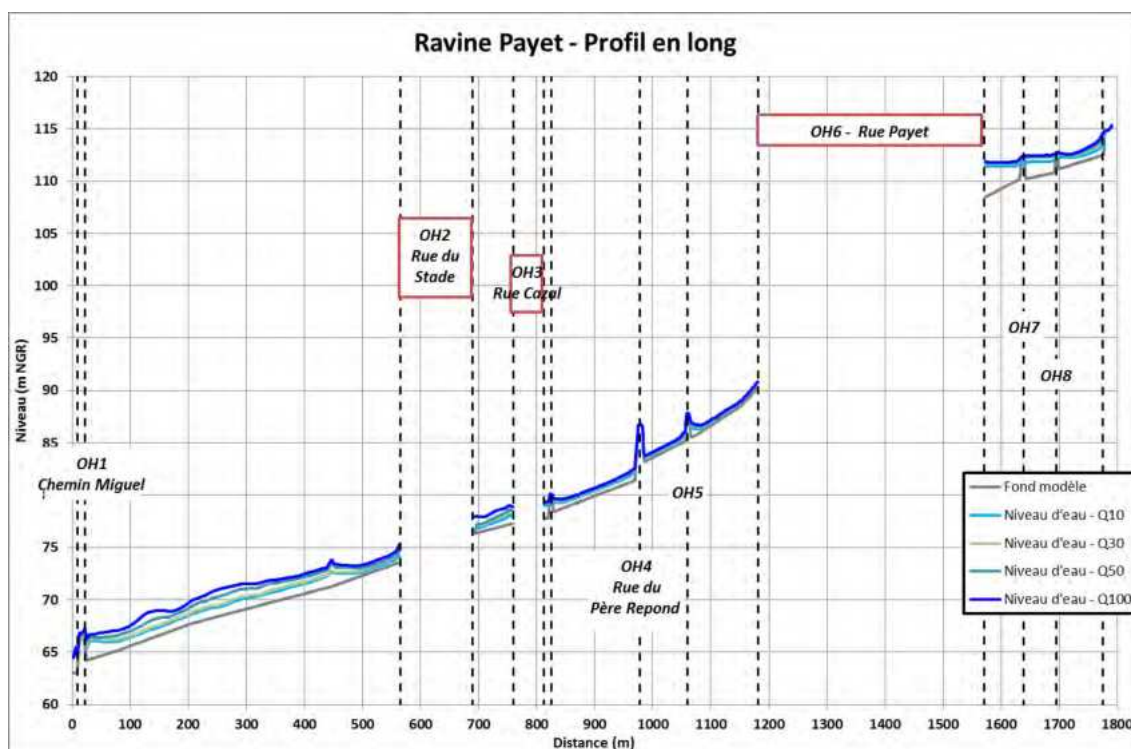


Fig. 4. Profils en long – Ravine Payet

La figure suivante présente et synthétise les spécificités hydrauliques suivantes du territoire amont identifiées en Phase 1 :

- emprise des zones inondées pour les 4 crues de référence suivantes : Q10, Q50, Q100 et Q10 000ans, ce qui permet d'apprécier l'emprise des secteurs inondés pour les différentes gammes de crues pouvant être observées sur le secteur,
- sections hydrauliques du lit mineur avant débordement pour l'ensemble des ravines du secteur d'étude,
- spécificités relatives aux ouvrages hydrauliques : débits capables, débits de surverse,...
- débits de pointe des crues caractéristiques.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

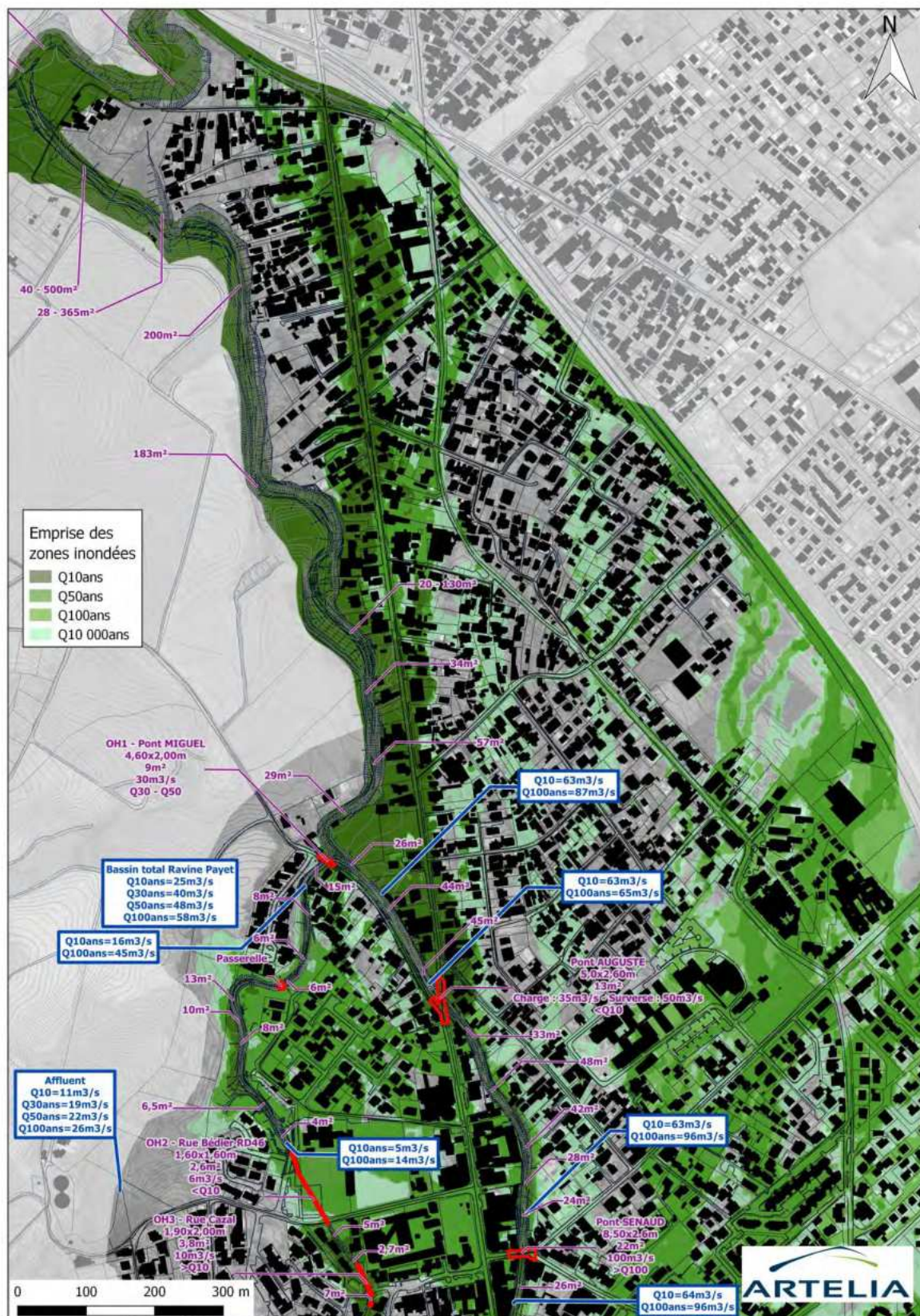


Fig. 5. Secteur amont 1/3

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

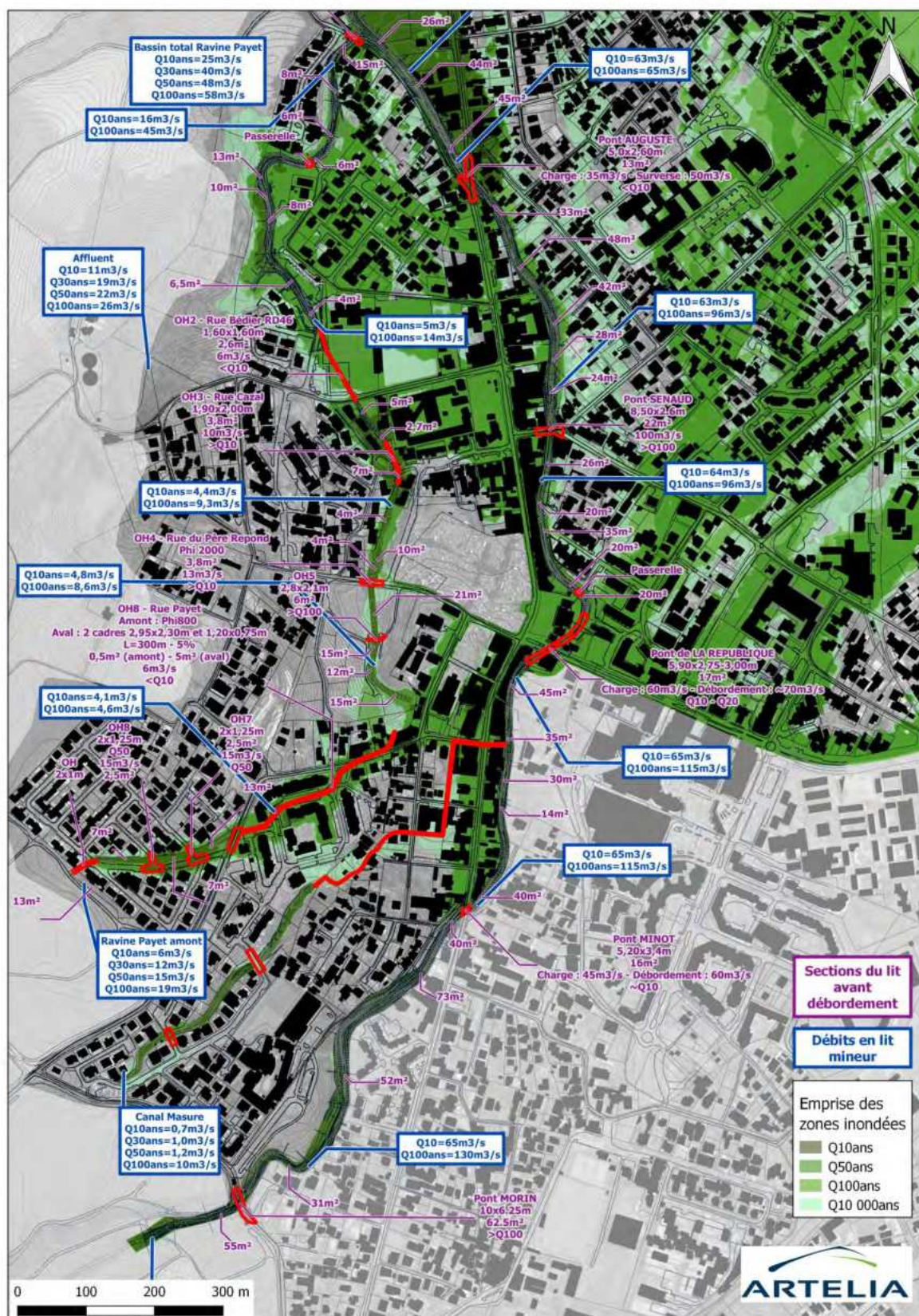


Fig. 6. Secteur amont 2/3

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-SuzannePhase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Le secteur amont est soumis à des débordements dès les crues fréquentes (<10ans), principalement générés par un sous-dimensionnement de certains ouvrages de franchissement. Les débordements sont issus des deux ravines : Ravine Sèche et son affluent en rive gauche : ravine Payet. Les débordements de ces deux cours d'eau se rejoignent au niveau du secteur de la piscine et du collège.

Les débordements observés empruntent les voiries qui constituent des axes d'écoulements préférentiels, aussi bien en rive droite qu'en rive gauche.

Les débordements impactent de manière très conséquente le centre-urbain de Saint-André. Les débordements observés se caractérisent par des vitesses d'écoulements importantes sur des secteurs moyennement pentus mais très lisses (asphalte). L'axe d'écoulement principal est constitué par l'Avenue Bourbon / Avenue de l'Île de France selon un axe sud-nord en rive gauche en amont et en rive droite en aval.

Les hauteurs d'eau maximales observées sur cette zone en lit majeur sont majoritairement faibles (<25 cm) à l'exception de quelques poches de stockages ponctuelles où des hauteurs d'eau plus importantes sont observées.

Le secteur amont est également sujet à des graves problématiques d'érosion des berges, qui peuvent, sur certains secteurs, menacer directement des habitations situées à proximité du lit mineur.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

2.1.2.2. SECTEUR MEDIAN DE LA GRANDE RIVIERE SAINT-JEAN

Ce secteur concerne le linéaire de la Grande Rivière Saint-Jean compris entre le franchissement de la RN2 et celui de la RN2002.

Ce secteur se caractérise par un écoulement en crue limité au lit mineur et au lit majeur sur une emprise limitée à 100 mètres de large environ.

Sur ce secteur, les hauteurs d'eau observées sont très importantes (>2,00 mètres en crue centennale sur l'ensemble du lit majeur).

Les vitesses sont très fortes selon l'axe du lit mineur. Les débordements sur ce secteur sont observés dès les crues fréquentes (10ans).

Comme pour le secteur amont, le secteur médian est également confronté à des phénomènes d'érosion des berges de la Grande Rivière Saint-Jean menaçant directement certains enjeux (cf. partie vulnérabilité du territoire).

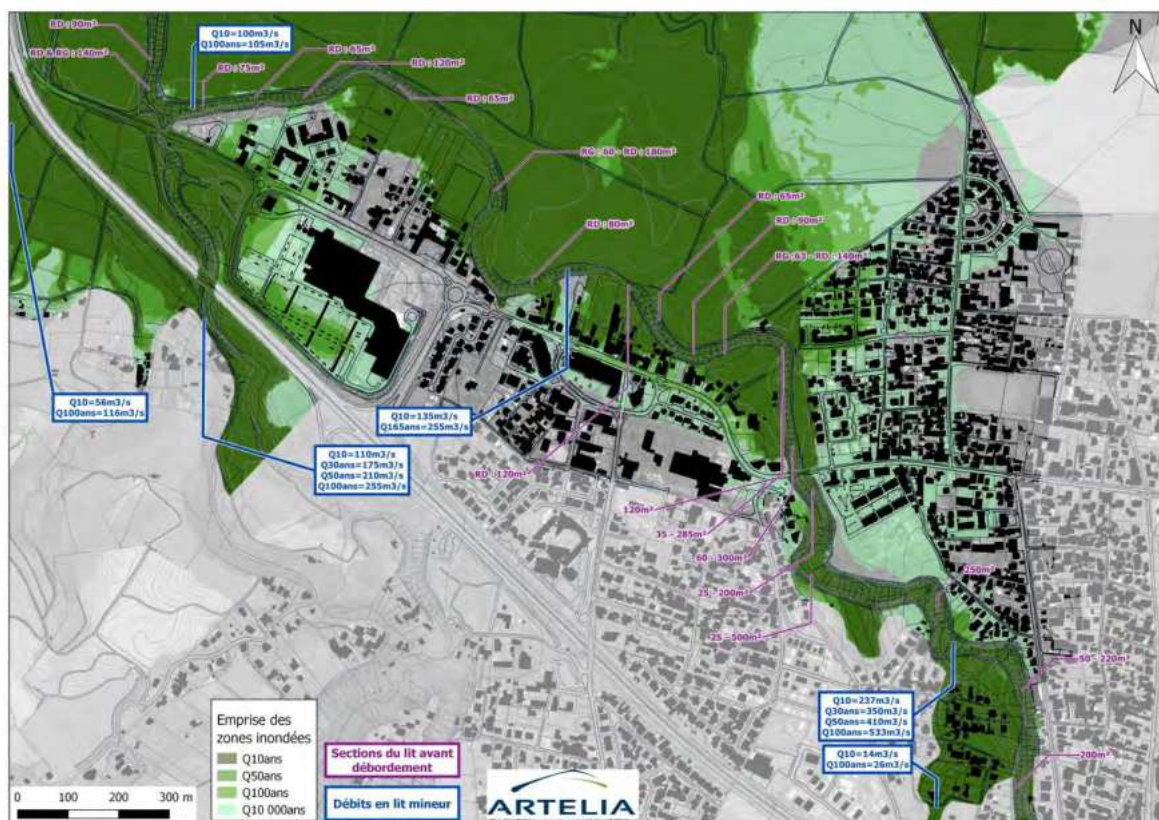


Fig. 8. Secteur médian

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

2.1.2.3. SECTEUR AVAL DE LA GRANDE RIVIERE SAINT-JEAN (PLAINE DE BOIS ROUGE)

Ce secteur concerne la partie aval de la Grande Rivière Saint-Jean. Il se caractérise par un élargissement très important de l'emprise de la zone inondable (jusqu'à 3,5 km), par une très faible pente des écoulements et par des niveaux d'eau maximaux homogènes, sans fortes variations sur la partie aval de la Plaine.

Différentes zones d'écoulements préférentiels sont observées dans cette plaine, selon les axes de dépressions topographiques, des différents réseaux de drainage et surtout suivant l'axe du lit mineur de la Grande Rivière Saint-Jean. Dans le lit mineur, les vitesses maximales observées sont bien moins importantes que celles observées sur les secteurs amont ($< 2,00\text{m/s}$ en moyenne).

Différents éléments structurants d'origine anthropique sont observés sur le secteur, qui contraignent et conditionnent le fonctionnement hydraulique : le pont de Bois Rouge, les zones remblayées aux abords du Temple Tamoul, l'ancien pont CFR... Ces éléments créent des pertes de charges plus ou moins conséquentes au niveau de leur franchissement.

L'évacuation des eaux sur ce secteur s'effectue au niveau des ruptures du cordon littoral et se concentre donc sur des largeurs très faibles au niveau desquelles sont observées une accélération des écoulements et une forte perte de charge.

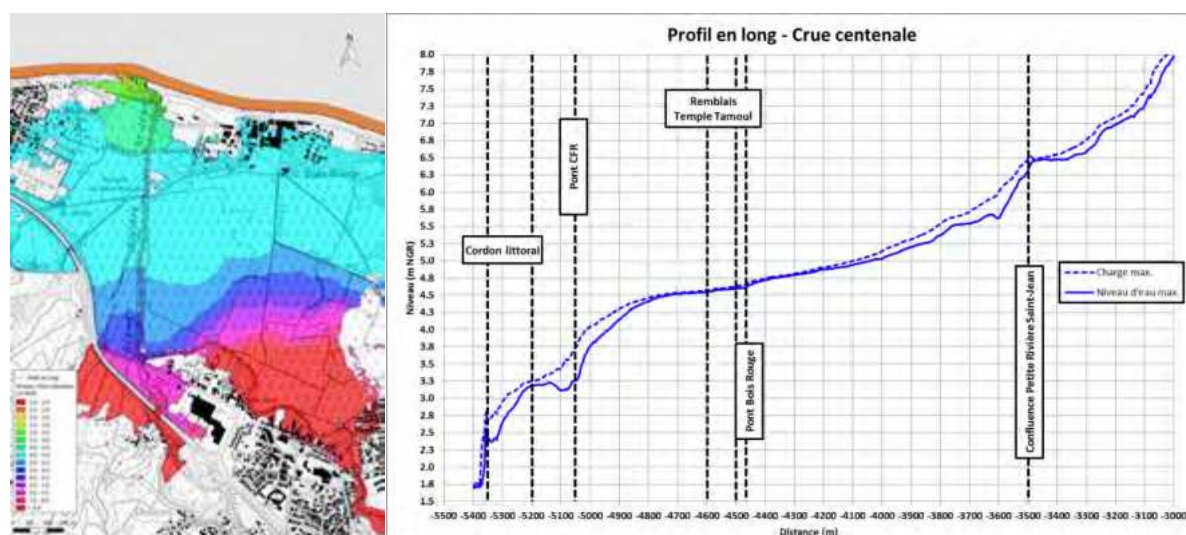


Fig. 9. Evolution des niveaux d'eau dans la Plaine de Bois Rouge – Crue centennale

La Plaine de Bois Rouge constitue une zone naturelle d'expansion des crues pour la Grande Rivière Saint-Jean et ses affluents, extrêmement conséquente au regard des volumes d'eau stockés et de l'emprise spatiale de celle-ci.

Du fait de la diminution de la pente des écoulements et des débordements dans la plaine inondable, les vitesses observées dans le lit mineur de la Grande Rivière Saint-Jean est plus faible sur ce secteur qu'il ne l'est sur les parties plus en amont du territoire. La sollicitation hydraulique sur les berges est donc moins conséquente et la problématique érosion moins présente sur ce secteur qu'elle ne l'est sur les secteurs amont et médian.

La zone aval est soumise aux risques de submersion marine et aux débordements de la part de la Rivière Sainte-Suzanne. Ces risques ne sont pas détaillés dans le cadre de la présente étude, mais leurs influences respectives sur les démarches engagées ici sont prises en considération.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

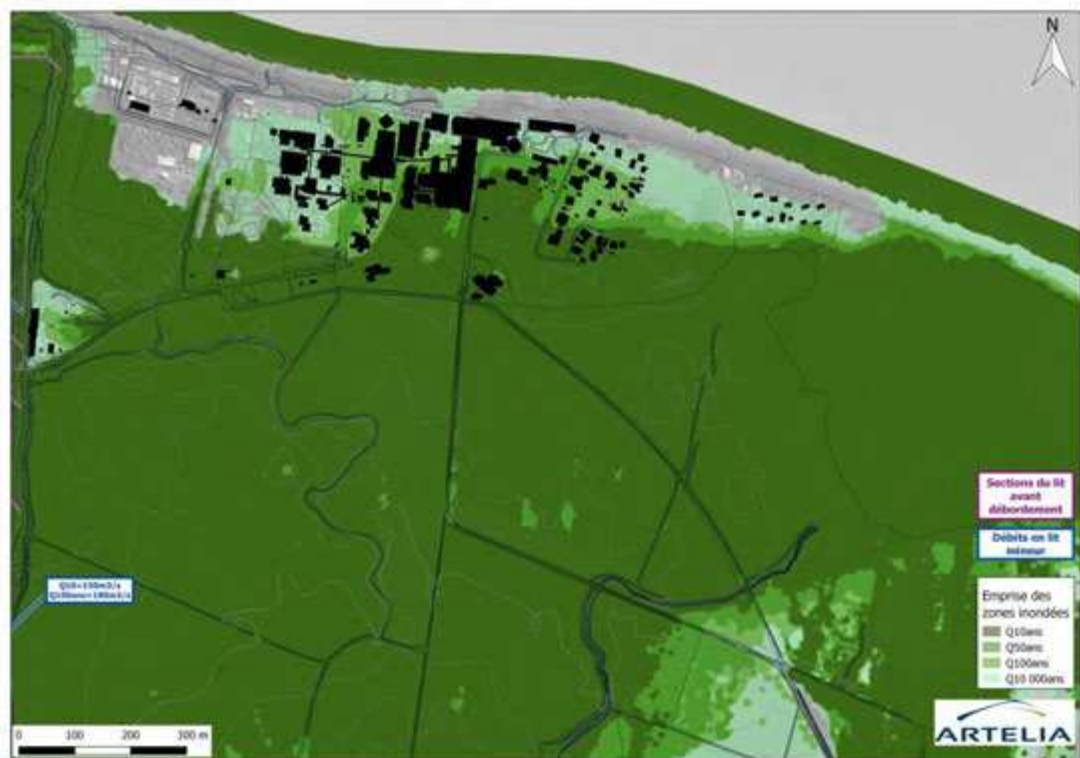


Fig. 10. Secteur aval – Site industriel de Bois Rouge



Fig. 11. Secteur aval – Quartier de La Marine

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

2.1.3. Vulnérabilité du territoire

L'identification de la vulnérabilité du territoire a été menée en croisant les aléas définis et présentés précédemment avec les résultats de l'étude de diagnostic des bâtiments menée dans le cadre de la phase 1.

2.1.3.1. CENTRE-VILLE

Ce secteur urbain très fortement anthropisé. Il concentre un grand nombre d'enjeux vulnérables du fait des débordements de la Ravine Sèche et de la Ravine Payet qui se rejoignent sur la partie aval du centre-ville (secteur piscine).

Sur ce secteur amont la réduction de la vulnérabilité nécessite la mise en œuvre de mesures collectives. Celles-ci doivent permettre de supprimer les débordements des cours d'eau. Ces mesures consisteront à augmenter la capacité hydraulique des axes d'écoulements au niveau du centre-ville, et plus particulièrement les capacités des différents ouvrages hydrauliques.

Ces mesures pourront être couplées avec des mesures de réduction des apports amont.

Le tableau suivant synthétise les enjeux vulnérables présents sur le secteur amont. Le nombre d'enjeux situés dans les secteurs inondés par plus de 1,0 m d'eau est donné entre parenthèse.

Tabl. 1 - Enjeux présents dans l'emprise inondée sur le secteur amont

Centre-ville de Saint-André			
	Bâtiments	Logements	ERP
Q100ans	1240 (58)	733 (27)	39 (2)
Q50ans	1035 (46)	574 (19)	37(1)
Q30ans	798 (27)	412 (13)	28 (1)

Les figures suivantes présentent la cartographie de la vulnérabilité des enjeux du territoire.

Les bâtiments vulnérables (ie situés dans l'emprise inondée) sont présentés avec comme indication :

- la fonction du bâtiment (usage d'habitation, industrie, activité...)
- les aléas associés (hauteurs d'eau au niveau du bâtiment).

La vulnérabilité présentée ici correspond bien à la vulnérabilité aux abords du bâtiment et non la caractérisation de la vulnérabilité à l'intérieur de celui-ci.

Cette cartographie présente également les parcelles et les bâtiments soumis au risque érosion.

Ces figures sont également présentées sur les autres secteurs du territoire.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

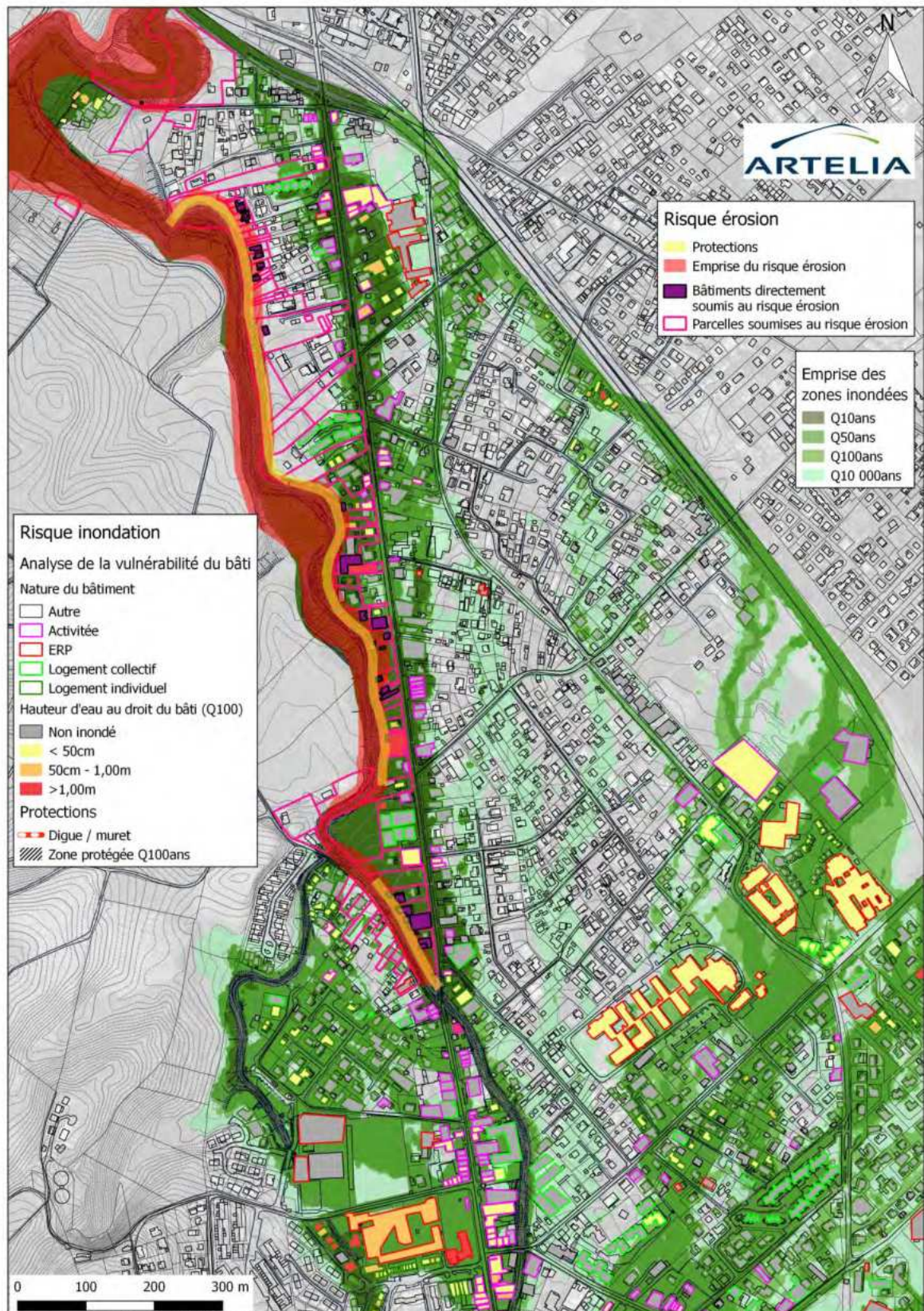


Fig. 12. Vulnérabilité - Secteur amont 1/

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

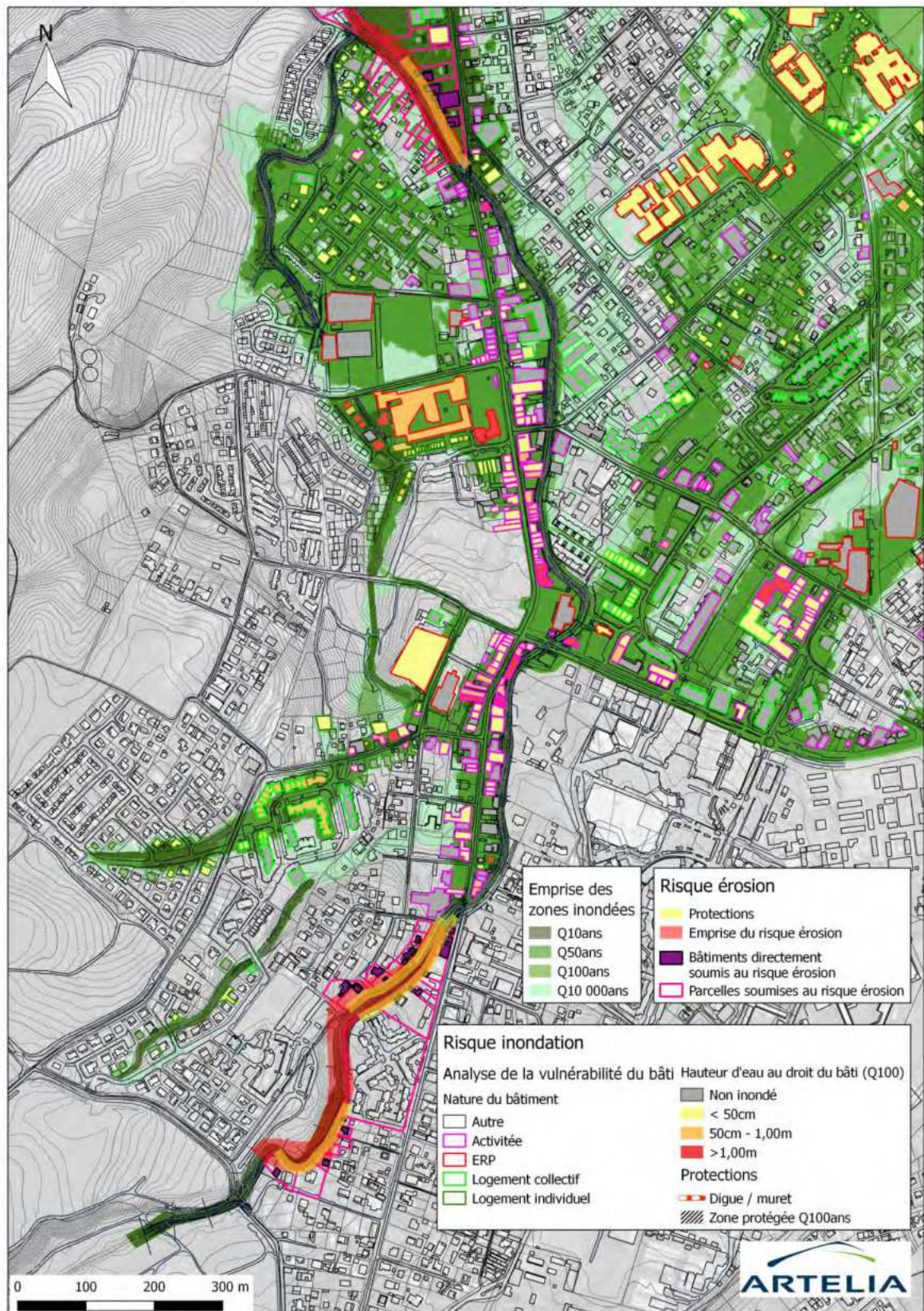


Fig. 13. Vulnérabilité - Secteur amont 2/3

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

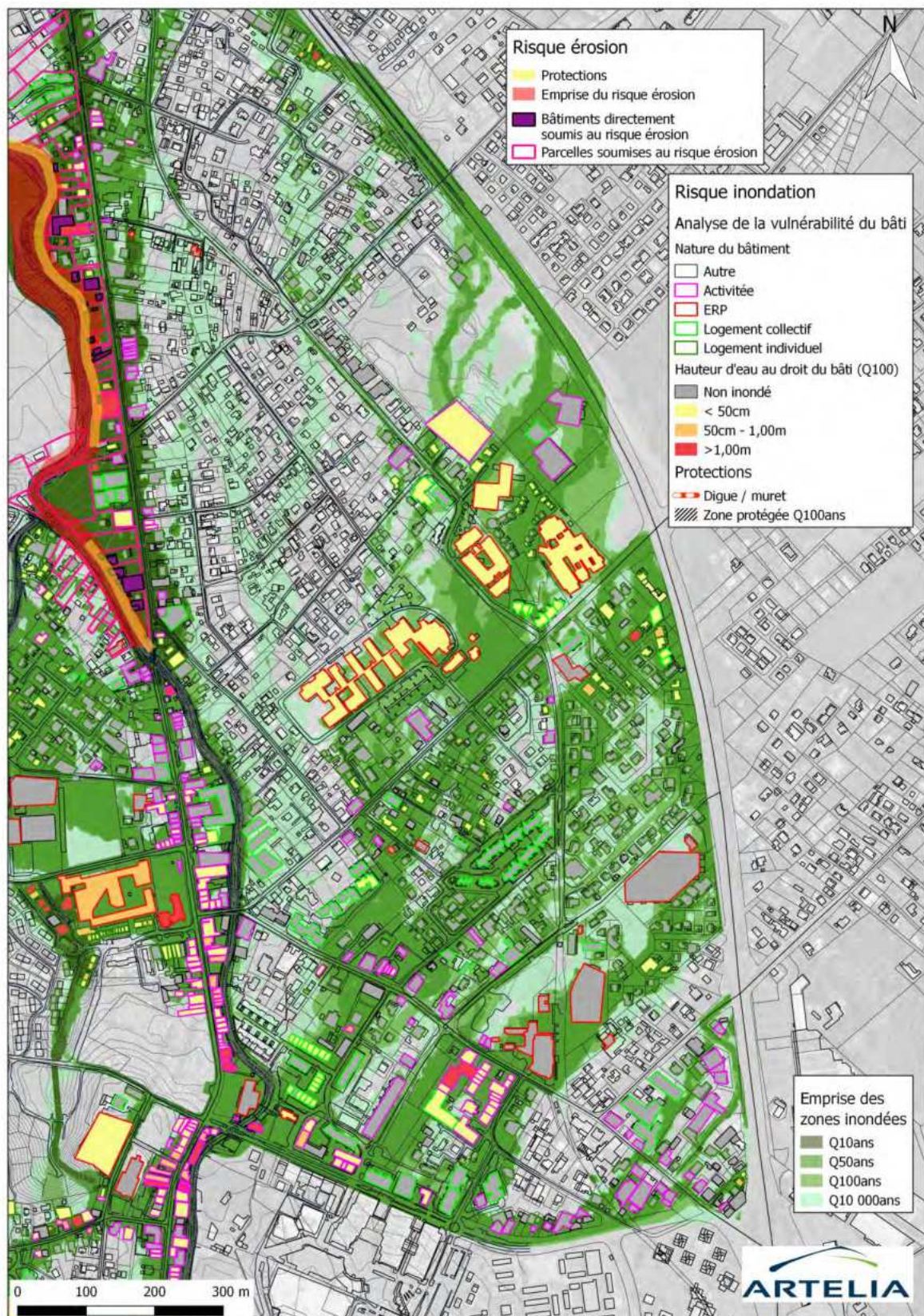


Fig. 14. Vulnérabilité - Secteur amont 3/3

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

2.1.3.2. SECTEUR MEDIAN

Le secteur médian est une zone fluviale encaissée débouchant sur une large plaine à vocation agricole. Les débordements sur ce secteur sont liés à un sous-dimensionnement de la capacité du lit mineur. Sur ce secteur, un certains enjeux empiètent sur l'emprise du lit mineur.

La protection des enjeux et la réduction de la vulnérabilité de ce secteur peut être obtenue par la mise en œuvre de solutions d'ensemble (collectives) en bordure des lits mineurs des cours d'eau (endiguement / reprise du lit mineur). Sur les secteurs présentant un nombre d'enjeux à protéger trop limité pour justifier de la mise en œuvre d'actions collectives, la réduction de vulnérabilité sera obtenue par la mise en œuvre de solutions individuelles/localisées à l'échelle de chaque bâtiment

Le dimensionnement des actions et mesures à mettre en œuvre sur le secteur médian devra prendre en compte les impacts éventuels des aménagements de l'amont sur les débits de la Grande Rivière Saint-Jean

Tabl. 2 - Enjeux présents dans l'emprise inondée sur le secteur médian

Cambuston RD			
	Bâtiments	Logements	ERP
Q100ans	51 (2)	35 (1)	2 (0)
Q50ans	19 (2)	13 (1)	-
Q30ans	12 (2)	9 (1)	-
Quartier Français RG			
	Bâtiments	Logements	ERP
Q100ans	56 (15)	32 (10)	5 (1)
Q50ans	46 (11)	21 (7)	5 (1)
Q30ans	43 (10)	20 (6)	5 (1)
Commune Bègue			
Logements			
28 (3)			

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

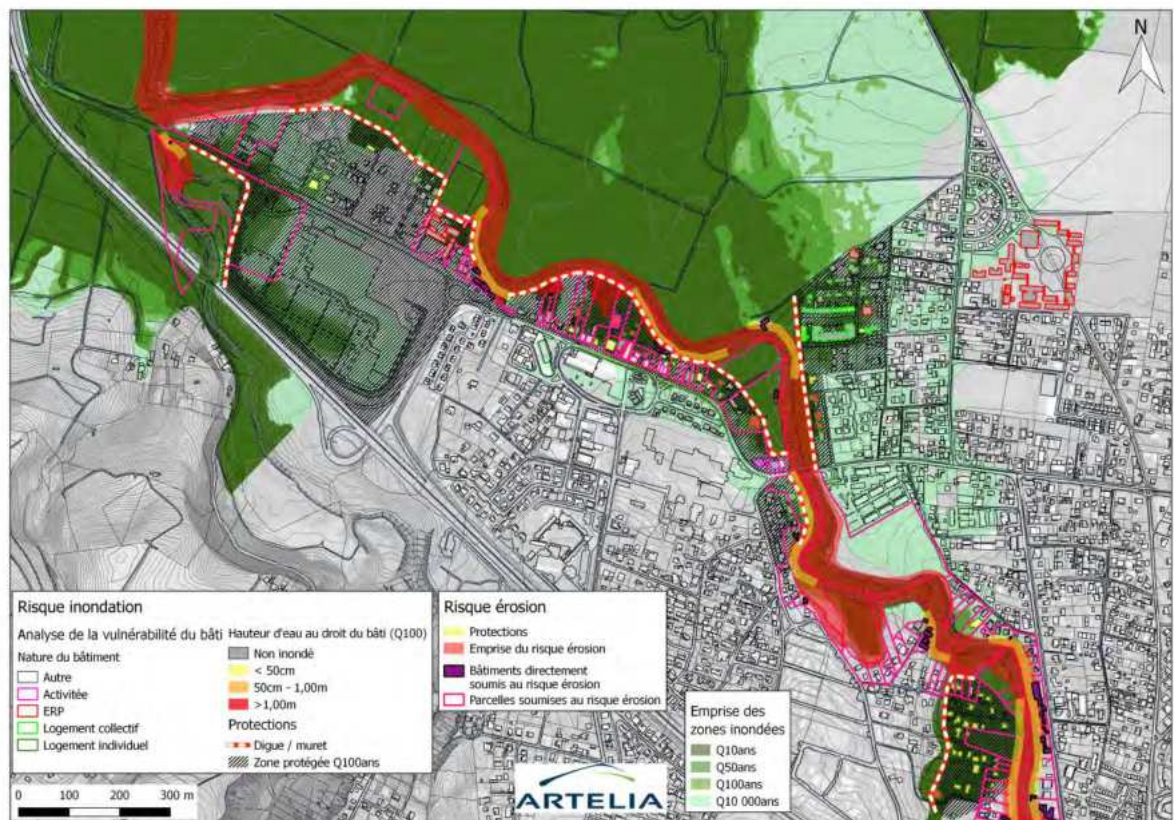


Fig. 15. Vulnérabilité - Secteur médian

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

2.1.3.3. SECTEUR AVAL

Sur le secteur aval, les zones à enjeux se situent en bordure de la zone d'expansion des crues. Les enjeux de ce secteur sont en nombre conséquent et localisés sur 2 zones restreintes : le Quartier résidentiel de La Marine et le site industriel de Bois Rouge, qui présentent une forte densité des enjeux (enjeux regroupés spatialement).

Sur ce secteur, les solutions de protection des enjeux de la zone seront basées sur des solutions d'ensemble (collectives) situées en bordure des enjeux (endiguement) afin de minimiser la perte de volume d'expansion pour les crues au niveau de la plaine et les impacts hydrauliques associés.

Sur ce secteur, des mesures complémentaires aux mesures de protection seront étudiées afin de favoriser l'évacuation des eaux vers l'océan.

Tabl. 3 - Enjeux présents dans l'emprise inondée sur le secteur aval

Bois Rouge			
	Bâtiments	Logements	
Q100ans	81 (20)	20 (7)	
Q50ans	42 (13)	16 (6)	
Q30ans	33 (9)	13 (5)	
La Marine			
	Bâtiments	Logements	ERP
Q100ans	208 (17)	137 (11)	2 (0)
Q50ans	139 (8)	101 (5)	2 (0)
Q30ans	95 (6)	66 (4)	2 (0)

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Fig. 16. Vulnérabilité - Secteur aval 1/2



Fig. 17. Vulnérabilité - Secteur aval 2/2

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

2.1.3.4. CHEMIN D'EAU

Ce secteur a fortement été touché lors de FAKIR.

A l'issue de cet évènement, la CIREST a procédé à une investigation spécifique qui a fait l'objet d'un rapport de restitution.



Fig. 18. Schéma de principe (source : CIREST)

Sur ce secteurs les enjeux impactés sont en très faible nombre (7 habitations) mais très vulnérables, car concernés par des hauteurs d'eau très importantes (3 par plus de 1,0m d'eau en crue centennale).

Ces enjeux sont implantés dans l'emprise du lit mineur de la Ravine Sèche et de la Grande Rivière Saint-Jean.

Une partie de ces habitations ne dispose pas d'autorisation d'urbanisme.

Sur ce secteur, il convient de privilégier les solutions individuelles (pour les riverains disposant d'autorisation d'urbanisme) ou replis/relocalisation afin de ne pas s'exposer à un risque majeur.

Tabl. 4 - Enjeux – Secteur Chemin d'Eau

Chemin d'Eau	
Bâtiments	Logements
7 (7)	3 (3)

A noter également que sur ce secteur, la DEAL a engagé des travaux consistant à réaliser un élargissement de 5m du lit mineur sur tout le linéaire identifié avec dépôt des matériaux en rive droite pour surélever le talus au droit des habitations afin de redonner une section plus importante à l'écoulement des eaux. Cela devrait permettre :

- d'enlever le merlon de terre formé lors des précédentes crues,
- de disposer d'un écoulement préférentiellement le long des habitations et non plus en direction de celles-ci,



Fig. 19. Rapport CIREST

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

- de réduire le risque de débordement des eaux de la Ravine Sèche vers les habitations grâce à la « surélévation et confortement » du talus au droit de celles-ci.

Les travaux ont ainsi démarré le 15 juillet 2019 pour être réceptionnés le 19 juillet 2019.



Fig. 20. Maisons inondées lors de FAKIR –source : CIREST)



Fig. 21. Hauteurs d'eau lors de FAKIR (source : CIREST)

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Photo.-1. Vues aériennes du site post-travaux DEAL (source CIREST)

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

2.1.3.5. SYNTHÈSE (PHASE 1)

Les principales vulnérabilités à l'inondation affectant le territoire sur lesquelles il conviendra d'agir ont été identifiées :

- la mise en danger des personnes au sein des bâtiments de logement, principalement sur le quartier de la Marine et sur certains secteurs du centre-ville de Saint-André, du Quartier Français et de Commune Bègue ;
- les dommages aux activités, principalement dans le centre-ville de Saint-André et sur le complexe industriel de Bois Rouge (sucrierie / distillerie / centrale thermique) ;
- l'impact d'un potentiel dysfonctionnement de la centrale thermique de Bois-Rouge sur le territoire Réunionnais dans son ensemble.

Les indicateurs élémentaires caractérisant la vulnérabilité actuelle du territoire pour la crue centennale sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tabl. 5 - Indicateurs à utiliser dans l'AMC

Indicateurs élémentaires	La Marine	Quartier Français	Centre Saint-André	Bois Rouge	Commune Bègue	TOTAL
P1 : Nombre de personnes habitant en ZI	385	75	5 749	416	92	6 625
P2 : Part des personnes habitant dans des logements de plain-pied (sans étage) en ZI	302	49	1 076	74	80	1 501
P3 : Capacités d'accueil des établissements sensibles en ZI	122	273	2 766	0	0	3 161
P4 : Bâtiments participant directement à la gestion de crise situés en ZI	1	2	5	0	0	8
M1 : Dommages aux habitations (€)	913 196	180 195	2 096 832	428 554	498 134	4 117 294
M2 : Dommages aux entreprises (€)	111 996	299 165	10 297 329	54 297 329	0	65 650 665
M3 : Dommages aux activités agricoles (€)	40 937	6 108	63 790	332 997	0	443 831
M14 : Dommages aux établissements publics (€)	221 590	708 666	10 261 548	0	0	11 181 839
P7 : Nombre d'emplois en ZI	20	37	781	384		1 222
P10 : Nombre de sites dangereux en ZI	1	1	7	3		12
P11 : Nombre de bâtiments patrimoniaux et de sites remarquables en ZI	1	1	13	4		19

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

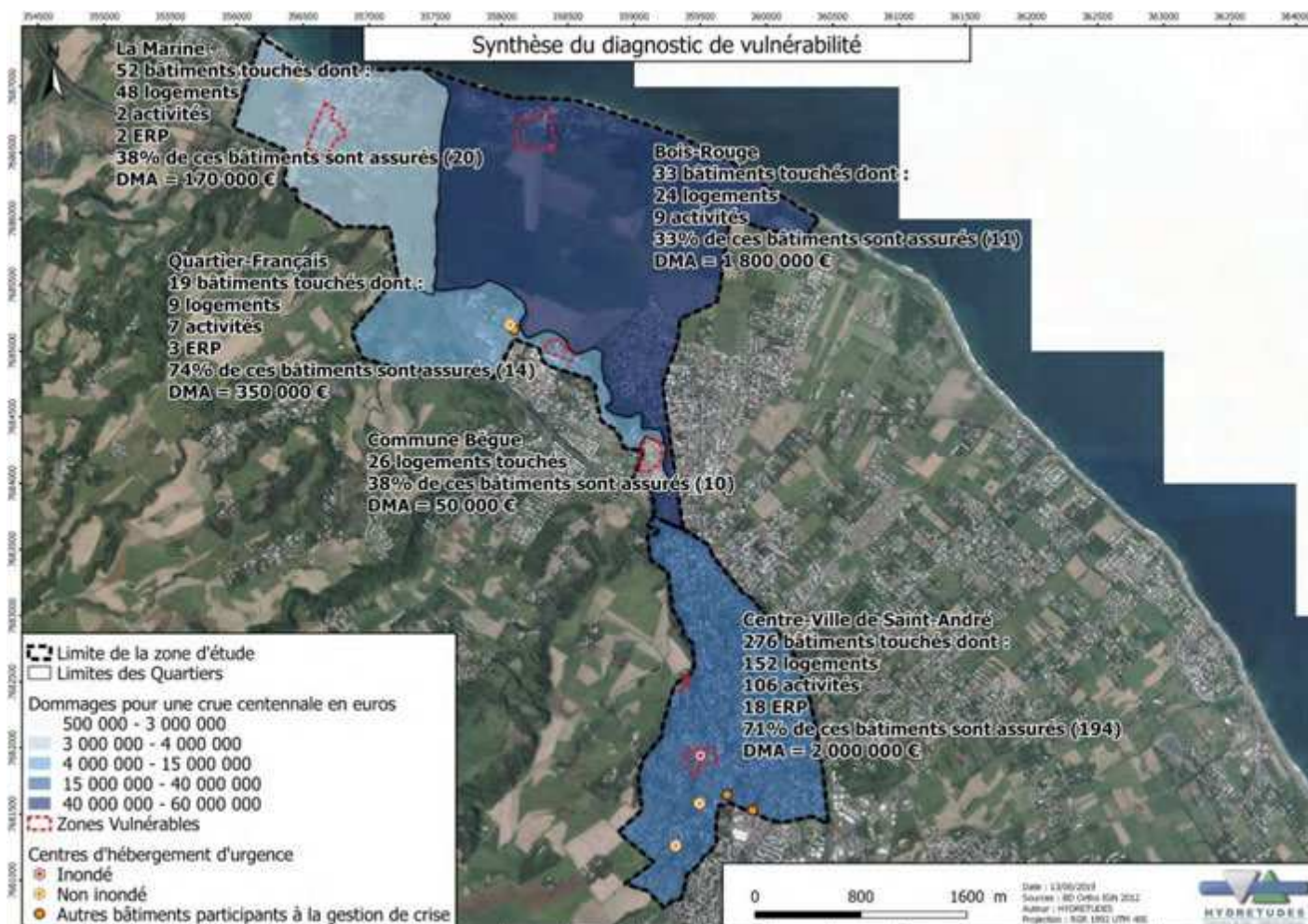


Fig. 22. : Carte synthèse du diagnostic de vulnérabilité

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

2.2. SCENARII PRESENTIS EN CONCLUSION DE LA PHASE 1

Sur la base de ce diagnostic, 3 orientations de scénario ont été prédéfinies à l'issue de la phase 1.

2.2.1. Stratégie globale de réduction de la vulnérabilité

La stratégie globale de gestion des risques inondation et érosion comporte des actions autour des 4 piliers suivants :

Tabl. 6 - Les 4 piliers de la gestion des risques

Protection	Réduction de l'aléa	Ouvrages de protection, surveillance du niveau du lit et/ou des berges, curages 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.)
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, portiers à connaissance, réunions d'information, etc.)

Plusieurs stratégies peuvent être envisagées selon les zones à enjeux :

- Stratégie n°1 : Protection

Cette stratégie consiste en la réalisation d'aménagements permettant de réduire l'aléa. On peut distinguer 2 types de protection selon le type de désordre :

- Protection contre l'inondation qui regroupe notamment :
 - La réfection des ouvrages d'art et ouvrages hydrauliques : les nouvelles dimensions permettront de reprendre la crue de projet avec revanche,
 - L'augmentation de la capacité des cours d'eau : reprise du lit pour lui permettre de contenir la crue de projet,
 - Le dévoiement de cours d'eau permettant de limiter les débits dans les sections les plus contraintes,
 - La réalisation de digues calées sur la crue de projet,
 - La mise en place de zones d'expansion de crues.
- Protection contre l'érosion qui regroupe :
 - Entretien du lit : curages préventifs, remodelage du lit, entretien de la végétation,
 - Renforcement des berges par des techniques végétales,
 - La réalisation d'ouvrages de protection (type perré en enrochements libres, gabions, enrochements liés...),
 - La réalisation d'ouvrages de stabilisation du lit.

- Stratégie n°2 : Prévention avec acquisition de bâtiments ou zones à enjeux à maîtriser foncièrement

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Il s'agit d'acquérir les bâtiments impactés. Cette stratégie est plutôt adaptée aux secteurs où peu de bâtis sont inondés ou sur les bâtiments à enjeux/sensibilité particuliers (Ehpad, bâtiment nécessaire à la gestion de crise...).

Cette stratégie peut également concerner des parcelles afin que leur urbanisation future (ou leur non urbanisation) soit maîtrisée par la collectivité avec une vision de réduction globale du risque (conservation des zones d'expansion des crues).

- Stratégie n°3 : Prévention sans acquisition + protections individuelles + prévision + information.

Il s'agit de mettre en œuvre des mesures individuelles, par exemple :

- rehausse de 1^{er} plancher,
- mise en place de batardeaux amovibles,
- création de zones refuge,
- alerte et évacuation préventive,...

Cette stratégie ne modifie pas l'aléa, mais permet de réduire les dommages. Elle pourrait constituer une alternative aux aménagements de protection sur les secteurs fortement urbanisés.

2.2.2. Déclinaison de la Stratégie n°1 - Protection sur le secteur d'étude

Les concertations menées à l'issue de la Phase 1 ont permis d'identifier les grands principes des mesures de protection pouvant être déployées sur le territoire. Ces principes sont détaillés dans les paragraphes suivants.

2.2.2.1. SECTEUR AMONT : CENTRE-VILLE DE SAINT-ANDRE

Ce secteur est impacté par des débordements importants et ponctuels principalement liés à une insuffisance de gabarit des ouvrages hydrauliques de la ravine Sèche et de la ravine Payet. Compte tenu des contraintes foncières importantes (parcelles privées), il apparaît difficilement réalisable techniquement de vouloir redimensionner le lit mineur sur l'ensemble du linéaire traversant le centre-ville de Saint-André.

3 principes peuvent être envisagés pour la protection des enjeux de ce secteur :

1. Suppression des débordements pour la crue de référence :

- Adaptation de la capacité hydraulique des ouvrages et du lit sur un linéaire maximum,
- Création d'ouvrages de protection (digues en bordure de lit mineur – ce qui conduit également à une augmentation de la capacité hydraulique du lit mineur),
- Traitement des points d'érosion,
- Proposition de mesures de réduction de vulnérabilité sur les zones inondables résiduelles.

2. Réduction des apports amont :

- Création de la déviation de la ravine Sèche en amont du centre-ville de Saint-André, mise en œuvre de zones de ralentissement dynamique ou de rétention en amont des secteurs à enjeux et si nécessaire :
- Adaptation de la capacité de l'ouvrage et du lit (sur les tronçons foncièrement accessibles),

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

- Création d'ouvrages de protection,
 - Traitement des points d'érosion,
 - Proposition de mesures de réduction de vulnérabilité sur les zones inondables résiduelles.
- 3. Mesures de réduction locales et individuelles de la vulnérabilité (dans le cas où les ACB des 2 premiers scénarii seraient négatives) :**
- Application de mesures de réduction de la vulnérabilité sur les zones inondables
 - Traitement des points d'érosion.

2.2.2.2. SECTEUR MEDIAN

2.2.2.2.1. Commune Bègue

Au regard des enjeux vulnérables, moins importants dans ce quartier que sur les autres secteurs du territoire, **des mesures de réduction individuelle de la vulnérabilité**, couplées avec des aménagements de berge pour lutter contre l'érosion, sont à envisager.

2.2.2.2.2. Quartier Français

Ce secteur est impacté par les débordements de la Grande et de la Petite Rivière Saint-Jean. Le nombre de bâtiments inondés est faible par rapport aux autres secteurs du territoire.

Les principes d'aménagement pour la protection des enjeux de ce secteur sont donc :

1. Protection collective avec mise en place d'un endiguement éloigné ou non pour protection de la zone.
2. Une protection sur mesure à l'échelle de l'habitation : mesures de protection individuelle.

Ils seront couplés avec des aménagements sur les berges pour lutter contre l'érosion.

2.2.2.3. SECTEUR AVAL

2.2.2.3.1. Quartier de La Marine

Ce secteur est impacté par les inondations de la Grande Rivière Saint-Jean (débordement rive gauche) et de la Rivière Ste Suzanne (débordement rive droite). La présente étude traite principalement des débordements de la Grande Rivière St Jean, mais intègre dans son analyse les débordements de la Rivière Sainte-Suzanne.

Le nombre de bâtiments impactés sur ce secteur est important (48 logements et 2 activités pour la partie inondée par la Grande Rivière Saint-Jean). La population y est particulièrement vulnérable : population âgée et logement sans étage (pas de zone refuge).

Pour ce secteur, 2 solutions peuvent être envisagées :

1. Protection collective avec mise en place d'un endiguement (éloigné ou non) permettant la protection de la zone.
2. Une protection sur mesure pour les enjeux d'habitat avec le déploiement d'un endiguement individuel autour du quartier couplé (protection semi-collective) à des mesures individuelles de réduction de la vulnérabilité.

Ces aménagements devront tenir compte des apports de la Rivière Ste Suzanne et ne pas créer une augmentation des risques liés aux débordements de cette rivière.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

2.2.2.3.2. Plaine de Bois Rouge

Ce secteur est impacté par des débordements généralisés liés aux débordements de la Grand Rivière Saint-Jean en rive droite. La particularité de ce secteur est la présence d'enjeux industriels indispensables à l'échelle du territoire réunionnais (notamment production d'énergie) avec des dommages importants (DMA de 1,8M€).

Un autre enjeu important dans le fonctionnement hydraulique de ce secteur est l'Etang Bois Rouge et son espace fonctionnel. Il s'agit d'une zone humide important en terme de biodiversité. Elle fait fonction d'éponge naturelle (stockage de l'eau puis restitution) et de filtre des pollutions.

Pour ce secteur, 2 solutions peuvent être envisagées :

3. Protection collective avec mise en place d'un endiguement (éloigné ou non) permettant la protection de la zone. Cet endiguement devra être couplé à un endiguement rive gauche pour ne pas basculer une partie des débordements sur le quartier de La Marine.

Cet aménagement sera coûteux et pourrait impacter l'espace fonctionnel et la zone humide de Bois Rouge. Il conduira également à diminuer le volume de stockage des eaux de la plaine et pourra alors générer des aggravations du risque sur des territoires voisins.

4. Une protection sur mesure pour les enjeux industriels avec le déploiement d'un endiguement individuel autour du site couplé (protection semi-collective) à des mesures individuelles de réduction de la vulnérabilité, afin de garantir le fonctionnement du site en période de crue. Ce scénario permettrait de maintenir le fonctionnement hydraulique du cours d'eau et de la zone humide de Bois Rouge.

2.2.2.4. ENSEMBLE DU SECTEUR : PROBLEMATIQUE EROSION DE BERGES

Les risques d'érosion de berges seront également traités dans le cadre de ces scénarios.

De nombreuses zones ont été constatées sur la ravine Sèche et sur la Grande Rivière St Jean, aussi bien en rive gauche qu'en rive droite, avec des conséquences irréversibles sur les habitations situées à proximité immédiate des berges.

Ces désordres seront intégrés aux scénarios précédents ou feront l'objet d'un scénario spécifique selon leurs emplacements : les aménagements permettant la réduction de la vulnérabilité pour le risque inondation qui seront retenus sur des secteurs soumis à des phénomènes érosifs seront conçus de manière à intégrer dans leur conception la prise en compte de cette contrainte et proposer une protection également vis-à-vis de cette problématique.

La figure suivante présente une carte de synthèse de la mise en œuvre de ces principes de protection à l'échelle du territoire d'étude.

La nature des mesures et actions, ainsi que le niveau de protection associé sont à définir en concertation avec le Comité de Pilotage en cours de Phase 2 sur la base des éléments technique qui seront produits.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

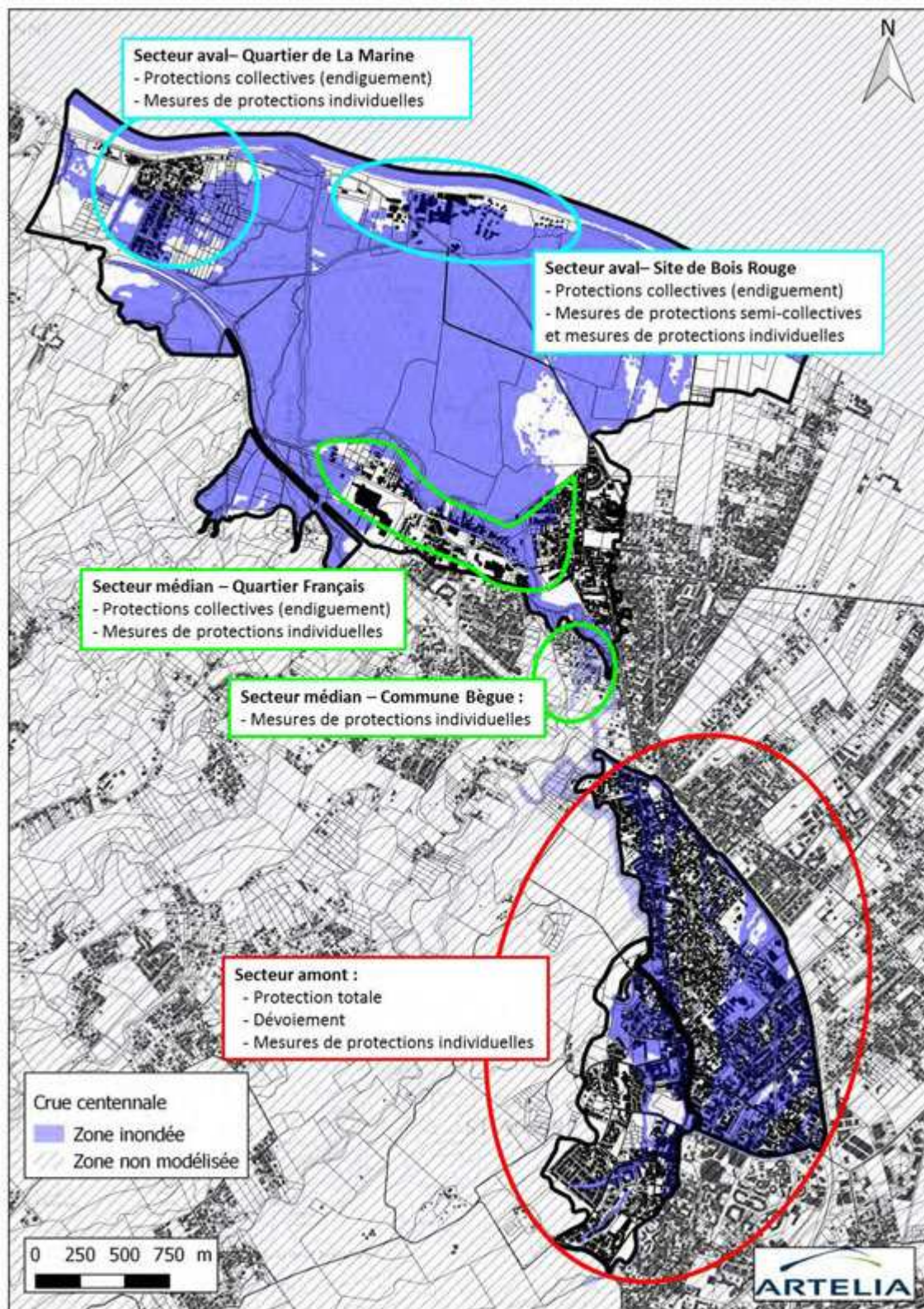


Fig. 23. Mesures de protection des enjeux envisagées à l'issue de la Phase 1

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

2.3. VALIDATION DU COMITE DE PILOTAGE ET QUESTIONS EN SUSPENS

Ces éléments ont été présentés lors du Comité de Pilotage de restitution de la Phase 1 de la mission (05/07/2019).

Les concertations et discussion menées lors de ce Comité de Pilotage ont fait émerger un certain nombre d'interrogations et de demandes portant sur les principes de mesures de protection et de réduction de la vulnérabilité :

- définir impact de la dérivation d'une partie des eaux de la Ravine Sèche vers la Rivière du Mât sur :
- le centre-ville de Saint-André. Il s'agit d'identifier quels sont les ouvrages hydrauliques qui ne permettent pas d'évacuer la crue centennale « dérivée » et qui continuent de générer des débordements.
- les territoires à l'aval du centre-ville, et les enjeux s'y trouvant.
- définir le gain à attendre de la mise en œuvre d'une gestion préventive de l'ouverture du cordon littoral pour améliorer l'évacuation des volumes de crue stockés dans la Plaine de Bois Rouge,
- définir le gain à attendre d'une reprise des sections hydrauliques des cours d'eau, via par exemple une reprise des fonds du lit mineur sur le secteur aval :
- définir le gain à attendre d'une reprise des verrous anthropiques sur l'aval (pont CFR, Pont de Bois Rouge, remblais au niveau du Temple Tamoul) qui créent des restrictions de la section hydraulique lors de l'évacuation des eaux,
-

Ce Comité de Pilotage a également permis de valider les secteurs prioritaires à protéger de l'inondation ou du risque érosion.

- Concernant le risque inondation, les secteurs présentant une population importante et vulnérable sont considérés comme prioritaires
- Quartier de La Marine ;
- Quartier Français et les secteurs en arrière de l'Avenue Mahatma Gandhi (RN2002), le Chemin Gandhi et le Chemin Gonzague ;
- Postes de refoulement Petite Rivière St Jean ;
- Commune Bègue (Rue François Coupou, Rue des Cocotiers, Rue des Joncs, Chemin et Rue Baldine) ;
- Ensemble du centre-ville St André (inondations par la ravine Sèche et par la ravine Payet).
- En termes d'érosion des berges
- Quartier Français (-2600 - centre commercial et -1900 – aval franchissement RN2002) ;
- amont pont de Cambuston (RN2002) ;
- niveau Commune Bègue (PK -400 à -800).

Le secteur du pôle industriel de Bois Rouge devra faire l'objet d'une concertation avec les industriels. Ce point sera traité de façon différenciée dans les scénarii définis dans le cadre de la Phase 2 de la prestation.

Ces points sont traités dans le cadre de la Phase 2 de la mission.

3. ANALYSES PRELIMINAIRES PAR TYPOLOGIES DE SOLUTIONS DE PROTECTION (AXES PAPI)

Ce paragraphe présente et détaille les différentes typologies de solutions de protection qui sont étudiées en préalable à la définition des 3 scénarii de protection des enjeux et du choix du scénario final à mettre en œuvre sur le territoire. Pour chaque typologie de solutions, différentes mesures peuvent être envisagées. Ces actions et mesures sont présentées selon les axes de classement défini dans le cadre de l'élaboration des dossiers PAPI.

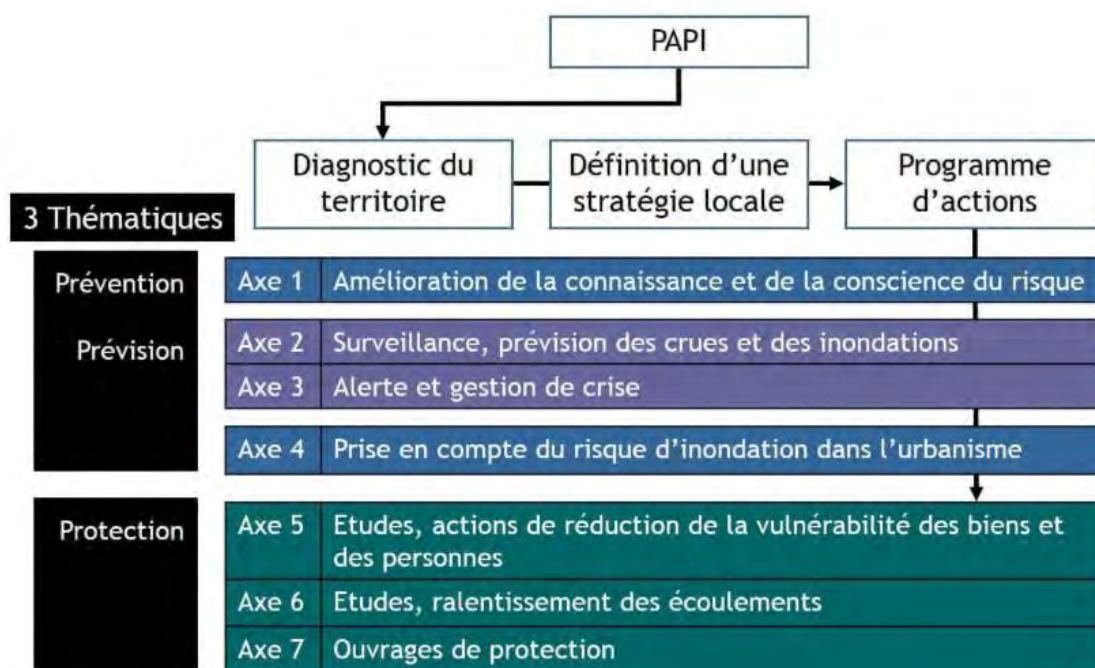


Fig. 24. Rappels des différents axes PAPI

Les grands principes/typologies de solutions, et les mesures associées, qui sont étudiés et détaillés dans ce paragraphe sont donc les suivants :

- **Axe 4 : prise en compte du risque dans l'urbanisme**
 - Gestion de l'urbanisation dans les zones à risque
- **Axe 6 : Ralentissement dynamique des crues**
 - Rétention amont
 - Gestion des embâcles
 - Amélioration de l'évacuation des crues
 - Déviation des écoulements
- **Axe 7 : Gestion des ouvrages de protection hydrauliques**
 - Augmentation de la capacité hydraulique
 - Mise en œuvre de mesures de protections collectives
 - Protections contre l'érosion des berges

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

- **Axe 5 : Etudes, actions de réduction de la vulnérabilité des biens et des personnes**
- Protections individuelles
- Relocalisation

Ces analyses permettront de définir en concertation les actions retenues dans le cadre de l'élaboration du Dossier de PAPI. Elles seront complétées par des actions sur les autres axes, à définir en concertation avec le COPIL et dans la logique de continuité des actions déjà engagées et/ou réalisées dans le cadre du PGRI et du PAPI précédent.

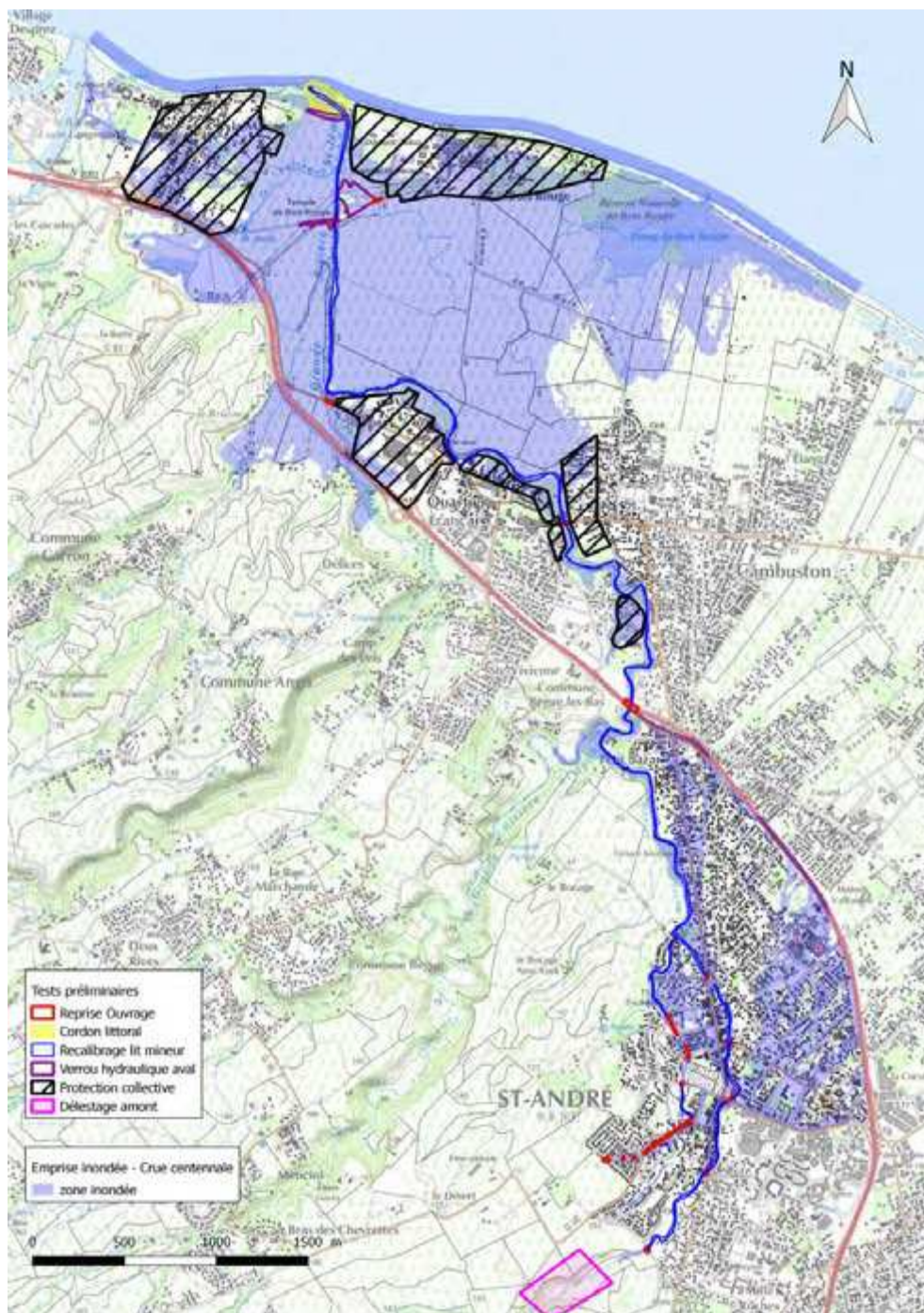


Fig. 25. Typologies de solutions de protection et de réduction de la vulnérabilité

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.1. AXE 4 : PRISE EN COMPTE DU RISQUE DANS L'URBANISME

3.1.1. Cahier des Charges PAPI3

Le Cahier des Charges PAPI 3 indique les éléments suivants concernant les actions à mener dans le cadre de l'axe 4 :

« L'intégration de la problématique des risques naturels dans les politiques d'aménagement du territoire et d'urbanisme constitue une priorité qui devra être affichée dans le projet de PAPI. »

3.1.2. Objectif et stratégie

Les objectifs de cet axe consistent à s'assurer de la mise en œuvre effective du principe de non-aggravation de la vulnérabilité d'un territoire selon deux axes de réflexion :

- maîtriser l'implantation des nouveaux projets : implantation dans des secteurs ne présentant pas de risque, implantation sous conditions de prescriptions de réduction de la vulnérabilité dans les secteurs de risques acceptables et interdiction dans les secteurs à risque fort.

Ce principe est principalement du ressort des documents réglementaire d'urbanisme (PPRI et PLU), mis en œuvre respectivement par les services de l'Etat et par les communes.

- s'assurer du principe de non-aggravation du risque sur les enjeux existants par l'implantation des nouveaux projets. Il s'agit notamment de conserver les zones d'expansion des crues et de ne pas créer de nouveaux obstacles aux transferts des écoulements.

Ce principe est inscrit dans la Loi sur l'Eau et est repris dans certains règlements de PPRI.

A la demande du Comité Technique de l'étude, une analyse spécifique est menée afin de produire les éléments techniques complémentaires aux documents d'urbanisme permettant la maîtrise de l'urbanisation du territoire d'étude en accord avec les contraintes hydrauliques identifiées dans le cadre de l'étude.

3.1.3. Actions

Les actions à mener dans cet axe seront développées dans le cadre de la Phase 3 de la mission.

Il s'agit donc de procéder :

- à l'identification des zones présentant un rôle sur le fonctionnement hydraulique du territoire en période de crue,
- à la définition des principes d'urbanisation (ou de non-urbanisation) compatibles avec le fonctionnement hydraulique identifié
- à la comparaison de ces secteurs avec les zonages et règlements associés des PLUs et PPRI sur le secteur d'étude, afin d'identifier les points de faiblesses (règlement insuffisant, incohérence entre les zonages réglementaires et les aléas identifiés ici...)

Cette pré-analyse pourra être complétée par une action plus complète afin de proposer au final les outils d'appui et les éléments cartographiques complémentaires à intégrer lors de la révision des documents d'urbanisme réglementaire.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

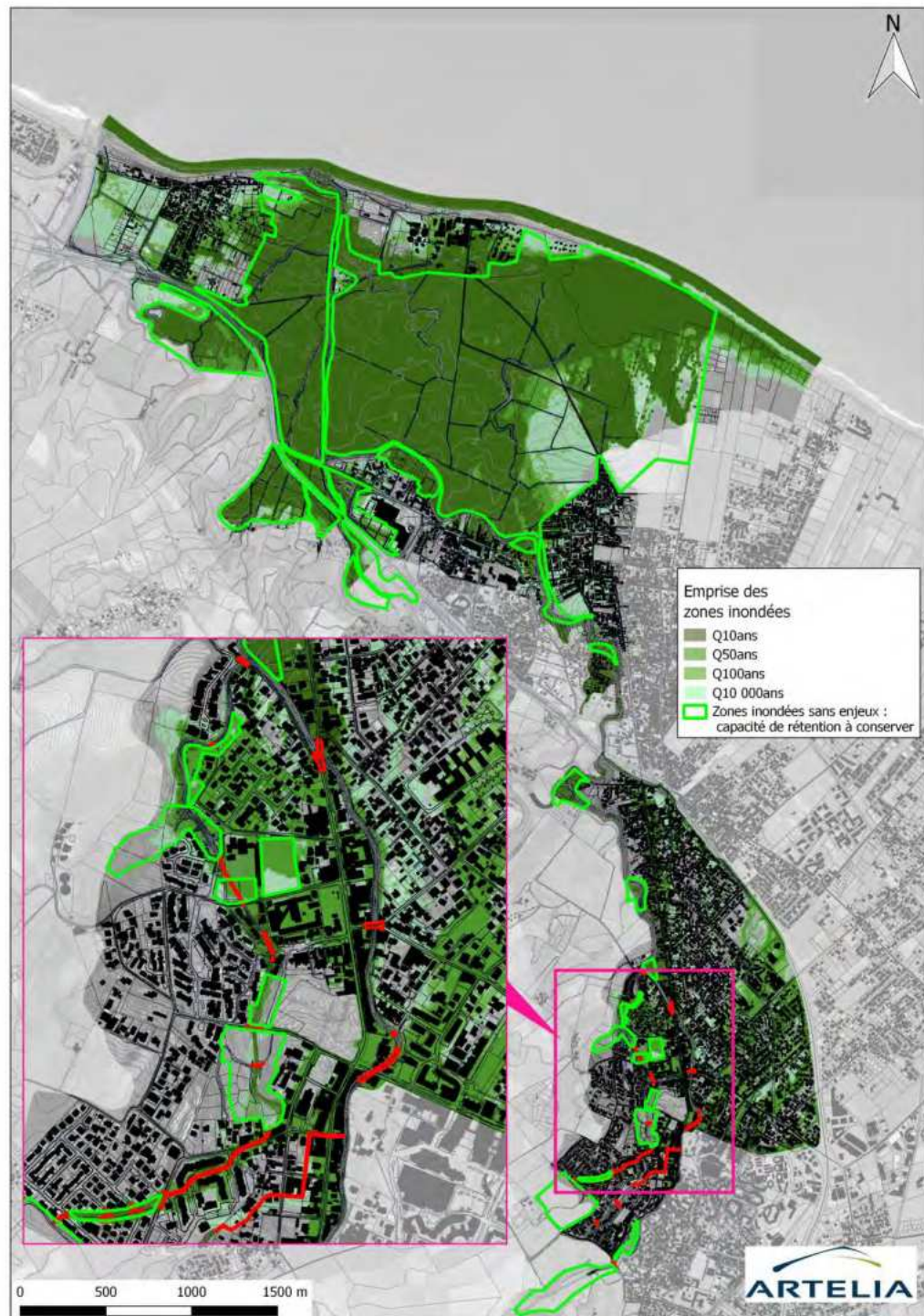


Fig. 26. Pré-identification des secteurs inondés sans enjeux humains recensés

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2. AXE 6 : GESTION DES ECOULEMENTS

3.2.1. Cahier des Charges PAPI 3

Dans le cadre des analyses menées ici, les familles d'action concernées par l'axe 6 sont les suivantes :

- Gestion des embâcles
- Rétention amont
- Amélioration de l'évacuation des eaux sur la partie aval (Plaine de Bois Rouge)
- Déviation des écoulements

Le Cahier des Charges PAPI 3 précise concernant cet axe 6 les éléments suivants :

« Les porteurs de projets rechercheront des solutions intégrant une stratégie de ralentissement dynamique. Les actions concourant au ralentissement des écoulements sont multiples et peuvent faire l'objet de combinaisons (y compris avec des actions de l'axe 7) : rétention des eaux à l'amont, restauration des champs d'expansion de crues (dont les zones humides), aménagement de zones de sur-inondation, re-végétalisation des berges, re-méandrage des cours d'eau, restauration des zones de mobilité des cours d'eau, etc. »

Ces actions sont, en général, également incluses dans les SDAGE et subventionnées par les agences de l'eau. »

Les deux premières familles d'actions proposées ici s'insèrent bien dans ce contexte, même si la problématique des embâcles n'est pas clairement mentionnée, ni dans cet axe, ni dans les autres.

De même, les opérations de déviation des eaux d'un bassin versant vers un autre ont été considérés comme des opérations de ralentissement et de rétention, et ont donc été placés dans cet axe d'action.

Le paragraphe suivant concerne la famille « Amélioration de l'évacuation des eaux sur la partie aval (Plaine de Bois Rouge) » :

« En complément des actions de ralentissement dynamique, il peut s'avérer nécessaire d'accélérer l'écoulement de l'eau au droit de zones urbanisées pour limiter les débordements de cours d'eau (à condition notamment que soient prévues des zones de stockage temporaire de l'eau en aval de manière à ne pas impacter les enjeux situés plus en aval). »

Enfin, il est proposé dans le cadre des réflexions menées sur le territoire la reprise de certains ouvrages hydrauliques générateurs de débordements. Comme proposé par le paragraphe suivant, du fait de l'importance des travaux engagés, nous avons placés ces actions dans l'Axe 7 et non dans l'axe 6.

« Les scénarios d'effacement de certains ouvrages permettant de restaurer la zone de mobilité d'un cours d'eau, par exemple, pourront également être étudiés dans le cadre de cet axe ou de l'axe 7 (dans ce dernier cas, si cet effacement est couplé à la réalisation d'autres ouvrages de protection en recul). »

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.2. Gestion des embâcles

3.2.2.1. OBJECTIF ET STRATEGIES

Les inondations peuvent être aggravées par la création d'embâcles contre les différents ouvrages qui ont pour effet de diminuer la fréquence de submersion des ouvrages et d'amplifier les débordements pour une crue donnée.

Les ouvrages les plus sensibles à la formation d'embâcles sont :

- sur le secteur aval : les ponts de la RN2002 sur la Petite et la Grande Rivière Saint-Jean et le pont de Bois Rouge, les vestiges du pont CFR ;
- Sur la ravine Sèche : le pont auguste, le pont de la république et le pont Minot qui sont les 3 ouvrages en charge du secteur (Q_{100}) ;
- Sur la ravine Payet : l'ensemble des ouvrages hydrauliques.

Les embâcles ont été responsables d'une aggravation des débordements observés lors de Fakir sur le territoire.

Le rôle des embâcles sur le territoire est d'autant plus grand que l'on observe une succession très importante d'ouvrages hydrauliques (ponts) de faibles dimensions sur le secteur urbain de Saint-André, ce qui favorise le blocage de ces embâcles et favorise ainsi l'obstruction des ouvrages hydrauliques et les débordements directement dans la partie la plus urbanisée du territoire.

Il convient donc de mettre en place les politiques de gestion et les actions permettant :

- de limiter la production d'embâcles : mise en œuvre d'une politique de gestion du bassin versant,
- de retenir les embâcles en amont : par la mise en œuvre d'aménagements spécifique pour cela.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.2.2. ACTION 1 : PLAN DE GESTION ET D'ENTRETIEN DES COURS D'EAU DU BASSIN VERSANT (GESTION DES CULTURES, NETTOYAGE PREVENTIF,...)

3.2.2.2.1. Description

Suite à Fakir et à l'identification du rôle néfastes qu'ont joué les embâcles lors de cet évènement, la commune de Saint-André et la CIREST ont engagé une action de gestion de la production des embâcles sur la partie amont de son bassin versant.

Les actions engagées ont consisté notamment à la « Reconnaissance de la végétation présente sur les berges des cours d'eau du DPF en amont du centre-ville ».

Cette reconnaissance a permis d'identifier les secteurs potentiellement producteurs d'embâcles, de prioriser les interventions à mener par cours d'eau et par secteurs de cours d'eau.

Il s'agit donc de proposer ici la poursuite de la démarche engagée par la commune de Saint-André et par la CIREST sur l'ensemble du bassin versant amont (avec une priorité sur les bassins alimentant le centre urbain de Saint-André, très sensible à cette problématique) dans le cadre du futur PAPI.

Cette démarche doit être menée dans le cadre d'un outil qu'est le Plan de gestion et d'entretien du bassin versant et des cours d'eau, en y intégrant une vigilance spécifique sur le volet embâcles.

Il s'agira notamment, à travers cet outil de :

- peaufiner la connaissance sur les secteurs favorables à la production d'embâcles sur les têtes de bassin versant,
- définir une politique de gestion culturelle et de la végétation sur les berges des cours d'eau, limitant la production d'embâcles en cas de crue,
- de définir les actions de nettoyage des berges pour limiter la production d'embâcles,
- identification sur la base de ces analyses des secteurs préférentiels pour la mise en œuvre de pièges à embâcles.

Cet outil permet de proposer une réponse globale et homogène à l'échelle complète du bassin versant de la Grande Rivière Saint-Jean.



Fig. 27. Entretien des berges (source : CIREST)

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.2.2. Synthèse

Cet outil permettra de proposer une amélioration forte de la situation actuelle sur le centre-ville (limitation des embâcles au niveau des ouvrages) : la mise en œuvre de ce principe d'action est fortement préconisée dans le cadre du PAPI à élaborer.

3.2.2.3. ACTION 2 : PIEGES A EMBACLES

3.2.2.3.1. Description

En parallèle de la mise en œuvre d'une politique globale de gestion de la problématique embâcle sur le territoire d'étude, nous proposons la mise en œuvre d'un piège à embâcle sur un site pilote du territoire.

Cette proposition permettra à la collectivité de disposer un retour d'expérience sur la mise en œuvre de ce principe d'aménagement, tout en proposant immédiatement une solution pour le centre-ville de Saint-André.

Un piège à embâcles est constitué par une série de pieux implantés dans le lit (mineur ou majeur) de la rivière au travers d'une section. Les pieux et fondations devront être résistants aux affouillements, aux pressions et flexions qu'ils subiront. L'espacement des pieux dépendra de la nature des flottants.



Fig. 28. Exemple de piège à embâcles (source : les3rivières)

Lorsqu'il a capté une certaine quantité de flottant, le piège à embâcles permet de limiter le sur-aléa généré par les embâcles sur des secteurs choisis pour leur faible vulnérabilité et participer au ralentissement dynamique en créant une zone de sur-inondation en amont de son implantation.

Le site d'implantation doit proposer une bonne accessibilité de manière à faciliter les opérations d'entretien et de nettoyage post-crue.

La localisation retenue pour l'implantation de ce site pilote est la zone située en amont du pont Morin, ce qui permet :

- de proposer une solution directement en lien avec la protection du centre-ville de Saint-André,
- de mobiliser une zone potentielle de rétention au plus près des enjeux (cf. plus loin).

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Fig. 29. Localisation du site pilote

3.2.2.3.2. Coût de mise en œuvre

Le coût de mise en œuvre d'un tel système est estimé à 300k€ HT, hors coût d'études préalables et réglementaires associées, et hors coûts d'entretien.

Les coûts annuels d'entretien de cet aménagement sont estimés à 3% du montant des travaux de celui-ci (hypothèse proposée dans le Cahier des Charges PAPI3).

Ce coût de mise en œuvre est faible au regard du coût global PAPI et permet de proposer une amélioration forte de la situation actuelle sur le centre-ville (limitation des embâcles au niveau des ouvrages).

3.2.2.3.3. Synthèse

Du fait de l'amélioration proposée sur le centre-ville et du caractère « accumulation d'expérience sur la problématique embâcles », la mise en œuvre de ce principe d'action pilote est préconisée dans le cadre de l'élaboration du PAPI.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.3. Rétention amont

3.2.3.1. OBJECTIFS ET STRATEGIE

Afin de soulager les enjeux situés sur la partie aval du bassin versant (centre-ville de Saint-André principalement), il est envisagé la mise en œuvre de solutions permettant soit de réduire le volume de la crue lors de son passage dans les zones à enjeux, soit de réduire le débit de pointe de la crue.

Il s'agit donc de proposer les mesures de gestion et les actions permettant de retenir l'eau sur les bassins amont et ralentir la propagation des crues.

Deux types de familles sont envisageables pour répondre à cet objectif :

- soit via la définition d'une politique de gestion du bassin versant amont (gestion des cultures, diagnostic amont, ...)
- soit par la mise en œuvre d'aménagements permettant de réaliser cette rétention amont.

3.2.3.2. ACTION 1 : PLAN DE GESTION ET D'ENTRETIEN DU BASSIN VERSANT AMONT ET DES COURS D'EAU

3.2.3.2.1. Description

Dans le cadre de la mise en œuvre d'un Plan de gestion et d'entretien du bassin versant amont et des cours d'eau (cf. paragraphe précédent), nous proposons d'y intégrer un volet spécifique sur le ralentissement dynamique.

Ce volet permettra la définition de la politique de gestion du bassin versant : orientations sur les modes culturels à privilégier, définitions des principes d'entretien et d'aménagements favorables au ralentissement dynamique à mettre en œuvre sur l'amont, diagnostic et identification des secteurs favorables pour la mise en œuvre d'action et/ou d'aménagements...

Ce plan de gestion du bassin versant pourra faire émerger des actions sur les thématiques suivantes :

- Stockage dynamique en versant : réhabilitation de haies et talus,
- Allongement des trajets hydrauliques dans les réseaux artificiels ou artificialisés,
- Limiteurs de débits en réseaux artificiels,
- Débordements vers le lit majeur facilités : aménagements légers limitent la capacité du lit mineur (arasements localisés de bourrelets de berges, seuils noyés, déversoirs contrôlés sur digue...): une partie des écoulements est détournée vers des zones du lit majeur où les inondations seraient acceptées et acceptables,
- Augmentation de la rugosité par végétalisation raisonnée des lits mineurs et moyens, embroussaillage des thalwegs à écoulements occasionnels
- Stockage dynamique en majeur barré par un ouvrage transverse,...

Le coût et les modalités de mise en œuvre et entretien sont à définir en concertation avec le Comité Technique de la mission et son AMO, en fonction du niveau d'ambition qui sera affecté à cet outil.

3.2.3.2.2. Synthèse

La mise en œuvre d'un tel plan est fortement préconisée dans le cadre du Dossier PAPI à proposer sur ce territoire.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.3.3. ACTION 2 : MISE EN ŒUVRE D'UN SITE PILOTE DE RALENTISSEMENT DYNAMIQUE

3.2.3.3.1. Objectif

L'aménagement décrit ici a pour objectif de ralentir les écoulements en approche du centre-ville et de dissiper l'énergie de la crue avant que les écoulements ne rentrent dans le centre-ville de Saint-André. Ce ralentissement et cette dissipation s'effectuent sur un secteur de moindres enjeux. Ainsi l'aménagement proposé permet :

- de favoriser le dépôt des embâcles transportés depuis l'amont,
- de réduire la sollicitation sur les berges pour les parties aval et de limiter l'érosion observée sur les territoires en aval,
- de proposer un écrêtement du débit de pointe (pour les crues fréquentes essentiellement) en favorisant le débordement sur des secteurs sans enjeux (autre qu'agricole).

Cet aménagement est un aménagement léger (en comparaison avec les aménagements décrits dans les actions suivantes).

Sa mise en œuvre est à considérer comme une expérimentation (site-pilote) à vocation d'acquisition d'expérience en vue d'une éventuelle extension de la démarche sur d'autres secteurs du territoire à terme.

3.2.3.3.2. Principe

Le principe de cet aménagement consiste à la mise en œuvre d'obstacles légers dans le lit majeur de la Ravine Sèche en amont du pont Morin, de manière à ralentir les écoulements en crues lors de leur transfert vers l'aval.



Fig. 30. Localisation du site pilote

Sur ce secteur, la zone potentielle est une zone agricole (champ de canne) située immédiatement en amont du Chemin Morin qui barre le lit majeur de la Ravine Sèche. A ce niveau, l'ouvrage hydraulique a été récemment refait et est totalement transparent pour une crue centennale. Il ne permet pas de faire de la rétention de crue en l'état.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Fig. 31. Vue amont Chemin Morin

L'aménagement consiste donc à la mise en œuvre de dix merlons de terre (diguettes) de 50 cm de haut et de 200 mètres de long, disposés en quinconce de manière à forcer les écoulements à « serpenter » dans le lit majeur et de ne plus avoir un axe d'écoulement rectiligne. Ce principe permet ainsi de ralentir les écoulements et favorise ainsi les débordements et le remplissage de cette zone, favorisant par la même la rétention.

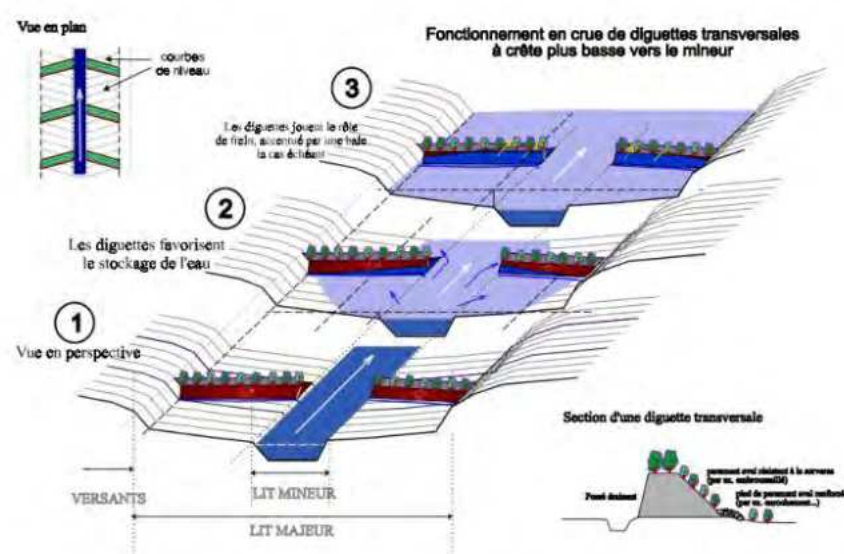


Figure B-12 : principe de fonctionnement de diguettes transversales à crête plus basse près du mineur

Fig. 32. Schéma de principe

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Fig. 33. Schéma de principe du site pilote proposé

3.2.3.3.3. Contraintes / avantages

Ce principe d'aménagement du territoire nécessitera la réalisation d'une concertation amont avec les propriétaires des terrains proposés pour accueillir l'aménagement lui-même et les conséquences de celui-ci (zones de « sur-sollicitation » hydraulique).

Cette concertation permettra de définir si un rachat des terrains est à privilégier ou une convention de sur-inondation peut être mise en œuvre entre le maître d'ouvrage et les exploitants des parcelles concernées.

3.2.3.3.4. Coûts de mise en œuvre

Le coût de mise en œuvre de cet aménagement est estimé à 150 000 € HT, hors coûts d'études préalables, des études réglementaires et des éventuelles acquisitions foncières.

Les coûts annuels d'entretien de cet aménagement sont estimés à 3% du montant des travaux de celui-ci (hypothèse proposée dans le Cahier des Charges PAPI3).

3.2.3.3.5. Synthèse

Du fait de l'amélioration proposée sur le centre-ville et du caractère « accumulation d'expérience sur la problématique ralentissement dynamique », la mise en œuvre de ce principe d'action pilote est préconisée dans le cadre de l'élaboration du PAPI.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.3.4. ACTION 3 : MISE EN ŒUVRE D'UNE ZONE D'EXPANSION DES CRUES EN AMONT DU CHEMIN MORIN

3.2.3.4.1. Principe général de fonctionnement des Zones d'Expansion des Crues (ZEC)

Le fonctionnement d'une ZEC consiste à proposer volontairement une réduction de la section hydraulique dans un secteur ne présentant pas d'enjeux humains, de manière à augmenter le débordement et le stockage des volumes de crues sur ce secteur à titre préventif et ainsi, diminuer le débit de la crue pour les secteurs à l'aval. Cet aménagement se compose principalement des éléments suivants à dimensionner :

- un ouvrage de régulation qui permet de maîtriser le débit qui va transiter vers l'aval. Il s'agit ici de proposer un ouvrage transparent pour les faibles débits et qui limite le transfert vers l'aval pour les débits plus conséquents, susceptibles de générer des désordres (Q10ans et plus),
- un barrage/digue, qui va permettre de contenir en amont le volume d'eau à stocker dans la retenue amont,
- un ouvrage de décharge pour éviter la surverse de l'ouvrage et laisser passer éventuellement le surplus de débit en cas de remplissage complet de la retenue amont.

3.2.3.4.2. Application sur le site amont du pont Morin

La mise en place d'une zone d'expansion des crues (ZEC) en amont du Chemin Morin, directement en entrée de la zone urbanisée de Saint-André a été étudiée.



Fig. 34. Localisation de la ZEC potentielle

Sur ce secteur, la zone potentielle est une zone agricole (champ de canne) située immédiatement en amont du Chemin Morin qui barre le lit majeur de la Ravine Sèche. A ce niveau, l'ouvrage hydraulique a été récemment refait et est totalement transparent pour une crue centennale. Il ne permet pas de faire de la rétention de crue en l'état.

La zone se situe aux alentours de 114/115 m NGR. Elle présente un nivellement inférieur à 116 m NGR (cote de la voirie au niveau du pont) sur une distance de sur une distance de 500 mètres environ et sur une largeur de 100 m.

En considérant comme limite haute retenue la cote de la voirie, on obtient un volume mobilisable de $60\,000\text{m}^3$ mobilisables. Ce volume est à comparer avec le volume de la crue centennale : $2,0\text{ Mm}^3$ et celui de la crue décennale 1Mm^3 .

Ainsi, le volume de rétention proposé par une mobilisation optimale et maximale de la ZEC correspond à 3% du volume de la crue centennale et de 6% de la crue décennale.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

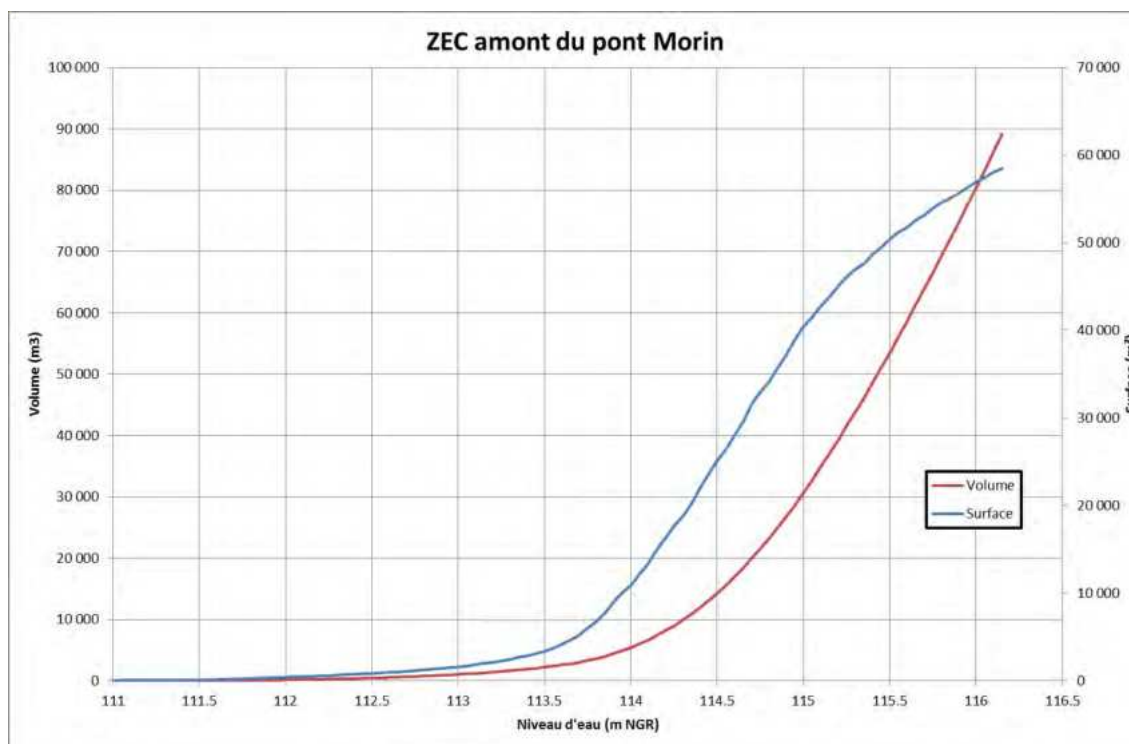


Fig. 35. Lois hauteurs-volumes – ZEC amont Pont Morin

Différents tests de dimensionnements de l'ouvrage de régulation sous la retenue et de l'ouvrage de surverse sur la retenue ont été réalisés pour caractériser les effets à attendre de la mise en œuvre de tels aménagements sur les crues à l'aval.

On obtient ainsi les éléments suivants :

- Analyse volumétrique (soustraction du volume mobilisable de part et d'autre de la pointe de crue) : écrêtement maximal purement théorique pouvant être obtenu :
- Crue décennale : 47 m³/s contre 60 m³/s en situation de référence, soit un écrêtement maximal de 21% (-13m³/s),
- Crue centennale : 105 m³/s contre 132 m³/s en situation de référence, soit un écrêtement maximal de 20% (-27m³/s).

Ces valeurs sont purement théoriques et ne peuvent être atteinte en réalité

- Analyse par modélisation des lois de débits de l'ouvrage de régulation et de la surverse :
- Crue décennale : 55 m³/s contre 60 m³/s en situation de référence, soit un écrêtement maximal de 8% (-5m³/s),
- Crue centennale : 105 m³/s contre 132 m³/s en situation de référence, soit un écrêtement maximal de 9% (-12m³/s).

Ces lois sont également très théoriques car il s'agit ici de la solution optimisée en fonction de la forme de l'hydrogramme de crue étudié dans le cadre de la mission en cours.

Il convient donc de retenir que la mise en place d'un aménagement lourd en amont immédiat du centre-ville de Saint-André permettra au mieux de proposer une diminution du débit de pointe de la crue de la Ravine Sèche d'environ 5%.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

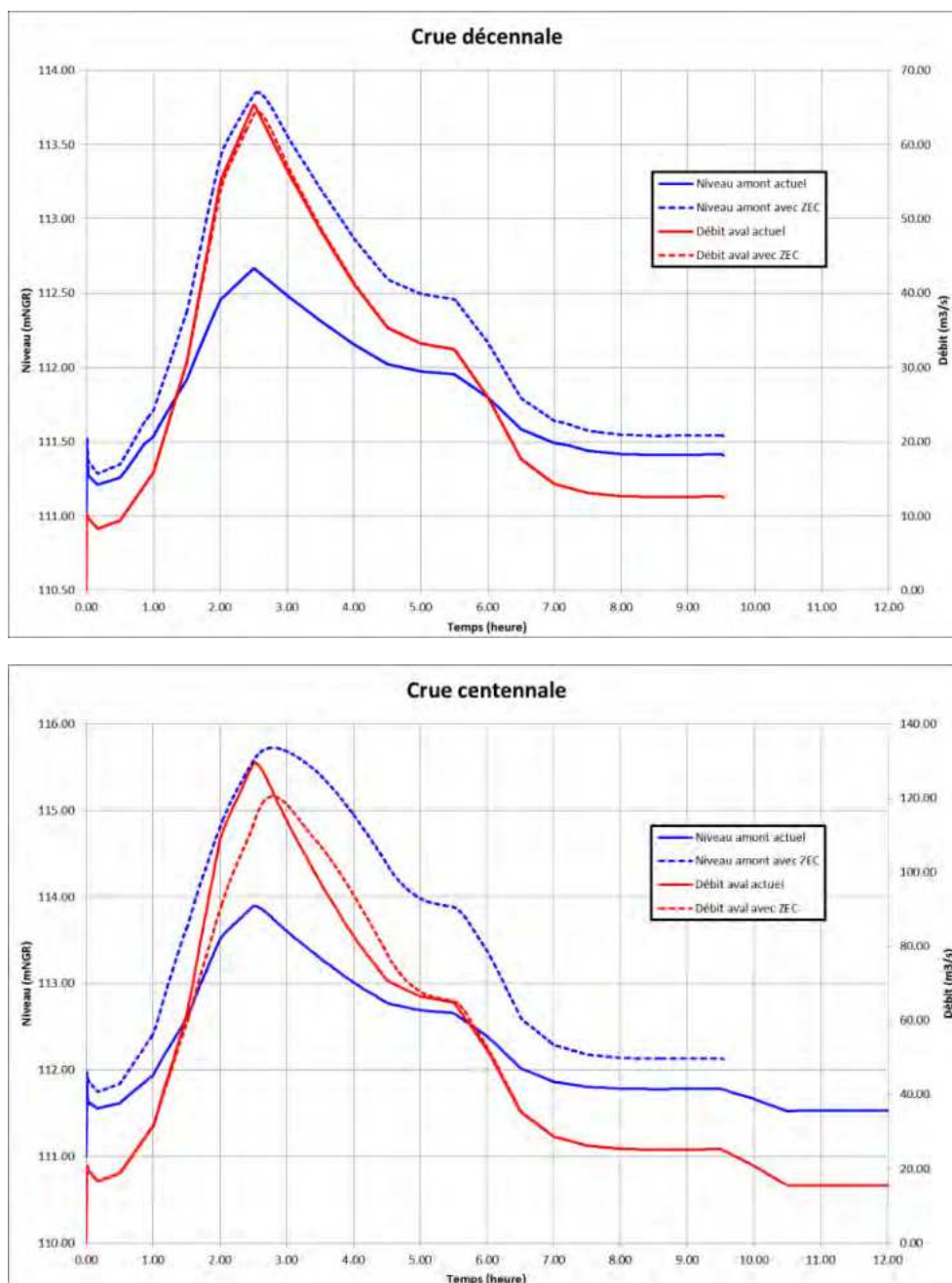


Fig. 36. Ecrêtement du débit théorique maximal obtenu pour une crue décennale et pour une crue centennale

3.2.3.4.3. Coût de mise en œuvre

Le coût de mise en œuvre d'un tel aménagement est supérieur à 1 000 000 € HT, hors coûts des études préalables et réglementaires et hors coût d'entretien.

Les coûts annuels d'entretien de cet aménagement sont estimés à 3% du montant des travaux de celui-ci (hypothèse proposée dans le Cahier des Charges PAPI3).

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.3.4.4. Contraintes/avantages

Ce type de solutions de protection nécessite de disposer de grandes surfaces planes ou faiblement pentues, bien délimitées latéralement pour limiter le linéaire et les hauteurs d'endiguement à mettre en œuvre. Ce principe d'aménagement prévoit donc la création temporaire, lors des fortes pluies, d'une retenue d'eau de plusieurs mètres de haut en amont d'un centre-ville, qui plus est, sur un secteur extrêmement proche de zones urbaines habitées et à l'aval immédiat d'une voie de circulation.

Il présente un risque majeur pour les populations en aval immédiat en cas de rupture. Il convient donc de s'assurer de la possibilité de mettre en œuvre ce principe sur le territoire sans risque majeur pour les populations en place.

Ce risque se quantifie à partir des éléments suivants :

- volume d'eau retenu,
- hauteur du barrage,
- pente du cours d'eau,
- distance des enjeux.

Il est donc préférable de proposer un aménagement permettant un ralentissement dynamique et un remplissage favorisé de zone d'expansion des crues mais sans proposer une rétention complète des volumes de crue.

Ce principe présente également très fortes contraintes sur le transport sédimentaire, en créant un point d'arrêt pour celui-ci au niveau du barrage créé.

La contrainte sur les usages agricoles est également importante. La mise en œuvre d'une telle action nécessite d'engager une concertation avec les propriétaires des parcelles, de manière à co-définir les modalités à inscrire dans une convention à passer entre le gestionnaire de l'aménagement et les propriétaires.

Cet ouvrage présente également un risque fort de création d'embâcles au niveau de son ouvrage principal qu'il conviendra de protéger. En cas d'obstruction, on observe une mise en charge de l'ouvrage et la mise en service du déversoir de sécurité, avec un risque important pour les populations aval.

Il convient de préciser que les gains à attendre de la mise en œuvre de ce principe d'aménagement sur le territoire tels que proposés ici sont des ordres de grandeurs des gains maximaux, définis par le dimensionnement d'ouvrages de régulation sur la base d'un hydrogramme de projet donné. La confrontation de cet aménagement à d'autres typologies de crues (crues plus longues par exemple) viendrait à en réduire l'efficacité.

Enfin, le ratio coût d'aménagement /efficacité hydraulique est peu favorable à la mise en œuvre de ce principe d'aménagement sur le territoire.

3.2.3.4.5. Synthèse

Au regard des contraintes associées à la mise en œuvre d'un tel aménagement, du coût de mise en œuvre de celui-ci et des très faibles gains à attendre, ce type d'aménagement n'est pas préconisé sur le territoire pour participer à la réduction de sa vulnérabilité.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.3.5. ACTION 3 : MISE EN ŒUVRE D'UNE ZEC EN AMONT DE LA RAVINE PAYET

Le principe de ZEC détaillé dans le paragraphe précédent a été étudié sur différents secteurs du territoire.

Une analyse a notamment porté sur une parcelle située en amont du lotissement Les Feuillantines, en amont de la partie urbanisée du centre-ville de Saint-André au niveau de la Ravine Payet (amont lotissement Oasis).

3.2.3.5.1. Fonctionnement hydraulique

La figure suivante illustre le fonctionnement hydraulique observé en amont de cette zone, ainsi que le mode d'alimentation de la Ravine Payet.

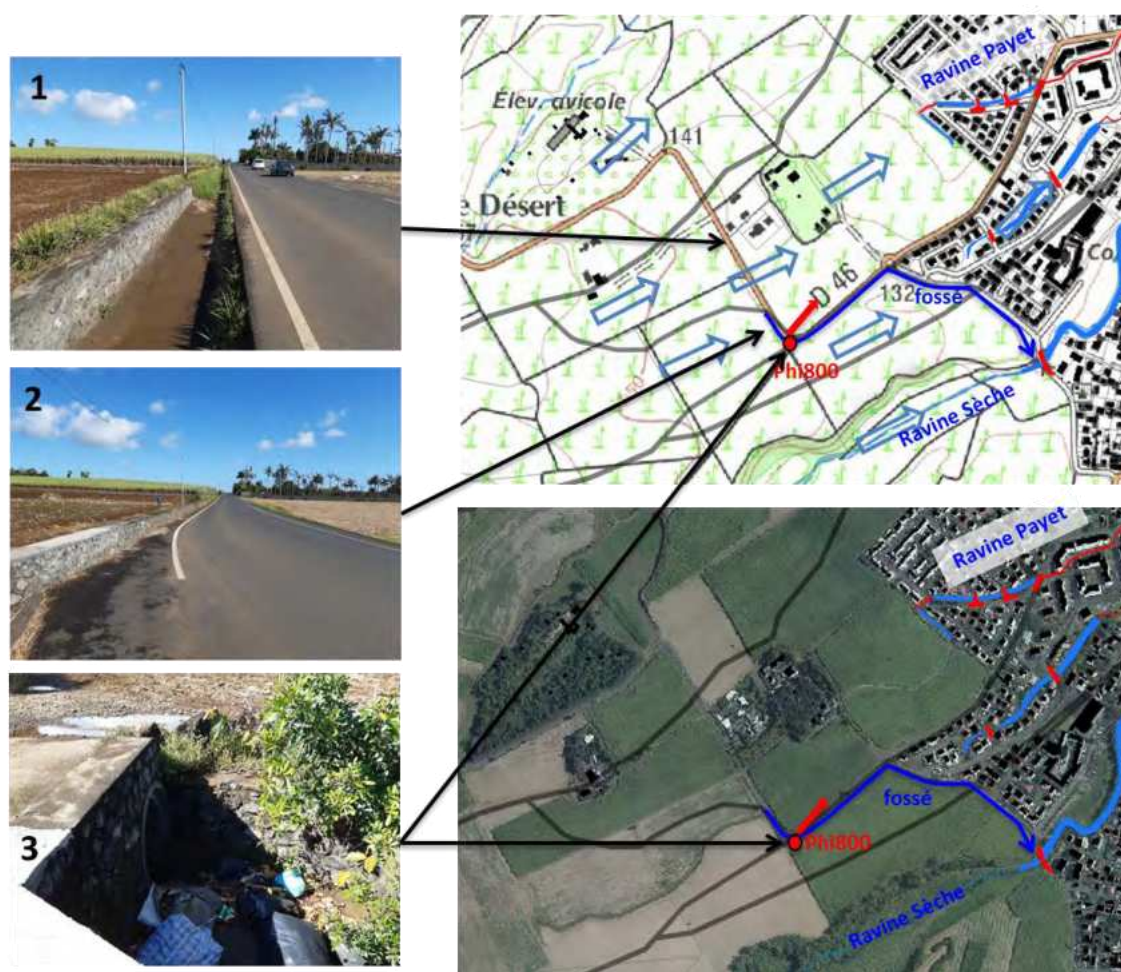


Fig. 37. Fonctionnement du secteur amont de la Ravine Payet

- 1 - Vers le nord, il n'y a pas de mur et le fossé est de taille plus réduite. Les écoulements traversent la route et alimentent la Ravine Payet lors des forts événements
- 2 - Le long du fossé un mur intercepte les écoulements de l'amont et les dirige vers la Ravine Sèche (mur coté route)

Vers l'est le mur est coté champs (débordements vers la Ravine Payet)

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

- 3 - Phi800 limitant : $Q_{\text{capable}} \sim 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Lorsque l'OH est en charge les débordements passent sur la route, et longent la partie ouest de la RD46 en direction de la Ravine Payet.
- Le fossé longeant la RD46 se rejette directement dans la Ravine Sèche en amont du pont Morin.

3.2.3.5.2. Mise en place d'une Zec en amont

Les figures suivantes présentent le secteur sur lequel la possibilité de mise en œuvre d'une ZEC a été étudiée.

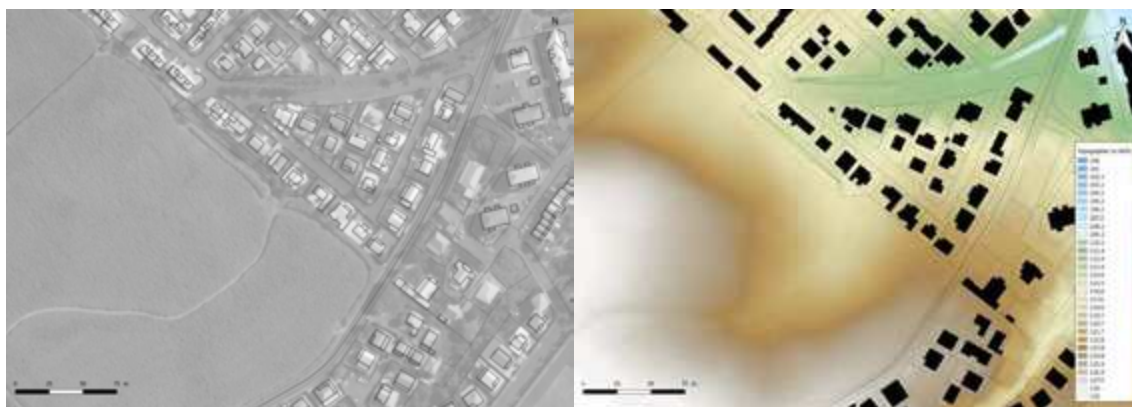


Fig. 38. Secteur amont de la Ravine Payet

Ce site présente un talus très important (3,0 m de haut) situé en arrière immédiat des habitations, ce qui rend très complexe la protection des habitations situées en arrière du lotissement et au même niveau que cette dépression topographique.

Une analyse de la topographie de la zone conduit à écarter ce site (décaissement de 3,0m contre les maisons)

Cet aménagement nécessite le remodelage important du terrain naturel en amont pour augmenter la capacité de rétention de la zone. Toutefois la surface et le volume à gagner sont très faibles pour permettre une rétention efficace des apports amont.

3.2.3.5.3. Synthèse

Au final, cette solution est hydrauliquement peu pertinente pour la mise en œuvre d'un aménagement de type ZEC. Elle n'est pas retenue comme aménagement possible et pertinent.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Fig. 39. Analyse de la topographie de la zone

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.3.6. ACTION 4 : AMONT DE L'OH 4 (RUE DU PERE REPOND) SUR LA RAVINE PAYET

3.2.3.6.1. Description et analyse

L'aménagement du secteur situé en amont de l'OH4 (Rue du Père Répond) pour en favoriser le remplissage contrôlé en cas de crue et soulager ainsi les secteurs aval consiste à la reprise de l'ouvrage hydraulique de franchissement afin d'en réduire la section et favoriser le remplissage des secteurs en amont et la reprise de la voirie pour favoriser le remplissage optimal du secteur amont et y intégrer une fonction de surverse pour évacuer le trop-plein en cas de remplissage complet de la ZEC.



Fig. 40. Secteur en amont de l'OH4 – Ravine Payet

Les simulations réalisées montrent un très faible impact de la mobilisation de la zone sur l'écrêtement du débit (Q10ans et Q100ans). La zone est mobilisée très rapidement, avec un remplissage total de celles-ci et donc l'obtention de hauteurs d'eau très importantes en amont de la route : l'aménagement consiste donc à créer une retenue d'eau importante en amont de la route (ou joué par la route en remblai).

Cet ouvrage nécessite de prévoir une surverse sur ou sous la route, créant ainsi en cas de surverse un risque fort pour les éventuels véhicules ou personnes circulant sur celle-ci, ou sur la stabilité de cet axe de circulation.

On observe également la présence de cases situées immédiatement en aval de cette route en rive gauche qui pourraient être fortement impactées en cas de surverse ou de défaillance de cet ouvrage.

D'un point de vue efficacité hydraulique, cet aménagement montre une très faible incidence sur les secteurs aval. Les figures suivantes montrent l'impact nul sur l'aval d'une mobilisation forte de cette zone.

Ce type d'aménagement ne présente pas un intérêt hydraulique sur la réduction des risques pour les secteurs aval. Toutefois, dans le cadre de la mise en œuvre d'une politique de gestion globale du bassin versant visant à favoriser la rétention amont et le ralentissement dynamique, il convient de conserver, voire de favoriser l'inondation et la possibilité

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

d'expansion des eaux sur cette zone et de ne pas favoriser leur évacuation vers l'aval sous peine d'en aggraver le risque.

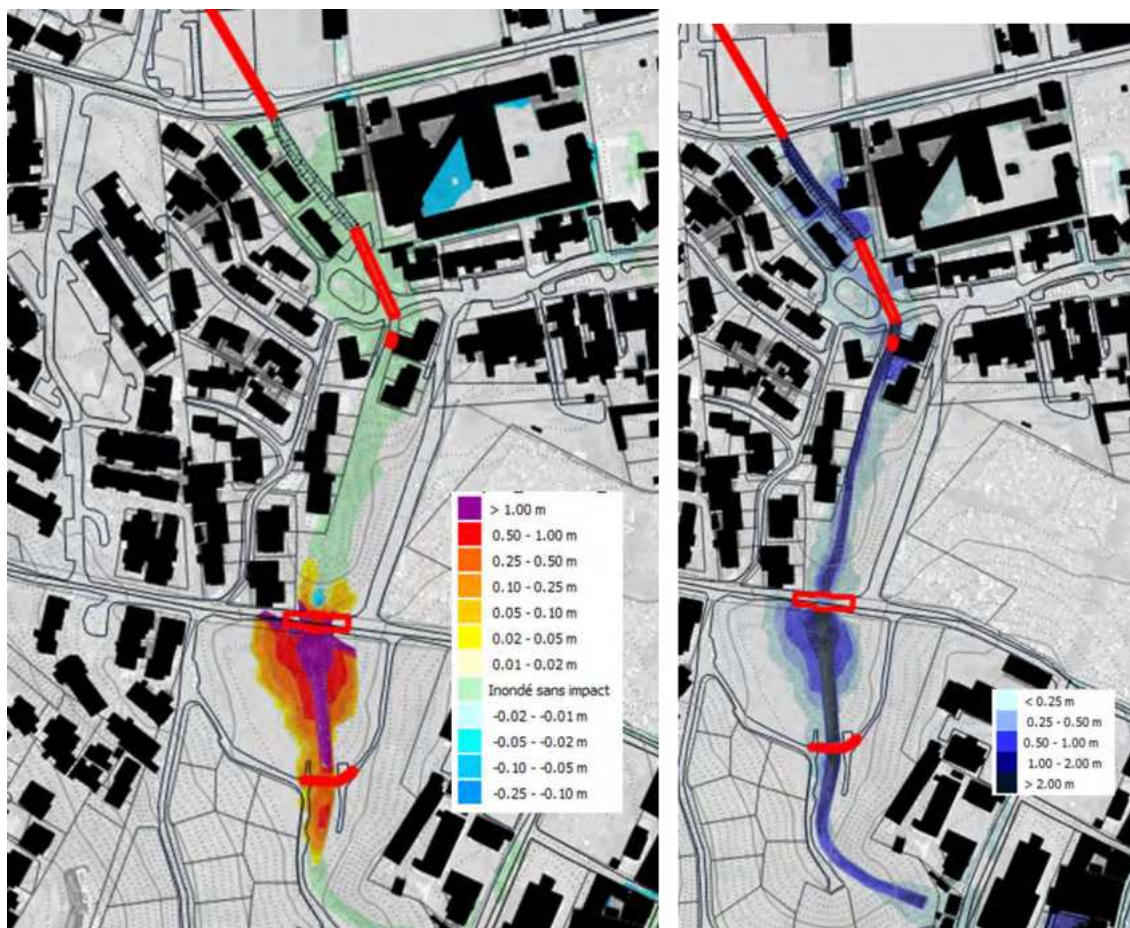


Fig. 41. Impacts et hauteurs d'eau maximales de la mise en œuvre d'une ZEC – Crue centennale

3.2.3.6.2. Synthèse

Il n'est pas préconisé de mettre en place un aménagement de type ZEC sur ce secteur. Une attention particulière sur le devenir de celle-ci doit toutefois y être portée sous réserve de créer une aggravation de la situation pour les secteurs en aval de celle-ci.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.4. Amélioration de l'évacuation de la crue sur la plaine de Bois Rouge

De la même manière à ce que l'Axe 6 : Gestion des écoulements traite de moyens permettant de limiter et de ralentir l'arrivée des eaux sur les zones à enjeux, cet axe prend également en compte des actions permettant à améliorer l'évacuation des eaux une fois celles-ci arrivées au niveau des enjeux.

Cette amélioration de l'évacuation (ou ressuyage) va permettre :

- de diminuer les niveaux d'eau maximaux atteints au niveau des enjeux,
- de réduire les durées de submersion des enjeux. Ce paramètre est un paramètre très important à considérer dans l'estimation de la vulnérabilité d'un bâtiment, qu'il soit à usage d'habitation ou d'activité/industrie, car il conditionne fortement la résilience d'un territoire.

3.2.4.1. RAPPELS : FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

Sur la zone aval du territoire, la pente naturelle de la Petite et Grande Rivière St Jean est plus faible, notamment au niveau de la Plaine de Bois Rouge, à l'aval du Quartier Français à partir duquel la zone inondable s'élargit de manière très conséquente. Les vitesses d'écoulements sont donc plus faibles dans le lit mineur par rapport aux vitesses observées en amont.

Une grande partie du volume de la crue transite donc par le lit majeur, en suivant les dépressions et les réseaux de ressuyage comme axes d'écoulements préférentiels, le lit mineur ne faisant transiter qu'une faible partie de la crue. A titre d'exemples pour illustrer l'importance des écoulements en lit majeur (et la faible importance du lit mineur sur ce secteur) :

- 1/5^{ième} du débit de pointe de la Grande Rivière Saint-Jean en crue centennale transite dans le lit mineur juste en amont de la confluence avec la Petite Rivière Saint-Jean (4/5^{ième} a donc rejoint la Plaine de Bois Rouge en le pont de la RN2002 et la confluence),
- à l'aval de la confluence entre la Grande et la Petite Rivière Saint-Jean, le débit de pointe en lit mineur est 4 fois moins important que les débits franchissant la RN2 en amont. Ce débit est 8 fois moins important au niveau du franchissement du pont de Bois Rouge que les débits franchissant la RN2 en amont.

L'évacuation des eaux vers l'océan est contrainte par des points singuliers qui présentent une restriction de la section d'écoulements pour les eaux lors de leur transfert vers l'aval dans le lit majeur. Ces éléments structurants génèrent une perte de charge des écoulements au niveau de leur franchissement, ce qui se traduit par la rehausse des niveaux d'eau en amont sur des emprises très conséquentes au regard des faibles pentes de l'écoulement sur la partie aval de la plaine.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

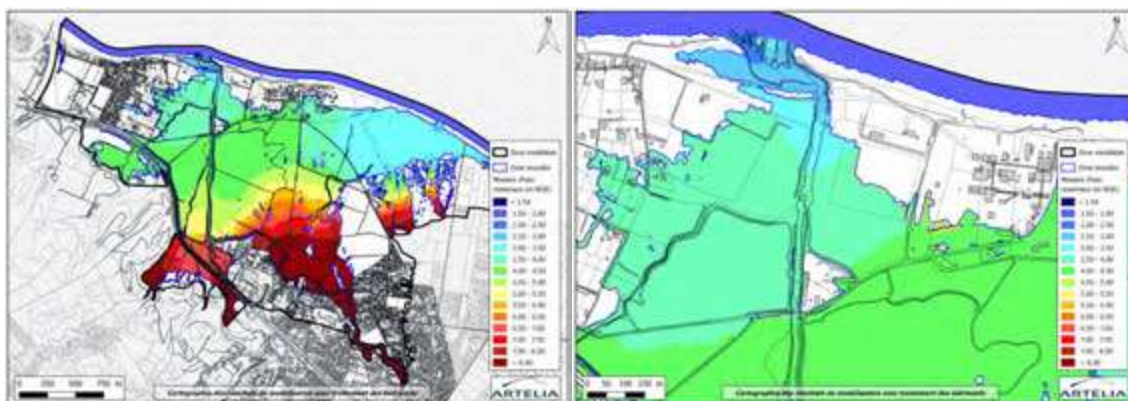


Fig. 43. Niveaux d'eau maximaux – Crue décennale

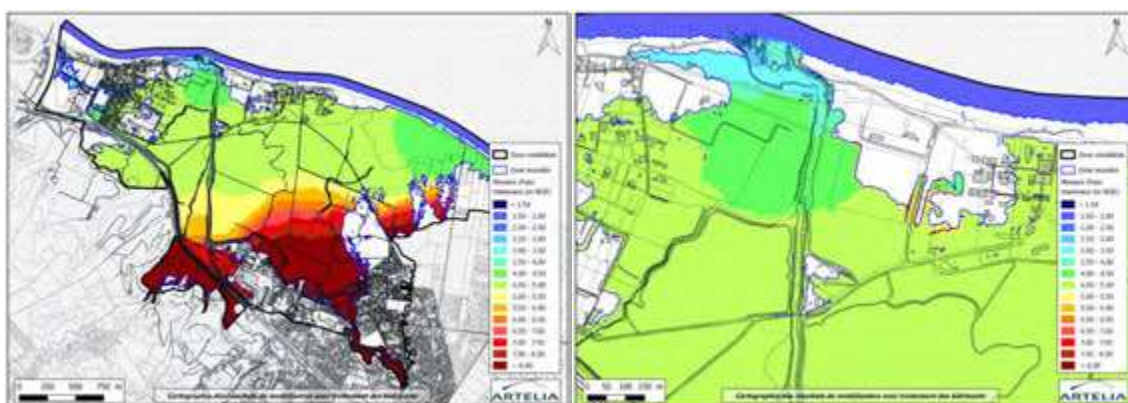


Fig. 44. Niveaux d'eau maximaux – Crue centennale

Les ouvrages ou éléments structurants du territoire qui possèdent un impact notable sur le fonctionnement hydraulique de la zone en période de crue sont les suivants :

- le cordon littoral,
- le pont CFR en aval au niveau de l'embouchure de la Grand Rivière St Jean,
- le secteur en remblai à l'est du Temple Tamoul, au niveau du pont de Bois Rouge,
- le pont du chemin de Bois Rouge.

Le cordon dunaire est d'origine naturelle alors que les trois autres constituent des « verrous » d'origine anthropique.

- le lit mineur sur la partie médiane du territoire où la majeure partie des écoulements est limitée au lit mineur.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

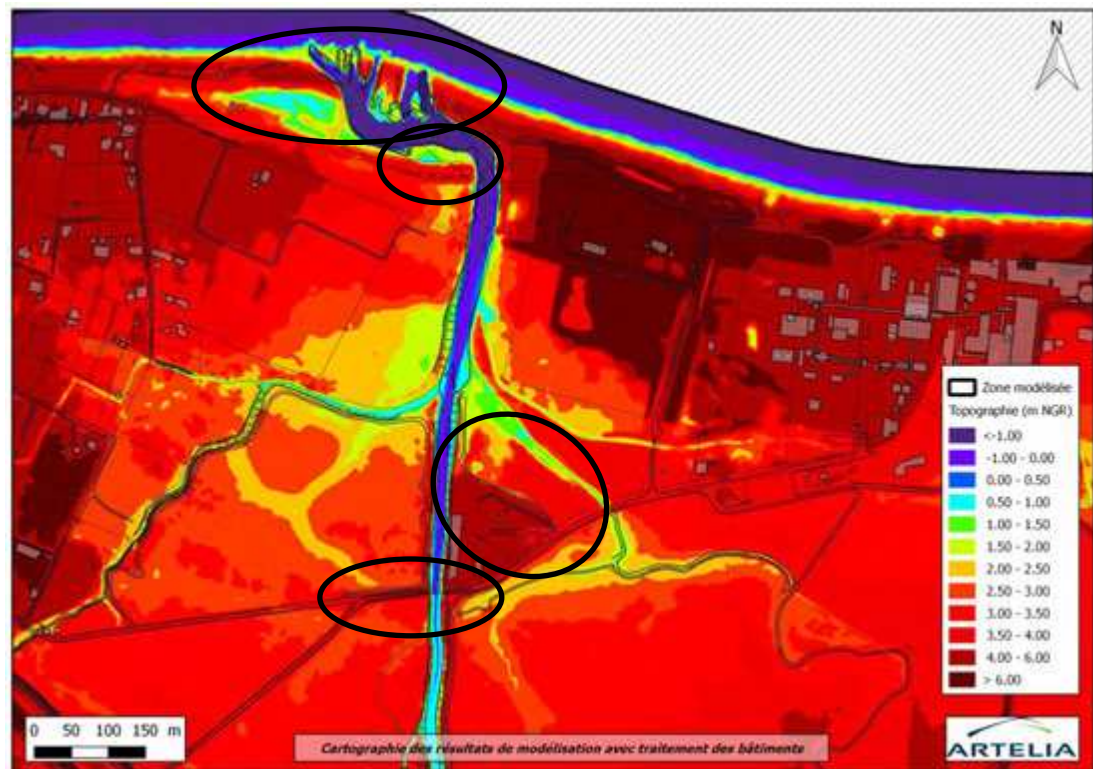


Fig. 45. Topographie de l'exutoire de la Grande Rivière Saint-Jean – Localisation des verrous

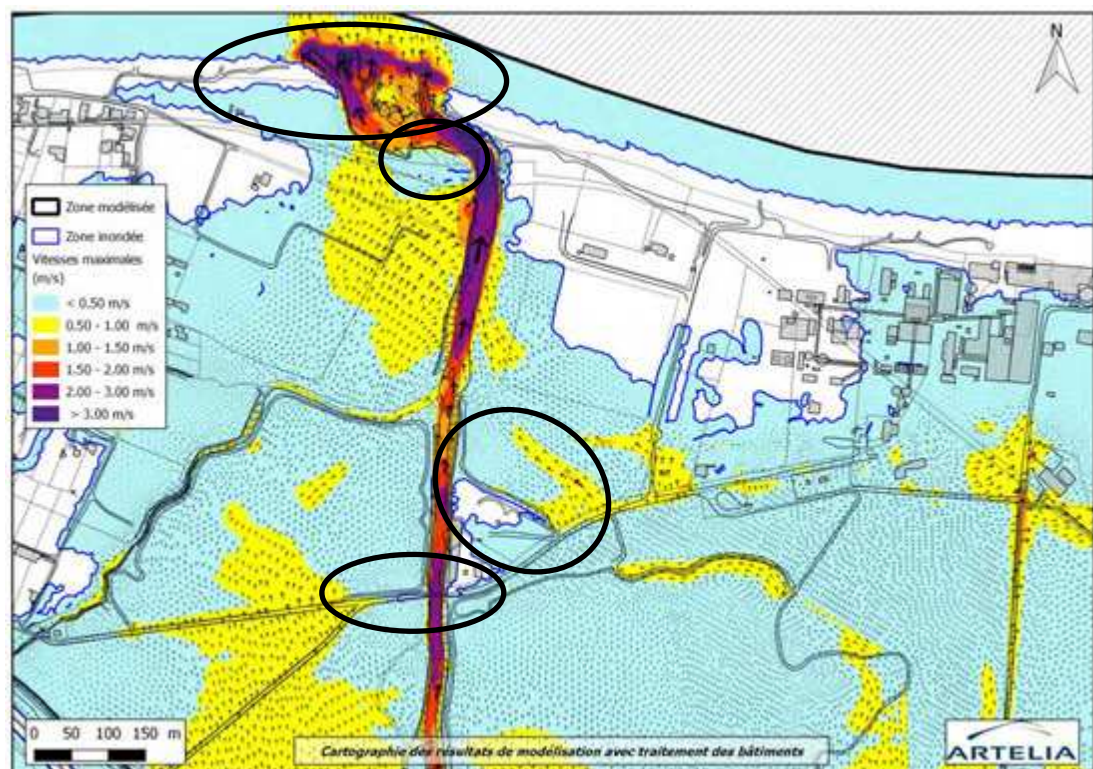


Fig. 46. Vitesses maximales – Crue centennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.4.2. OBJECTIFS

Sur ce secteur, les configurations à étudier doivent permettre d'amélioration de l'évacuation de la crue vers l'Océan, pour soulager les secteurs amont. Ceci va se traduire par :

- la réduction des niveaux d'eau maximaux et des hauteurs d'eau maximales atteints sur la Plaine, via la diminution des pertes de charges observées à leur passage,
- la réduction de la durée de la submersion des terres, par l'augmentation de la capacité d'évacuation des eaux vers l'océan à leur niveau.

Ainsi, ces mesures vont permettre :

- de proposer une diminution de la sollicitation hydraulique pour les enjeux d'habitat et d'activité situés en bordure de la plaine de Bois Rouge, ce qui permettra :
- de proposer une réduction de la vulnérabilité actuelle de ces enjeux,
- et de limiter le dimensionnement des mesures de protections collectives éventuellement retenues,
- de servir de mesures d'accompagnement pour réduire et supprimer les éventuels impacts générés par des aménagements prévus sur les secteurs en amont (accélération de la propagation de l'onde de crue sous l'effet de la suppression/réduction des débordements : réduction du laminage et de l'écrêtement de la crue),
- de réduire la sollicitation des inondations sur les enjeux agricoles de la zone, sans les protéger complètement toutefois. A noter que dans la majorité des cas, les enjeux agricoles sont plus sensibles aux durées de submersions qu'aux hauteurs de submersion. La diminution de la vulnérabilité des enjeux agricoles n'est pas l'objectif recherché quant à la mise en œuvre de tels aménagements. Il pourra toutefois être obtenu par la mise en œuvre de ces aménagements, s'il est décidé de les mettre en œuvre dans l'optique de la protection des enjeux humains (habitat et industrie) et du respect d'un équilibre hydraulique global.

3.2.4.3. STRATEGIES RETENUES

Les stratégies pouvant être mises en œuvre pour répondre à cet objectif sont les suivantes :

- Augmenter la capacité du réseau existant (lit mineur). Cette stratégie ne concerne que la partie médiane du territoire. Pour la partie aval, les écoulements s'effectuant de manière très importante dans le lit majeur, un travail sur la capacité du lit mineur se traduira par des impacts hydrauliques très mesurés.
- Supprimer les blocages hydrauliques (ou verrous)
- Favoriser l'alimentation de zones de moindre enjeu de la Plaine de Bois Rouge.

Ces stratégies ont fait l'objet d'analyses poussées qui sont détaillées dans les paragraphes suivants.

3.2.4.4. ACTION 1 : RECALIBRAGE DU LIT MINEUR

3.2.4.4.1. Description de l'aménagement étudié

A. Reprise totale

Vu la faible importance du lit mineur sur l'évacuation des volumes d'eau en comparaison avec le lit majeur, les actions à mener pour augmenter la capacité hydraulique du lit mineur doivent donc être très conséquentes pour générer un impact hydraulique majeur. Ces actions doivent concerner

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

l'ensemble du linéaire depuis le franchissement de la RN2 jusqu'à l'exutoire à l'océan (recalibrage sur 3,5 km à minima).

Les ouvrages hydrauliques, présentant des sections hydrauliques en cohérence avec le gabarit actuel des cours d'eau seraient également à reprendre. Il en est de même au niveau des restrictions des sections d'écoulements observées au niveau des exutoires (Grande Rivière Saint-Jean et Etang de Bois Rouge).

Ces principes d'aménagements se traduisent par des contraintes très fortes :

- impacts environnementaux (intervention en lit mineur d'un cours d'eau) sur des secteurs classés (ZNIEFF, EBC),
- morpho-sédimentaires (modification du profil d'équilibre du cours d'eau),
- les contraintes d'érosion des berges combinées aux fonciers privés rendent la mise en œuvre de cette solution très complexe sur le linéaire de la Grande Rivière Saint-Jean situé entre le franchissement de la RN2 et celui de la RN2002 (zone qui concentre un nombre important d'enjeux vulnérables),
- sur la partie aval du franchissement de la RN2002, l'élargissement de la rivière en amont de la confluence nécessite une largeur de cours d'eau entre 20 et 30 m pour une profondeur de 5,0 m pour évacuer sans débordement respectivement la crue décennale et la crue centennale. Sur ce secteur la Grande Rivière Saint-Jean présente une largeur moyenne de 15 mètres environ.
- les volumes de matériaux à évacuer (pas de possibilité de les déposer à proximité car en zone inondable) ...

qui rendent complexe et coûteuse la mise en œuvre d'un tel aménagement au regard des impacts hydrauliques à attendre.

Ainsi, la reprise de la section hydraulique du lit mineur et des ouvrages hydrauliques sur l'intégralité de ce secteur n'est pas retenue comme une mesure pertinente pour ce secteur.

B. Reprise partielle : solution étudiée

Une configuration plus mesurée a été étudiée, celle consistant au recalibrage du lit mineur sur la portion où les écoulements de la Grande Rivière Saint-Jean sont cantonnées au lit mineur et sur la portion concentrant une grande densité d'enjeux vulnérables (Quartier Français, Cambuston).

L'aménagement est donc proposé sur une emprise sur laquelle son efficacité hydraulique sera maximale et ciblée sur les secteurs vulnérables.

L'aménagement étudié consiste à la reprise des sections hydrauliques sur un linéaire de 2 750 mètres environ. Le profil des fonds retenu, les déblais associés à la mise en œuvre de ce scénario et l'emprise concernée sont présentés sur les figures suivantes.

Ce scénario consiste à l'évacuation de près de 75 000 m³ de matériaux à l'extérieur de l'emprise de la zone inondable.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

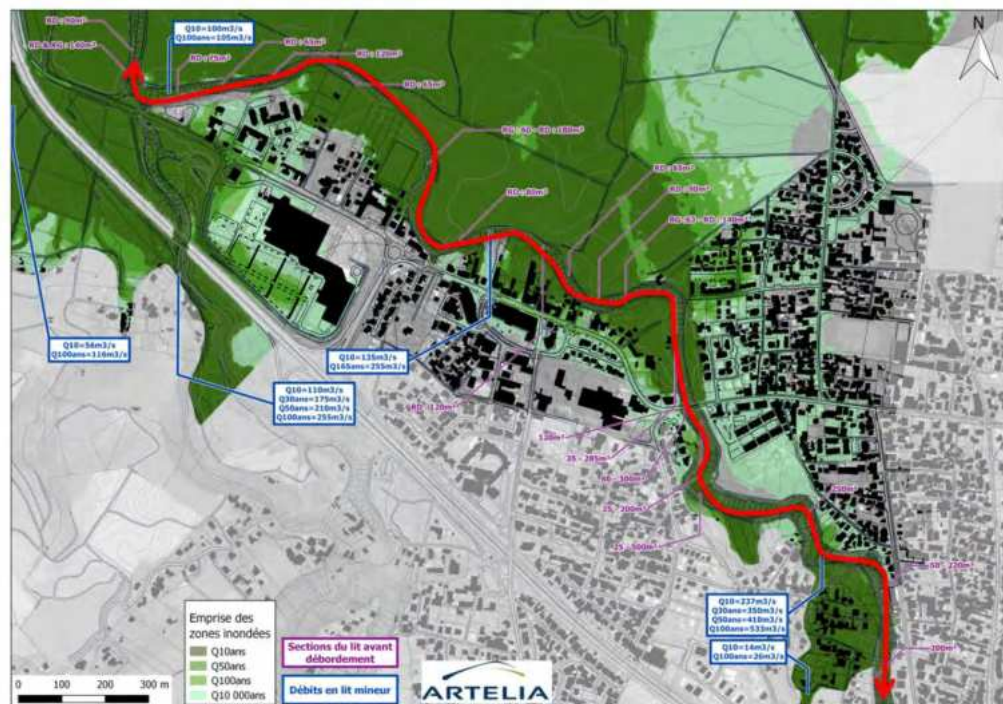


Fig. 47. Linéaire concerné par la reprise du lit mineur de la Grande Rivière Saint-Jean

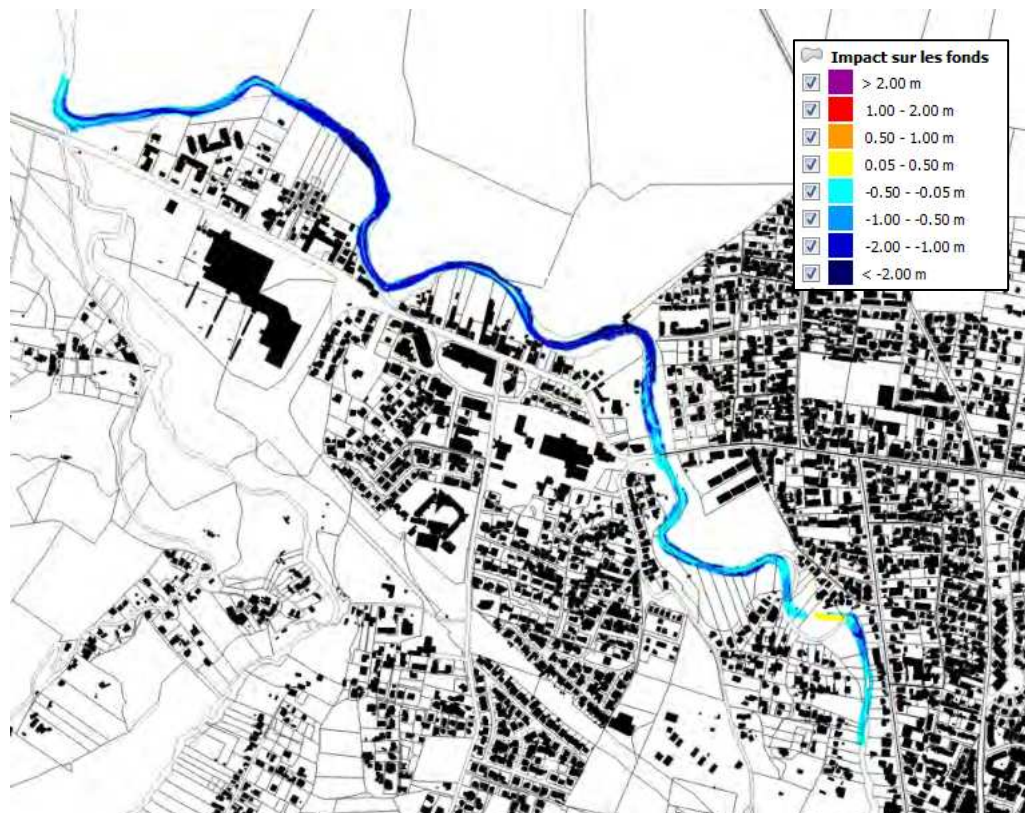


Fig. 48. Evolutions des fonds modélisées

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

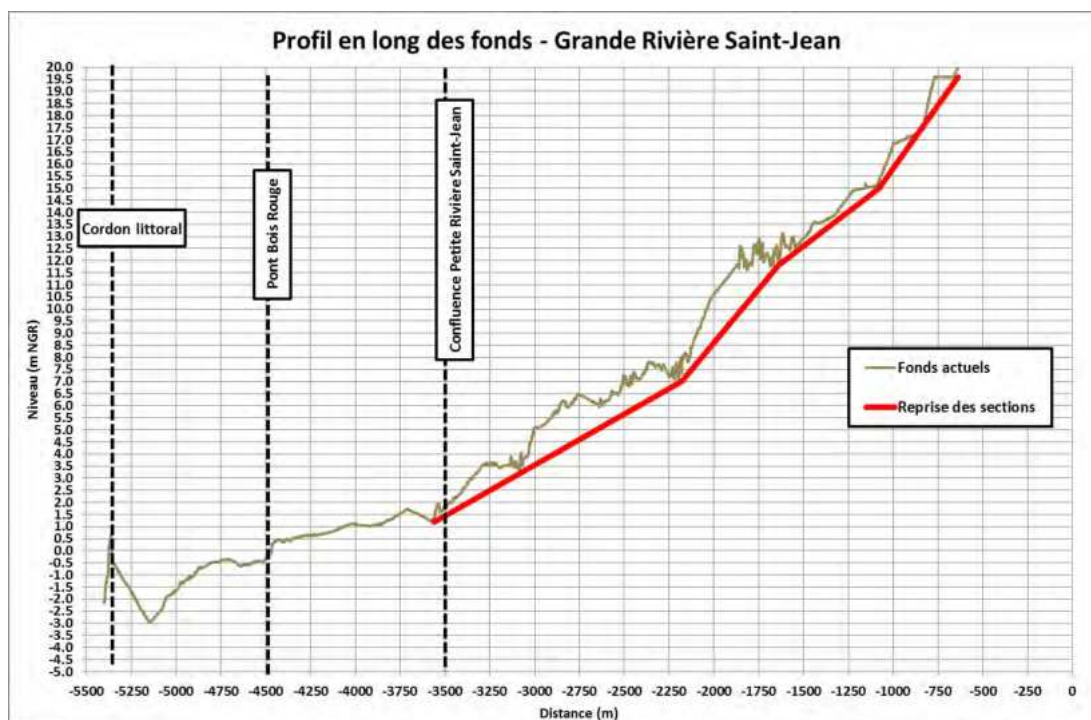


Fig. 49. Profils des fonds étudiés

3.2.4.4.2. Efficacité hydraulique

Les figures suivantes présentent les impacts de cet aménagement sur les niveaux d'eau maximaux obtenus pour les crues décennales et centennale.

Les impacts associés à cet aménagement sont les suivants :

Tabl. 7 - Impacts du recalibrage du lit mineur sur les enjeux aval du territoire

	Q10	Q100
La Marine	+15cm	+8 cm
Quartier Français	-30 à -50cm (remonte + sur l'amont)	-14 à -40cm
Site Bois Rouge	+5cm (-24cm à l'aval)	0 à -8cm

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

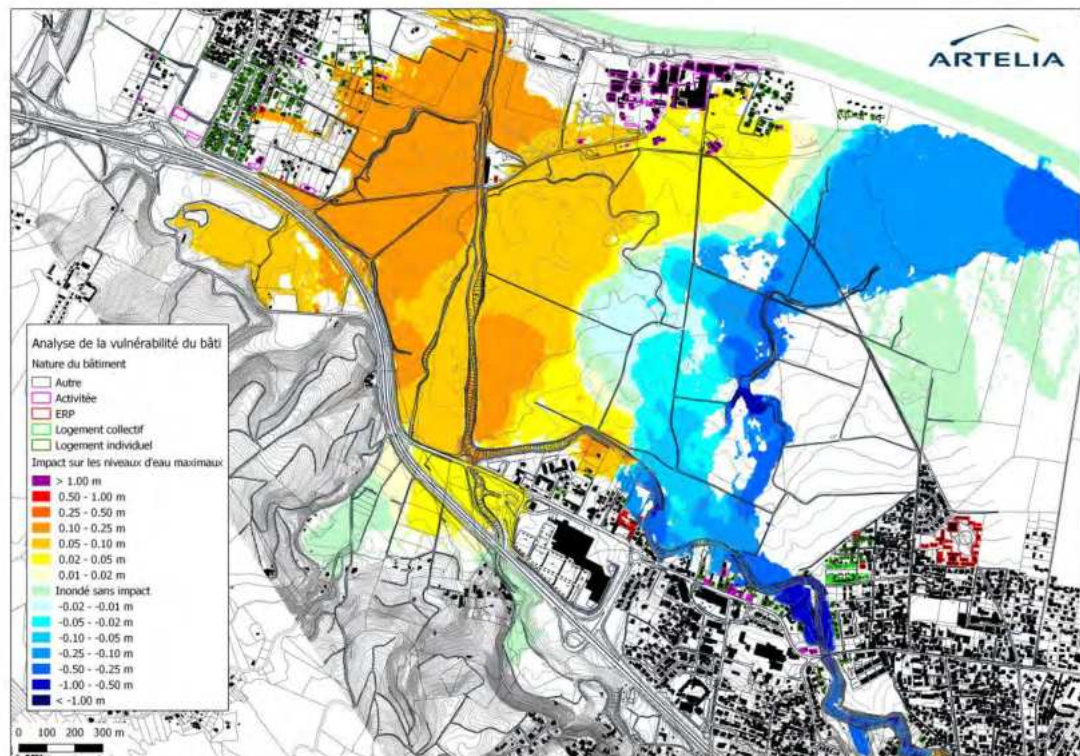


Fig. 50. Impacts du recalibrage du lit mineur – Crue décennale

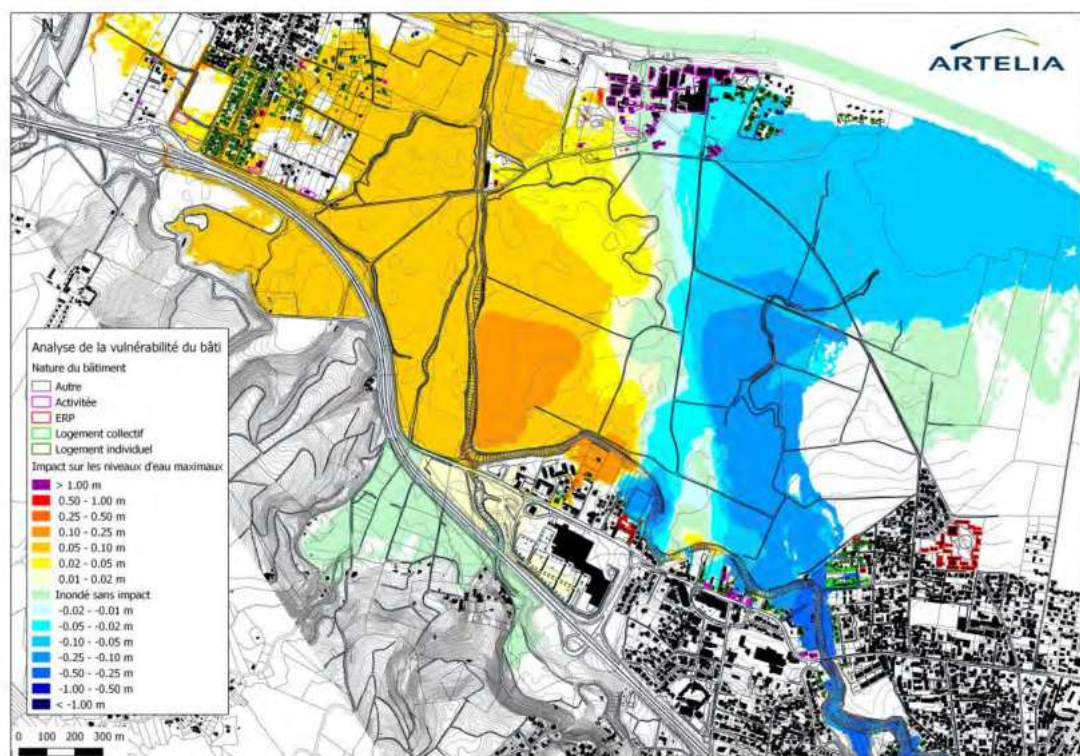


Fig. 51. Impacts du recalibrage du lit mineur – Crue centennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.4.4.3. Contraintes

Les principales contraintes identifiées sur le secteur sont les suivantes :

- Augmentation des hauteurs d'eau sur la partie *ouest* de la plaine : sur-inondation de zones agricoles (convention de sur-inondation à prévoir),
- Diminution de la sollicitation hydraulique en zone agricole à l'*est* et augmentation à l'*ouest*,
- Travaux en lit mineur : contraintes environnementales très fortes,
- Protection des berges vis-à-vis du risque érosion,
- Augmentation des contraintes hydrauliques en lit mineur: aggravation des problématiques d'érosion,
- Evacuation des matériaux.

3.2.4.4.4. Coût

Le coût estimé de mise en œuvre de cet aménagement est d'environ 3 000 000 € HT, hors études préalables et réglementaires et hors coût d'entretien.

3.2.4.4.5. Synthèse

Cet aménagement permet de diminuer les hauteurs d'eau maximales sur le secteur de Quartier Français, mais crée une aggravation du risque pour les enjeux des secteurs de La Marine et de Bois Rouge.

Cette aggravation du risque sur n'est pas acceptable en l'état. L'impact généré par cette mesure devra être intégré dans le dimensionnement des mesures de protections de ces enjeux.

La comparaison des gains obtenus sur le Quartier Français au regard du coût de mise en œuvre, des contraintes associées, et des impacts sur les secteurs aval ne nous semble pas favorable. Cet aménagement n'est pas préconisé dans le cadre de l'élaboration du scénario de réduction de la vulnérabilité des enjeux de ce territoire.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.4.5. ACTION 2 : RECALIBRAGE DES ZONES D'ÉCOULEMENTS PRÉFÉRENTIELLES DU LIT MAJEUR

3.2.4.5.1. Description

La reprise et l'optimisation des zones d'écoulements préférentiels dans le lit majeur de la Plaine de Bois peuvent être envisagées. Ces actions doivent permettre d'évacuer de manière plus rapide les écoulements vers l'océan.

Toutefois, l'efficacité d'une telle mesure est conditionnée par la section hydraulique proposée aux deux exutoires de la Plaine de Bois Rouge (étang et Grande Rivière Saint-Jean). Ainsi, cette typologie d'action doit être mise en œuvre de manière à optimiser une action préalable à mener sur les exutoires de la Plaine de Bois Rouge. Cette typologie d'action est détaillée dans la suite de ce rapport (paragraphe suivant).

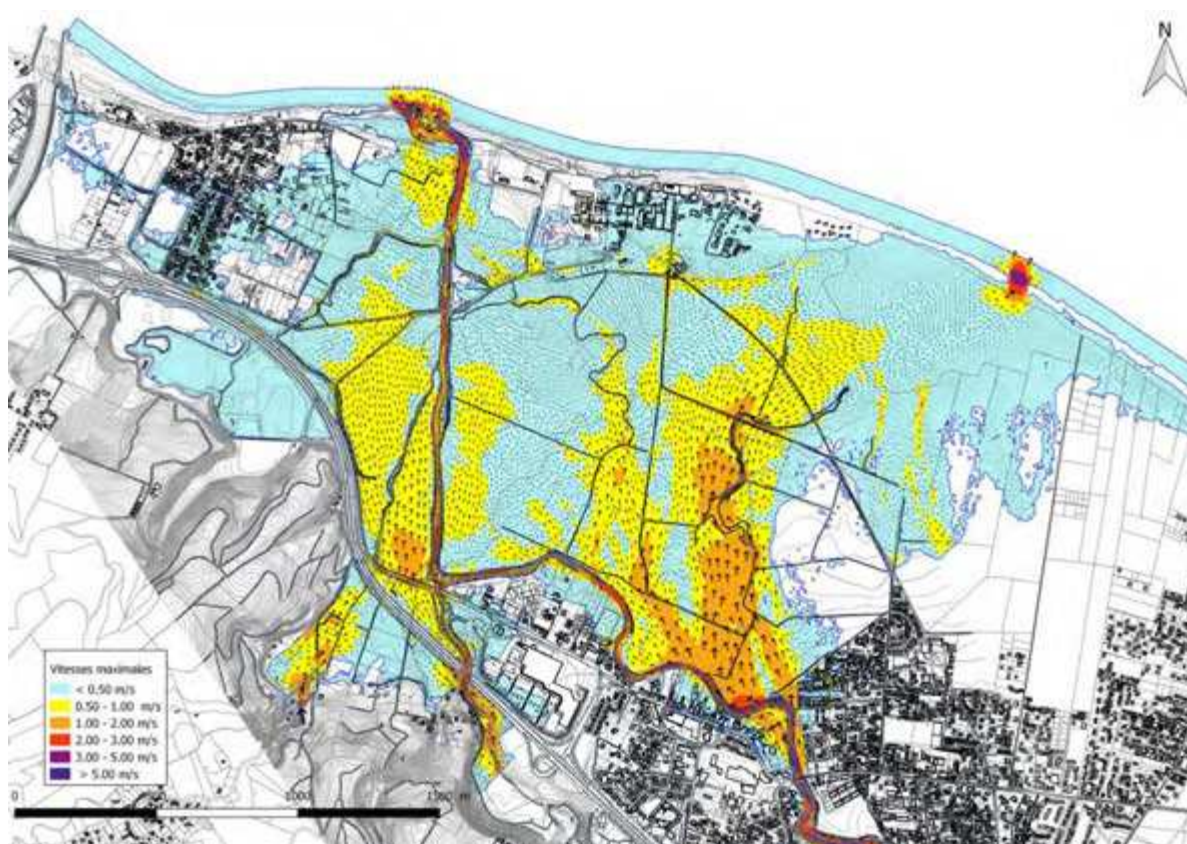


Fig. 52. Vitesses maximales – Crue centennale : zones préférentielles d'écoulement

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.4.5.2. Synthèse

Tabl. 8 - Analyse du recalibrage du lit majeur

Mesure	Efficacité hydraulique prévisible	Contraintes hydrauliques et sédimentaires	Contraintes techniques	Contraintes réglementaires	Conclusions
Recalibrage lit majeur	Limitée car contrôlée par les capacités des exutoires (cordon dunaire)	Adapter l'ensemble des ouvrages hydrauliques aux nouvelles capacités du lit majeur	Volume de matériaux à évacuer important	Convention de sur-inondation/exploitation à prévoir avec les usages agricoles de la Plaine	Mesure non retenue

Cet aménagement ne semble pas proposer un impact hydraulique suffisant s'il n'est pas accompagné :

- de l'amélioration de l'alimentation de la zone agricole (travail sur la topographie des berges rive droite de la grande Rivière Saint-Jean, cf. plus loin),
- de l'amélioration de l'évacuation des volumes de crue vers l'océan (cf. paragraphes suivants).

Ce principe d'aménagement peut générer également d'importantes contraintes sur l'exploitation des terres agricoles et se traduire par une perte de surfaces cultivables ou sur des travaux extrêmement conséquents en termes de volumes de terres à mobiliser ou évacuer.

Ce principe d'action n'est pas à ce titre développé ici et n'est donc pas préconisé dans le cadre de l'élaboration du scénario finale de réduction de vulnérabilité du territoire.

3.2.4.6. ACTION 3 : GESTION DU CORDON LITTORAL

Le cordon dunaire est un « verrou » hydraulique naturel qui conditionne l'évacuation des volumes de crue vers l'océan.

Il peut faire l'objet d'un remodelage topographique préventif (ouverture mécanique du cordon avant un évènement ou sur une période donnée) ou entretenu de manière permanente afin de proposer une section d'écoulement avant rupture plus importante que celle observée actuellement. L'augmentation de la section hydraulique se traduit par l'augmentation du débit à l'exutoire et donc par la diminution des hauteurs d'eau maximales et des durées de submersion observées dans la Plaine de Bois Rouge.

L'importance des travaux à mettre en œuvre et le faible délai d'alerte permet d'ores et déjà d'exclure la mise en œuvre d'un remodelage préventif à réaliser en cas d'alerte et de ne retenir qu'un remodelage quasi-permanent de la topographie de l'embouchure de la Grande Rivière Saint-Jean (maintien d'un niveau altimétrique bas sur une emprise donnée au niveau de l'embouchure, afin de favoriser l'évacuation des eaux vers l'océan).

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Cette mesure permet de favoriser l'évacuation des volumes d'eau sur le début de la crue, de limiter ainsi l'effet de blocage des écoulements par rapport à la configuration de référence, de retarder le début du débordement et de réduire la durée de submersion de la plaine inondable.

3.2.4.6.1. Description de l'aménagement

Il est donc proposé de tester dans un premier temps la modélisation de l'impact du nivellement altimétrique du cordon dunaire à 2,00 m NGR au maximum : les terrains de topographie supérieure sont nivelés à cette cote, ceux de topographie inférieure ne sont pas touchés, sur une largeur de 200 m au niveau de l'exutoire de la Grande Rivière Saint-Jean.

Cet aménagement correspond à un décaissement du cordon actuel sur une hauteur moyenne comprise entre 1,0 et 2,0 m.

Le fonctionnement de la rupture naturelle du cordon littoral au cours de la crue a été détaillé en Phase 1 de la mission. Cette analyse a permis de retenir les hypothèses de représentation du phénomène de rupture pour les différentes crues modélisées. Le mode de fonctionnement de la rupture du cordon sous l'effet de la crue retenu ici est identique à celui mis en œuvre dans le cadre de l'étude de la configuration de référence du territoire.

Ces hypothèses sont conservées et reprises dans les simulations.



Photo.-2. Cordon littoral et embouchure de la Grande Rivière Saint-Jean

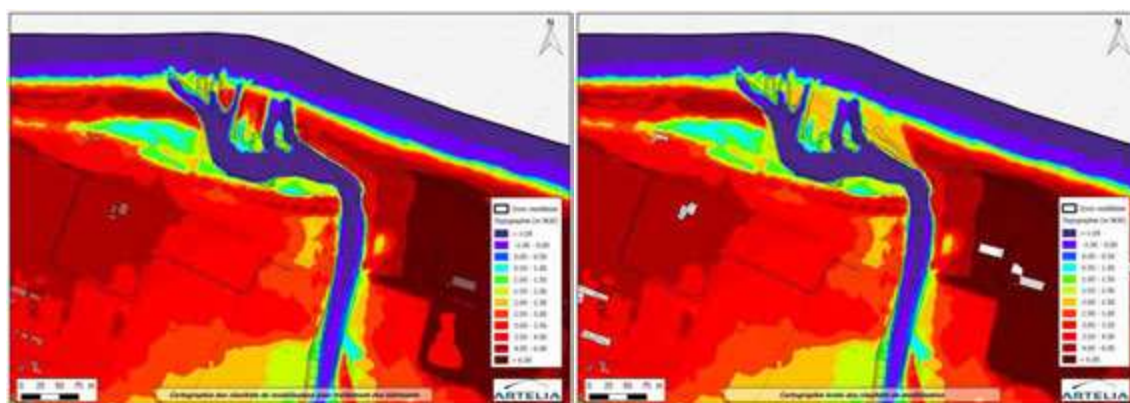


Fig. 53. Topographie du cordon littoral (actuel à gauche – aménagé à droite)

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

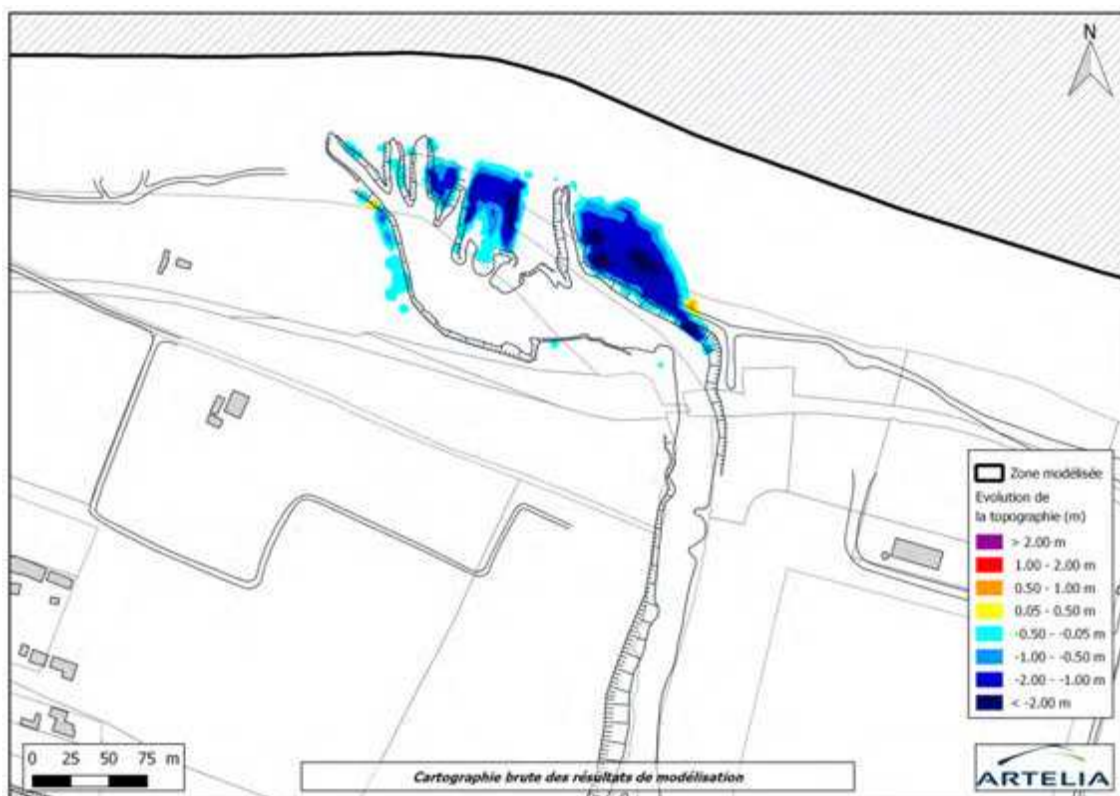


Fig. 54. Evolution de la topographie du cordon modélisée

3.2.4.6.2. Analyse hydraulique

Les figures suivantes présentent les impacts obtenus sur les niveaux d'eau maximaux pour les crues décennale et centennale par l'aménagement étudié concernant le cordon littoral.

Les gains obtenus par cette typologie d'action est conséquent sur la Plaine de Bois Rouge. On observe un abaissement important sur le secteur à l'aval du pont CFR : respectivement -15cm et -28cm par rapport aux niveaux d'eau maximaux observés pour les crues décennale et centennale.

Au niveau du Quartier de La Marine, cette gestion topographique du cordon littoral se traduit par des abaissements des niveaux d'eau maximaux de -2 à -3 cm pour la crue décennale et de -3 à -4 cm pour la crue centennale.

Au niveau du site de Bois Rouge, la gestion du cordon étudiée ne modifie pas l'inondabilité du site pour la crue décennale et abaisse les niveaux d'eau maximaux de -2 à -1 cm pour la crue centennale.

Cette typologie n'a pas d'impact sur la partie amont de la Plaine de Bois Rouge.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 9 - Impacts hydrauliques – Gestion du cordon littoral

	Q10	Q100
La Marine	-2 à -3 cm	-3,6 cm
Quartier Français	-	-
Site Bois Rouge	-	-1,5 cm

Concernant les durées de submersion, celles-ci sont très fortement dépendantes du niveau altimétrique de chaque territoire : les secteurs élevés sont inondés moins longtemps que les secteurs plus bas. Ainsi, l'influence de cette action sur les durées de submersion est également dépendante du niveau altimétrique.

La figure suivante illustre ce phénomène. Elle présente les évolutions des niveaux d'eau observés pour la crue décennale en amont du cordon littoral, pour la configuration actuelle du territoire et pour la configuration intégrant l'aménagement topographique du cordon.

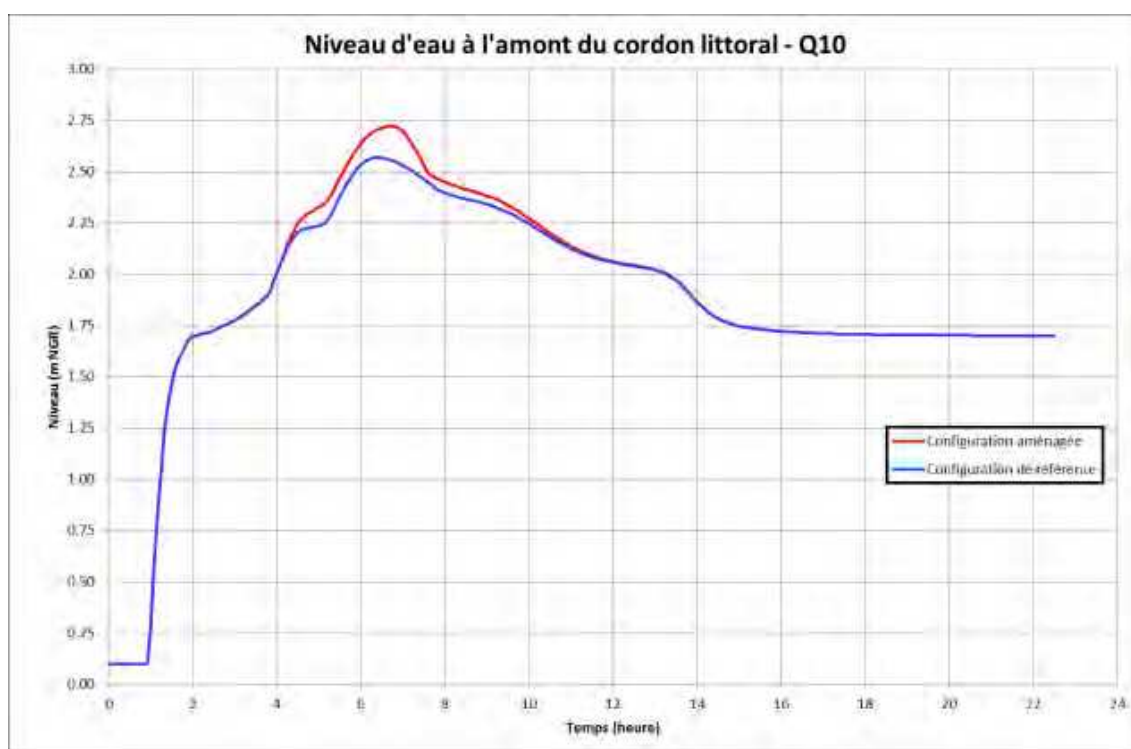


Fig. 55. Evolution des niveaux d'eau – Crue centennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

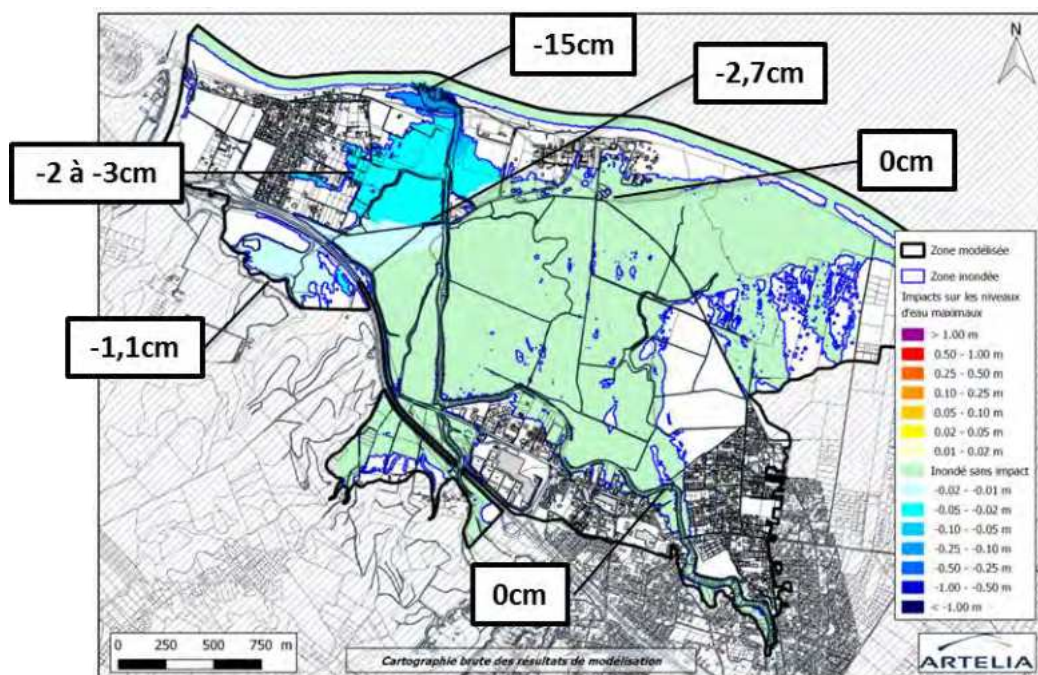


Fig. 56. Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue décennale

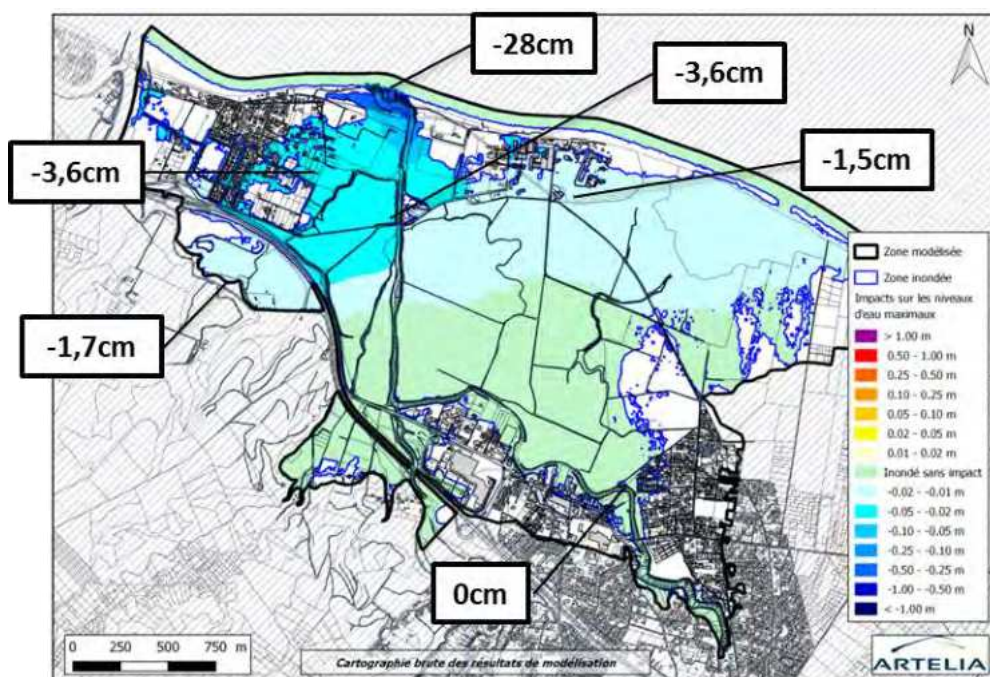


Fig. 57. Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue centennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.4.6.3. Contraintes

Les contraintes associées à cette typologie d'action sont les suivantes :

- Le volume de matériaux à évacuer hors de la zone est d'environ ~7 500m³
- La reprise topographique du cordon doit faire l'objet de travaux réguliers, de manière à maintenir le nivellement altimétrique du cordon. Cette typologie intègre donc des coûts d'entretiens associés,
- En période cyclonique, il est probable que les houles créent une rehausse du cordon littoral avant l'évènement pluviométrique, rendant alors inopérante cette action.
- Contraintes environnementales fortes (modification fonctionnement hydraulique quotidien de la Grande Rivière Saint-Jean, ...).

3.2.4.6.4. Synthèse

Fig. 58. Synthèse - Gestion altimétrique du cordon littoral

Mesure	Efficacité hydraulique prévisible	Contraintes hydrauliques et sédimentaires	Contraintes techniques	Contraintes réglementaires	Conclusions
Gestion cordon littoral	Perte de charge importante au franchissement du cordon : gains importants en amont immédiat (jusqu'au pont CFR) Gains plus faibles plus en amont : amélioration de la situation pour les enjeux de La Marine (hauteur d'eau et durée de submersion) Gains nuls au niveau du Quartier Français	La rupture «naturelle» du cordon définit la section hydraulique finale lors du pic de la crue. Cette section contrôle davantage l'évacuation des eaux que la reprise altimétrique proposée. La gestion du cordon permet de favoriser l'évacuation des eaux en période de montée de crue.	Entretien du nivellement à assurer (coût d'entretien) Possibilité que le cordon se restitue lors des houles cycloniques avant l'évènement pluviométrique : efficacité de l'aménagement serait alors nul.	Environnementales (ZNIEFF, EBC, ENRLittoral, Parc National) Travaux en lit mineur	Mesure complémentaire à la mise en œuvre des mesures de protection des enjeux Mesure non prioritaire

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.4.7. ACTION 4 : SUPPRESSION DES VERROUS HYDRAULIQUES ANTHROPIQUES

Une analyse spécifique du rôle de ces « verrous » hydrauliques anthropiques, dans leur globalité dans un premier temps et de manière indépendante ensuite, est engagée afin de quantifier le rôle global et spécifique à chaque « verrou » sur le fonctionnement hydraulique de la zone, notamment sur les niveaux d'eau en amont (emprise et intensité) et sur les durées de submersion de la plaine inondable.

Ces réflexions permettent de répondre aux questions soulevées lors du Comité de Pilotage de restitution de Phase 1.

La localisation de ces verrous est rappelée ci-après.

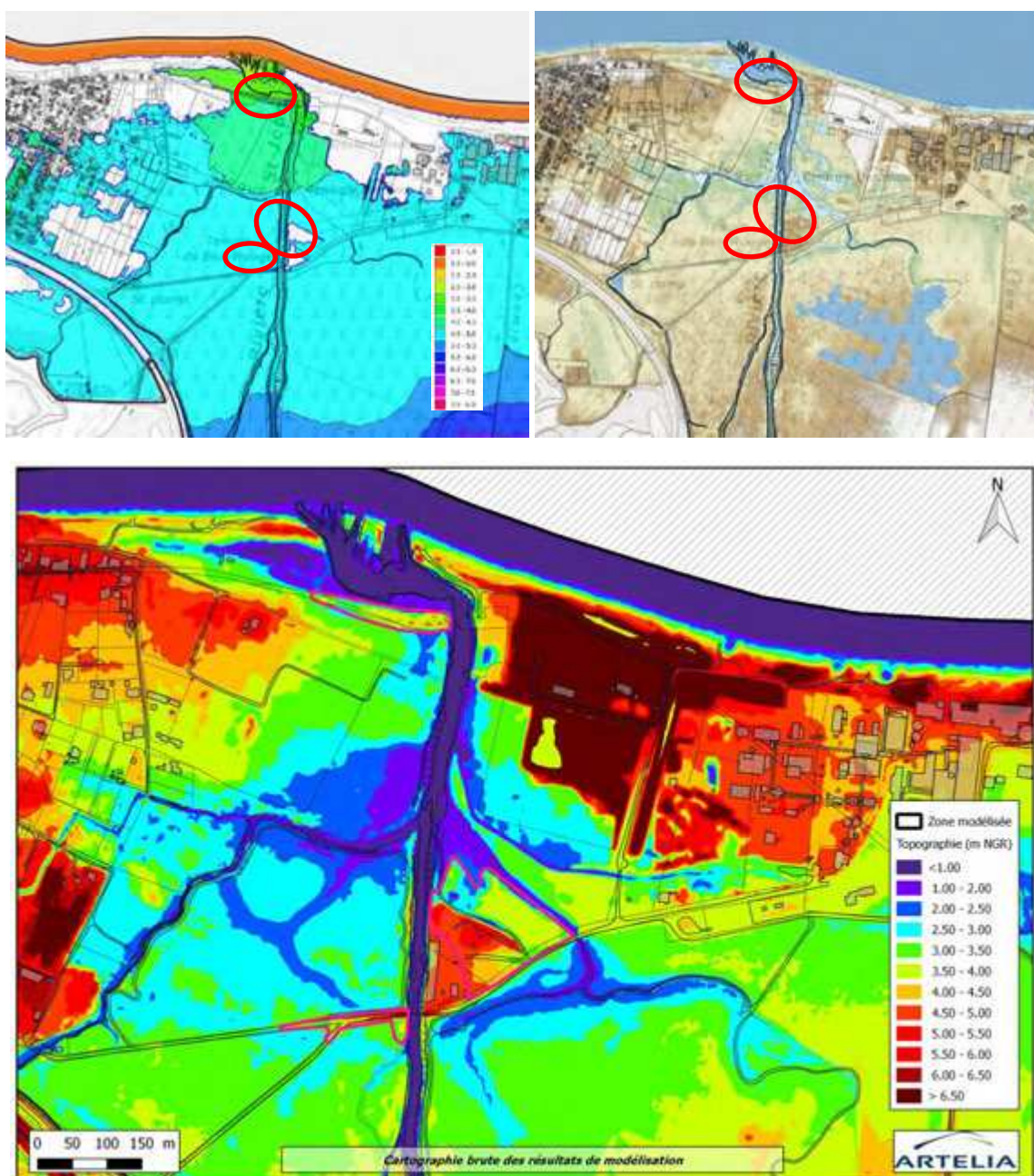


Fig. 59. Localisation des « verrous hydrauliques anthropiques »

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

A l'aide de l'outil de modélisation mis en œuvre sur le secteur d'étude, l'étude de l'impact de configurations purement théoriques consistant à la mise en transparence totale de ces trois éléments structurants du territoire est menée.

L'analyse est menée indépendamment pour chaque « verrou », de manière à mettre en évidence le rôle de chacun en termes d'impacts sur les niveaux d'eau dans la plaine et de zones d'influence et sur les durées de submersion, puis en considérant la suppression des trois verrous dans la même configuration.

Ces simulations permettent d'identifier la marge de **manœuvre maximale** pouvant être obtenue par des reprises de ces infrastructures et de **valider ou d'invalider la pertinence de travailler sur ce principe de solution dans la suite des réflexions**.

La rupture « naturelle » du cordon littoral au cours de la crue modélisée ici est identique à celle retenue dans les analyses menées concernant la configuration de référence du territoire.

3.2.4.7.1. Configurations étudiées

Les aménagements étudiés ici consistent à la représentation théorique (cas tests) de :

- 1 - la suppression des remblais du pont CFR en rive gauche de la Grande Rivière Saint-Jean. La topographie du terrain naturel situé de part et d'autre de ce remblai est imposée en lieu et place du remblai actuel,
- 2 - la suppression de la partie remblayée au niveau de la route d'accès au pont du Chemin de Bois Rouge, en rive gauche de la Grande Rivière Saint-Jean. La route est mise au niveau du TN. Le pont de Bois Rouge n'est pas touché dans le cadre des analyses menées ici ;
- 3 - la suppression des zones remblayées situées à l'est du Temple Tamoul (zones de parking). Ces secteurs sont mis à une altimétrie de 2,0mNGR. Le secteur du Temple n'est pas modifié dans le cadre de ces analyses.

La figure suivante localise les secteurs pour lesquels la topographie actuelle est reprise dans le cadre des analyses détaillées ici.

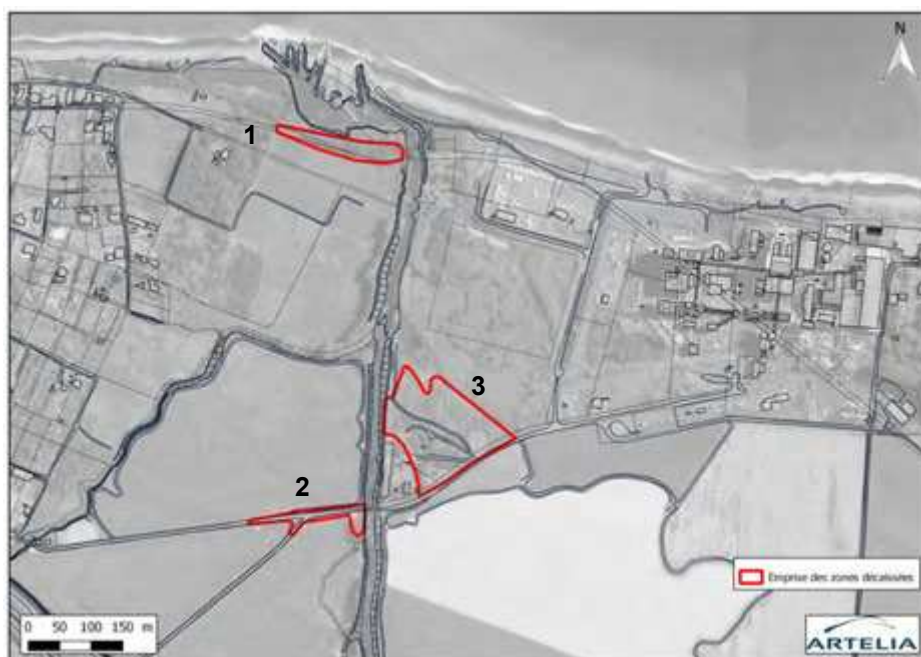


Fig. 60. Localisation des zones décaissées

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Les figures suivantes présentent la représentation de la topographie actuelle du territoire et la représentation de cette topographie en intégrant les évolutions topographiques à étudier.

La figure suivante présente les évolutions topographiques générées par les tests préalables ainsi définis.

Ces tests se traduisent par les volumes de déblais suivants :

- suppression des remblais du pont CFR : -4 800m³
- suppression des remblais du pont de Bois Rouge : - 2 700m³
- suppression des remblais à proximité du Temple Tamoul : - 38 200m³

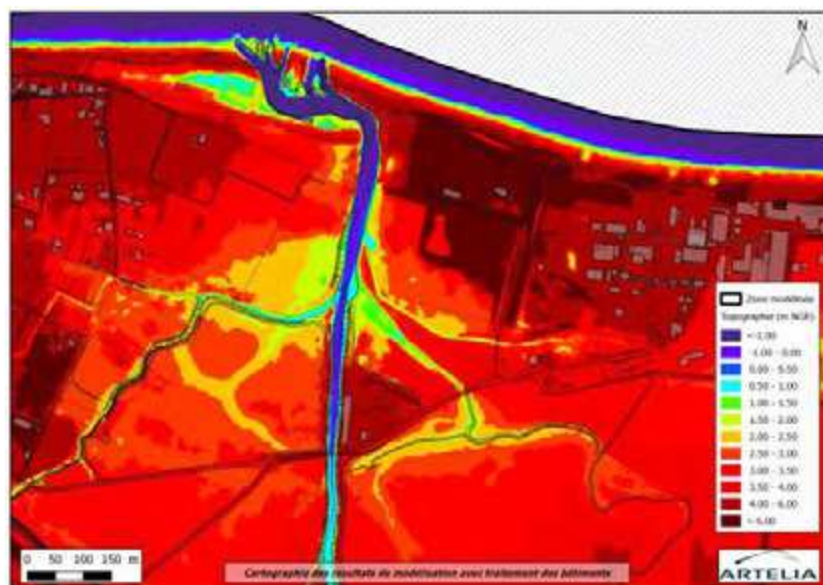


Fig. 61. Topographie (situation de référence)

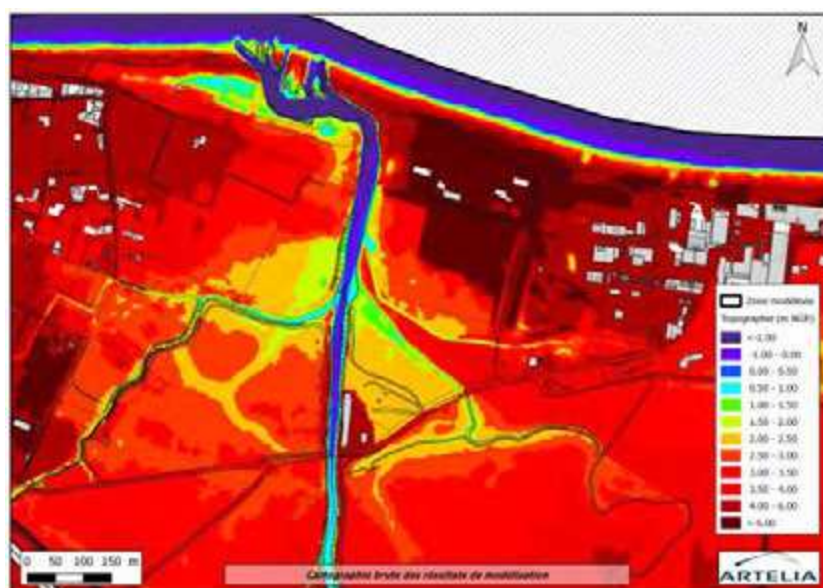


Fig. 62. Topographie (situation aménagée)

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

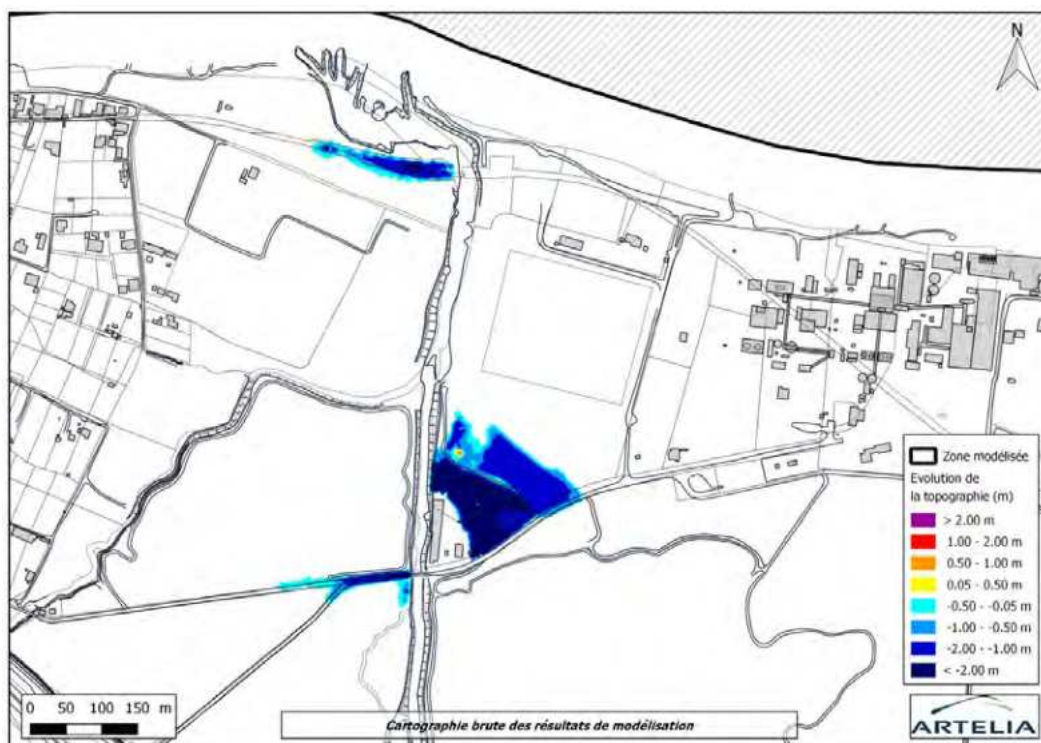


Fig. 63. Evolution de la topographie

Les paragraphes suivants présentent les analyses hydrauliques associés aux tests préalables suivants :

- suppression conjointe des 3 verrous hydrauliques aval,
- suppression du verrou du pont CFR seul,
- suppression du verrou du pont de Bois Rouge seul,
- suppression du verrou du Temple Tamoul seul,

selon les modalités précédemment détaillées.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.4.7.2. Suppression des remblais pont CFR



culée RG



Culée RD

Photo.-3. Pont CFR

Ce test se traduit par les impacts suivants :

- la rehausse des niveaux d'eau à l'aval du pont CFR (+9cm pour la crue décennale et +30cm pour la crue centennale),
- un abaissement des niveaux d'eau maximaux sur le secteur de La Marine pour les deux crues (-1 cm pour Q10 et -4 à -6 cm pour Q100),
- un impact faible au niveau du site de Bois Rouge (pas d'impact pour la crue décennale et -2cm pour la crue centennale).

Tabl. 10 - Impacts hydrauliques – Suppression des remblais du pont CFR

	Q10	Q100
La Marine	-1cm	-5 cm
Quartier Français	-	-
Site Bois Rouge	-	-2 cm

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

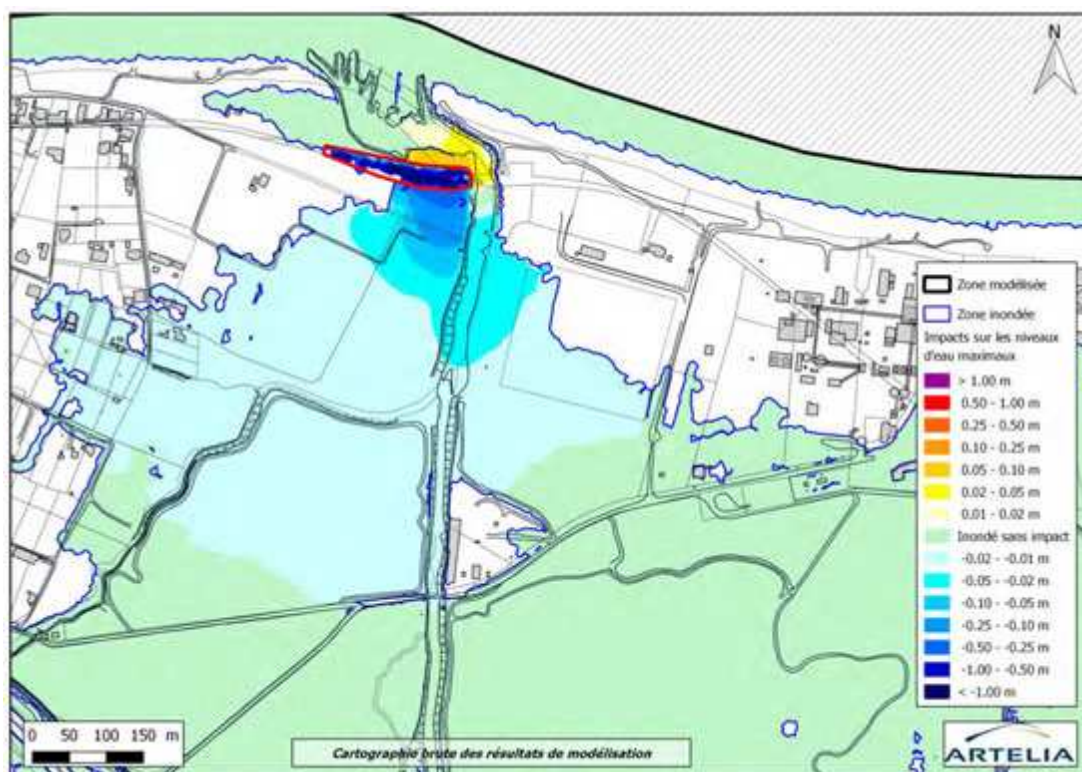
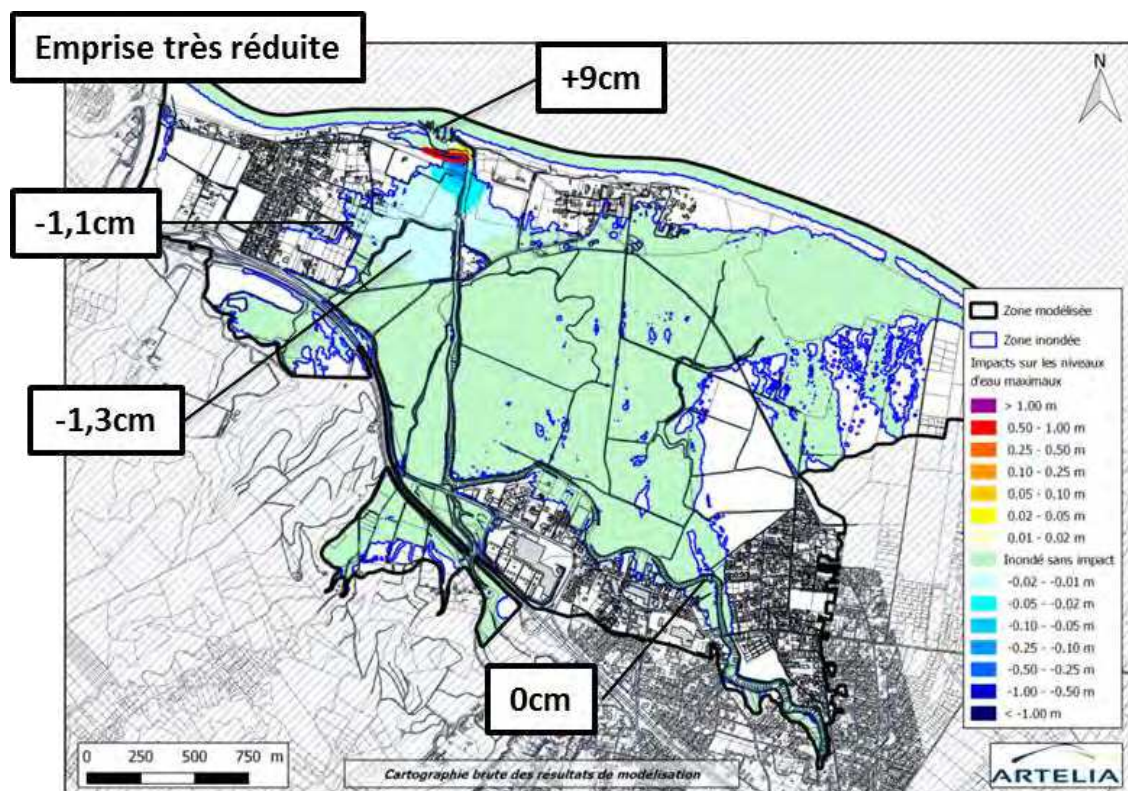


Fig. 64. Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue décennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

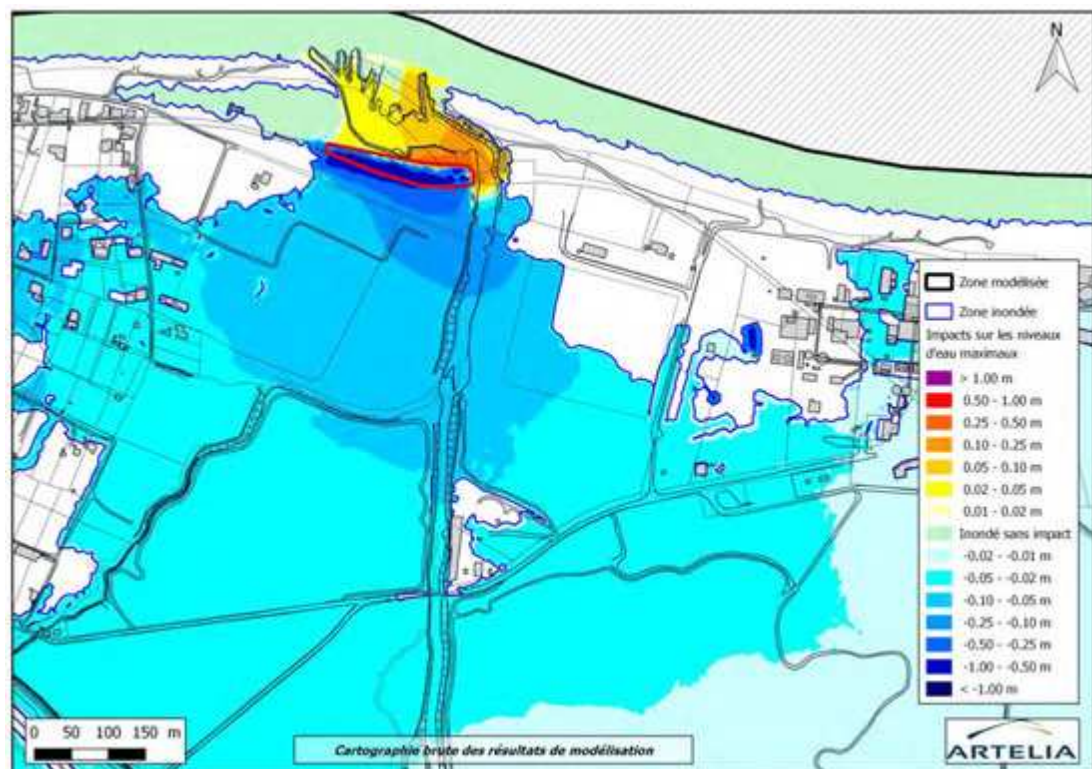
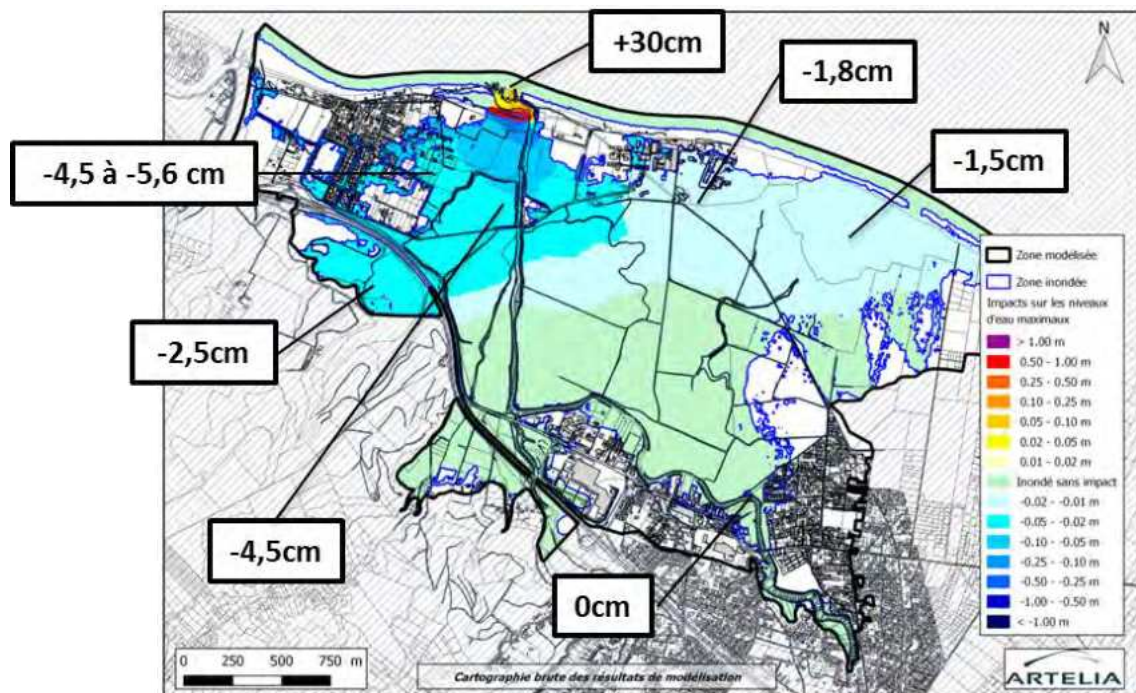


Fig. 65. Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue centennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.4.7.3. Suppression des remblais du pont de Bois Rouge

Ce test d'aménagement se traduit par les impacts suivants :

- Impact sur le ressuyage très faible et limité à l'amont des remblais du pont pour les deux crues,
- Aggravation du risque sur La Marine pour la crue décennale (+1,4cm). Sur ce secteur, le test se traduit par des impacts nuls sur ce secteur pour la crue centennale (pas de gain hydraulique),
- Diminution très faible des niveaux d'eau maximaux sur le site de Bois Rouge (-1cm) pour les deux crues,

Tabl. 11 - Impacts hydrauliques – Suppression du Pont de Bois Rouge

	Q10	Q100
La Marine	+1,5cm	+1,4 cm
Quartier Français	-	-
Site Bois Rouge	0 / -1 cm	-1 cm

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

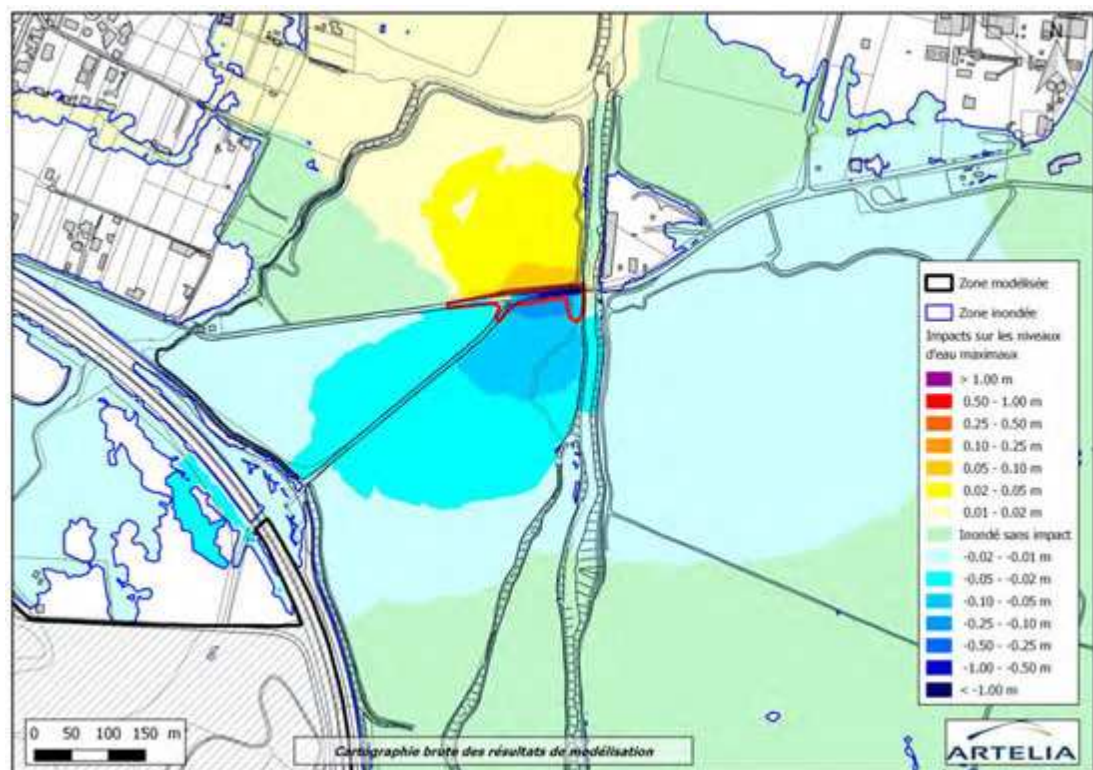
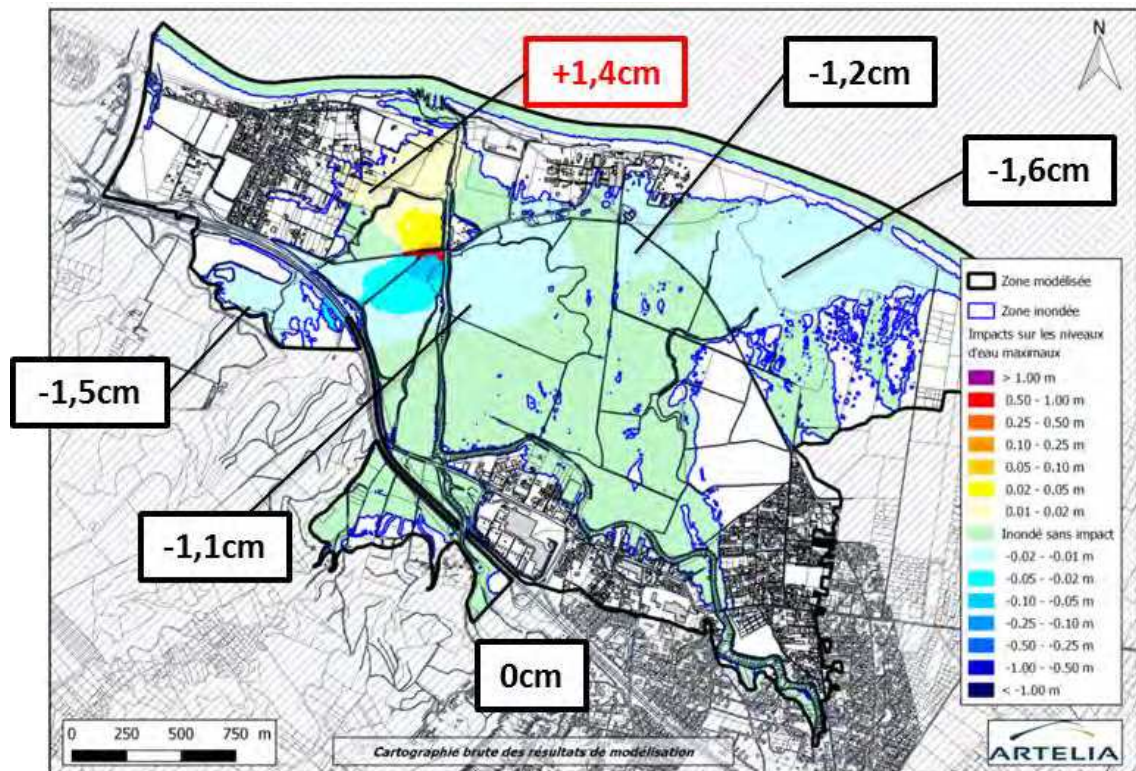


Fig. 66. Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue décennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

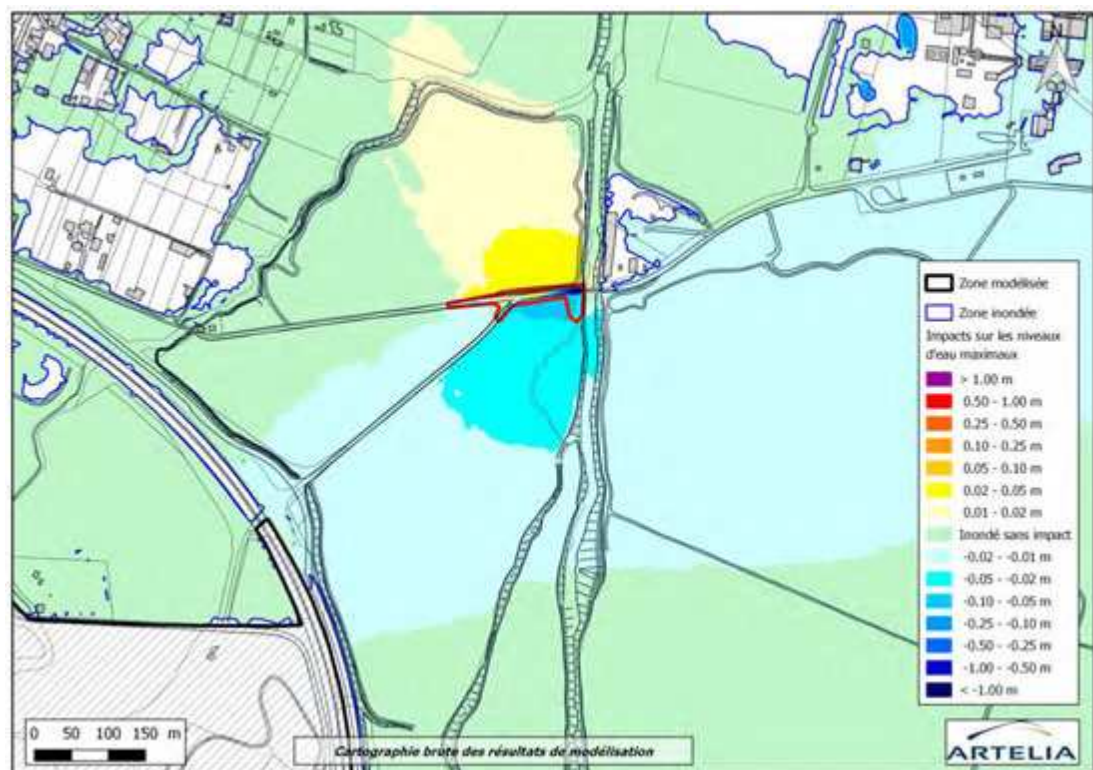
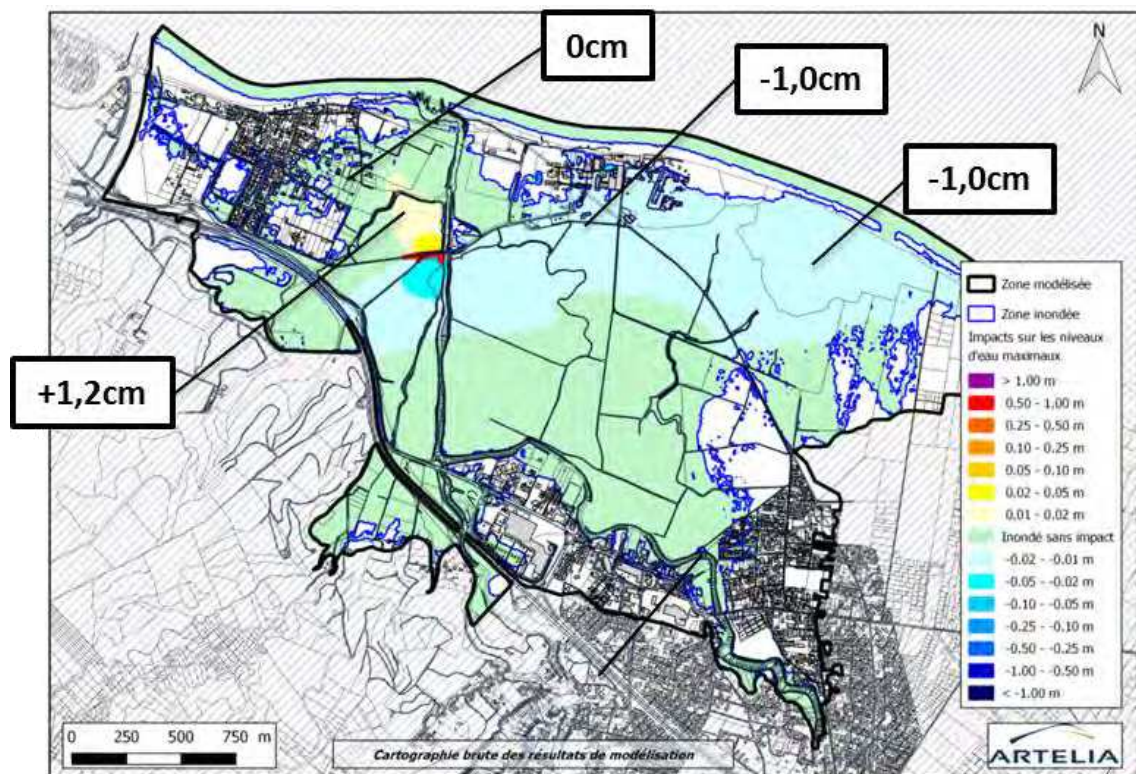


Fig. 67. Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue centennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.4.7.4. Suppression des zones remblayées à proximité du Temple Tamoul

Cet aménagement se traduit par les impacts suivants :

- Impacts sur le ressuyage : rive droite
 - 2h00 à 3h30 dans la plaine
 - 30min sur le site de Bois Rouge
- Réduction forte de la vulnérabilité du site de Bois Rouge (-11 cm en crue décennale, -5 à -6cm pour la crue centennale),
- Aggravation du risque sur La Marine pour les deux crues (+2 à +7 cm pour la crue décennale et +1 à +2 cm pour la crue centennale).

Cet aménagement n'est donc pas acceptable en l'état.

Tabl. 12 - Impact hydraulique – Suppression des remblais du Temple Tamoul

	Q10	Q100
La Marine	+5/+7cm	+2cm
Quartier Français	-	-
Site Bois Rouge	-8/-11cm	-6 cm

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

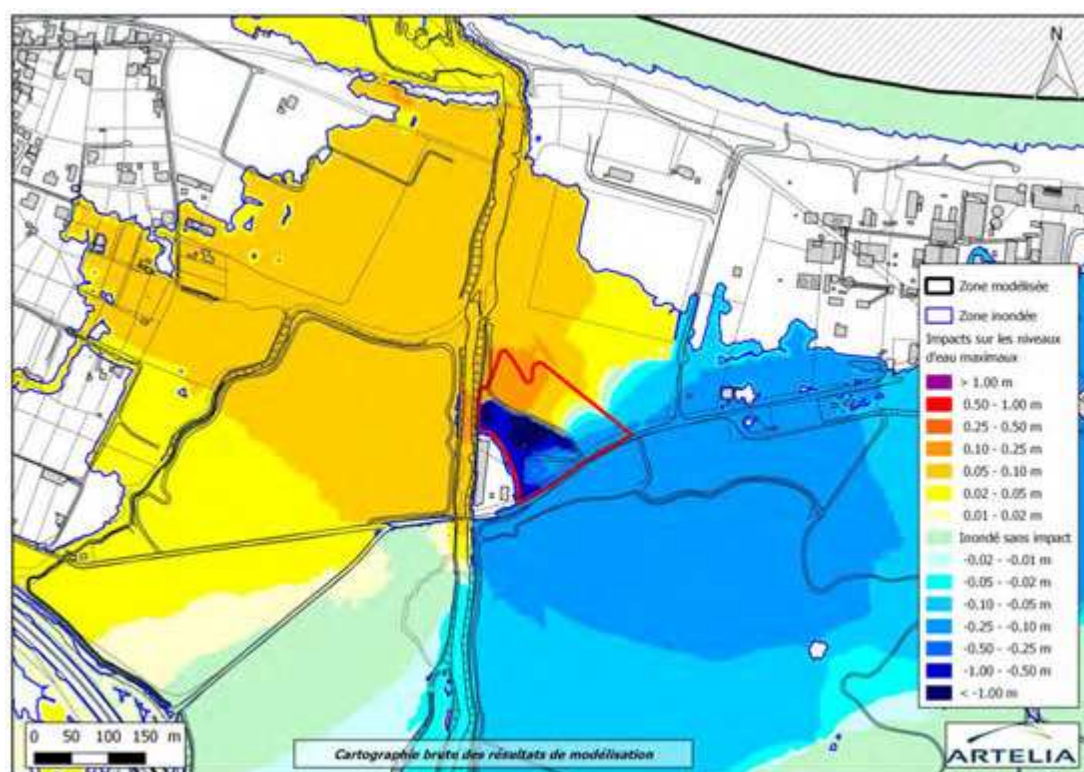
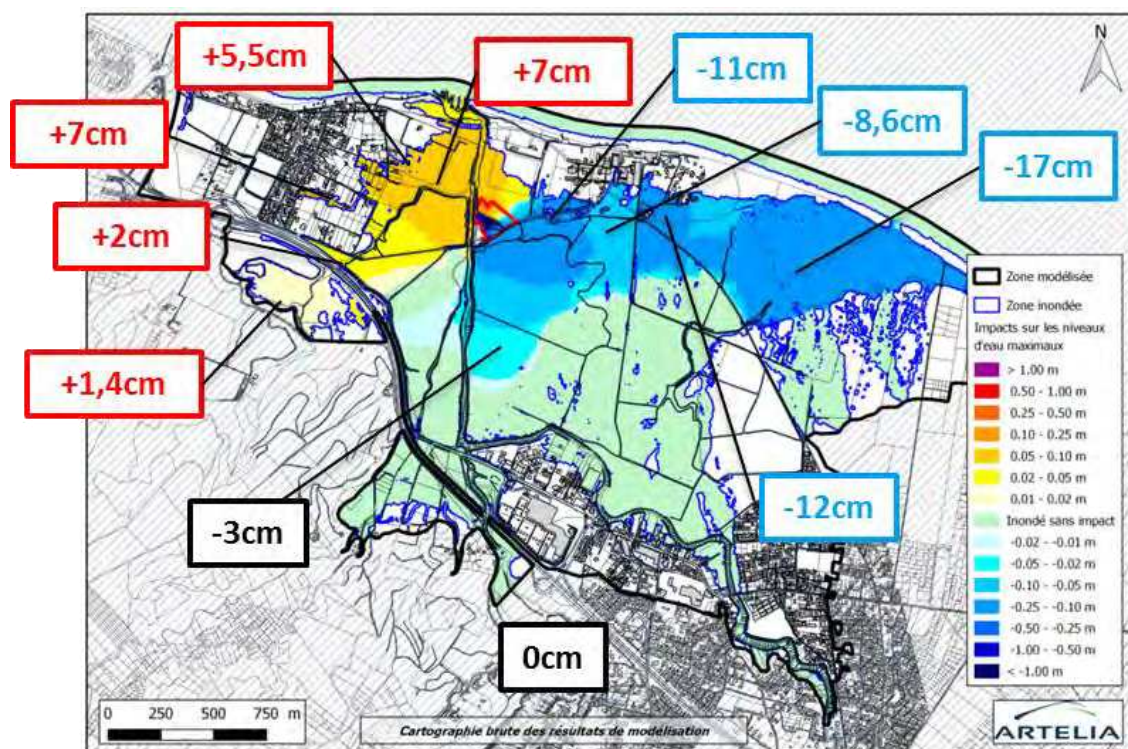


Fig. 68. Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue décennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

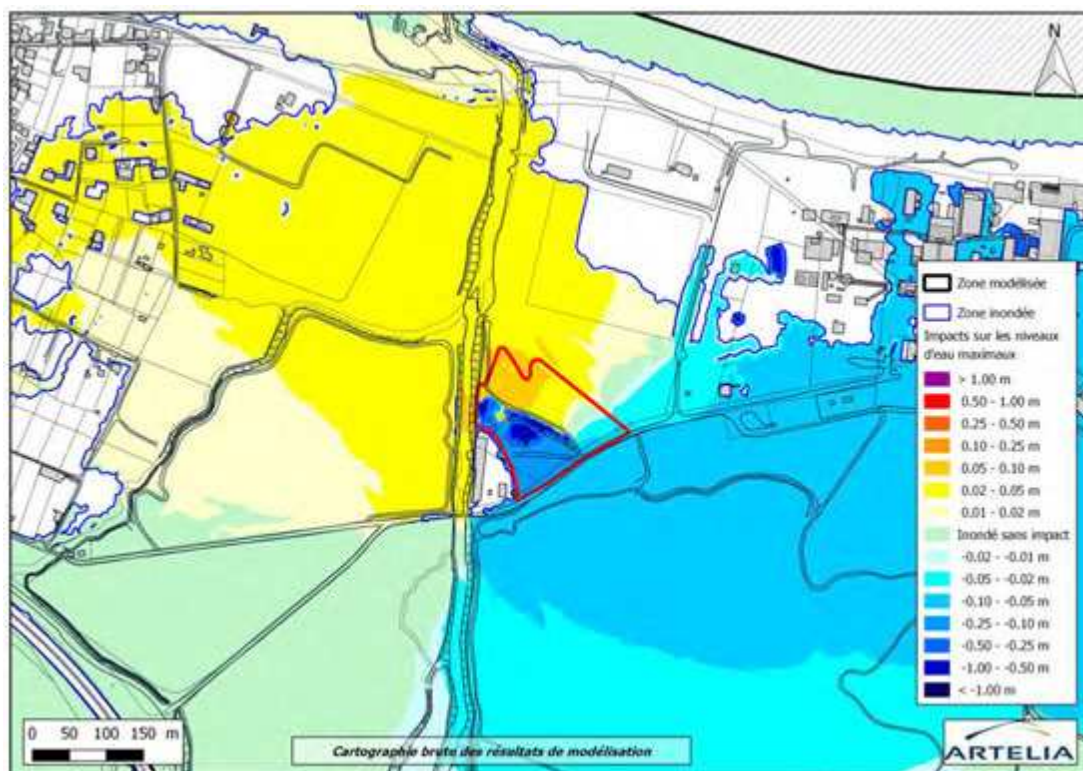
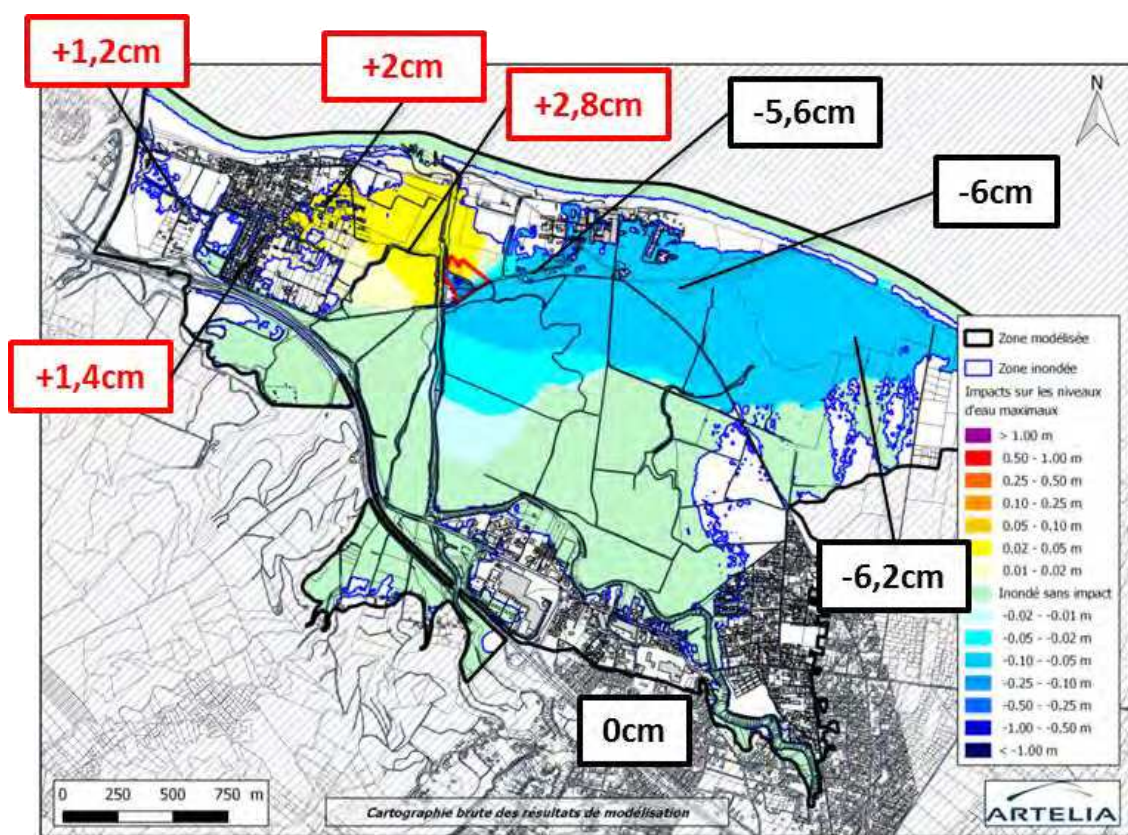


Fig. 69. Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue centennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.4.7.5. Suppression simultanée des 3 verrous anthropiques

Cette configuration du territoire se traduit par les évolutions suivantes par rapport à la configuration de référence :

- pour la crue décennale, la suppression des trois verrous se traduit par l'augmentation de l'alimentation des secteurs situés à l'ouest de la Plaine de Bois Rouge, de part et d'autre de la Grande Rivière Saint-Jean. Cette modification du comportement hydraulique se traduit par une augmentation des niveaux d'eau maximaux observés pour la crue décennale. **Le secteur de La Marine est ainsi concerné par une augmentation des niveaux d'eau maximaux de +5 cm.**

La suppression des remblais (verrous hydrauliques) se traduit par une aggravation du risque pour les enjeux situés dans le Quartier de La Marine pour les crues fréquentes.

- A contrario, cette modification des zones d'écoulements préférentiels se traduit par une sollicitation moins importante des secteurs situés à l'est de la Plaine de Bois Rouge. Ces secteurs sont concernés par une baisse très importante des niveaux d'eau maximaux pour une crue décennale (-13 cm).
- Pour une crue centennale, la suppression des verrous se traduit par une amélioration globale de la situation hydraulique : les niveaux d'eau maximaux sont abaissés par rapport à la situation actuelle. Au niveau du Quartier de La Marine, la baisse est de -2 à -4cm, au niveau du site de Bois Rouge, elle est de -10 cm environ. Seuls les secteurs situés à l'aval du pont CFR sont concernés par une rehausse des niveaux d'eau maximaux (pas d'enjeux concernés).
- Cette action de remodelage de la topographie se traduit donc par des impacts plus importants pour les crues faibles que pour les crues importantes, avec des effets non désirés : certaines configurations, par une modification des zones d'écoulements préférentielles, créent une aggravation du risque pour des enjeux tout en participant à l'amélioration du ressuyage de la Plaine de Bois Rouge.

Tabl. 13 - Impacts hydrauliques – Suppression des 3 verrous

	Q10	Q100
La Marine	+5cm	-2 à -4 cm
Quartier Français	-	-
Site Bois Rouge	-9 à -13 cm	-9 cm

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

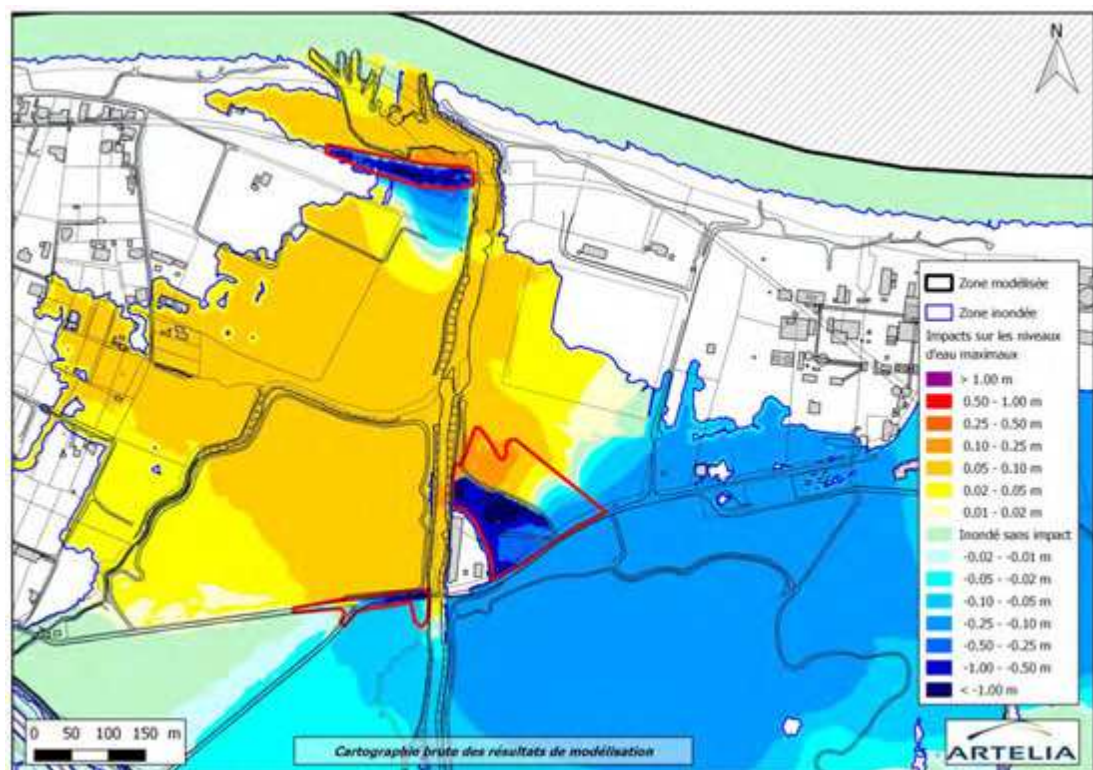
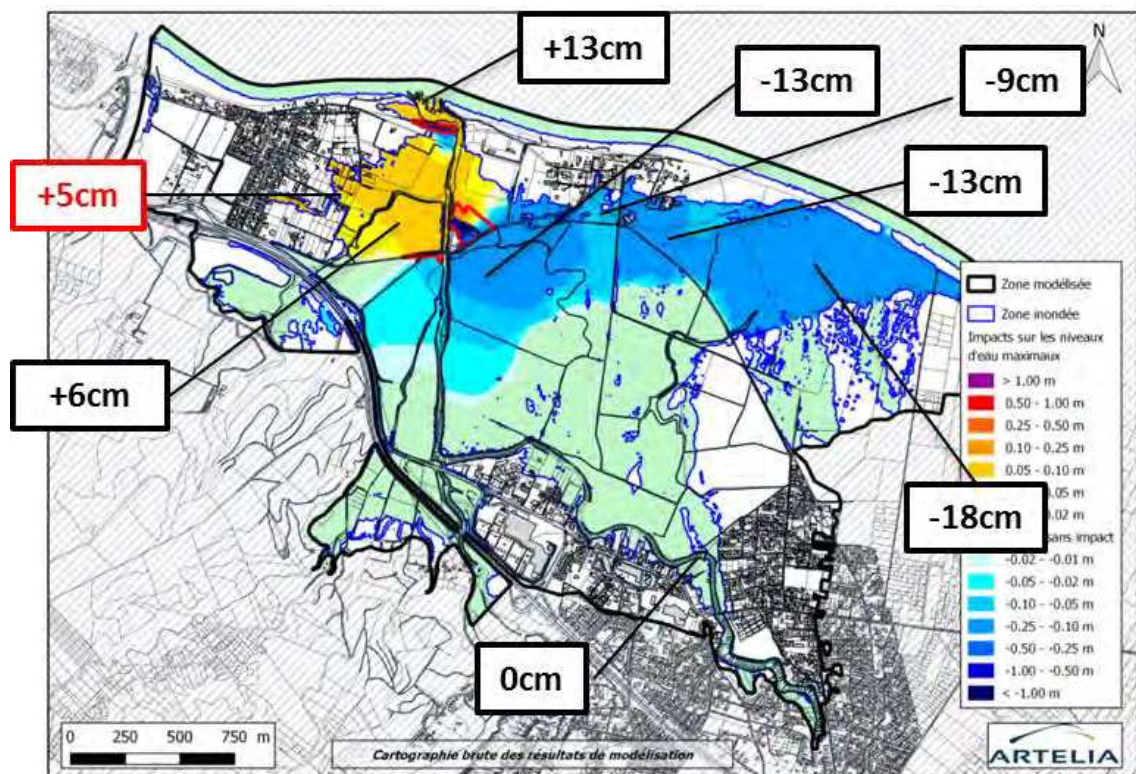


Fig. 70. Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue décennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

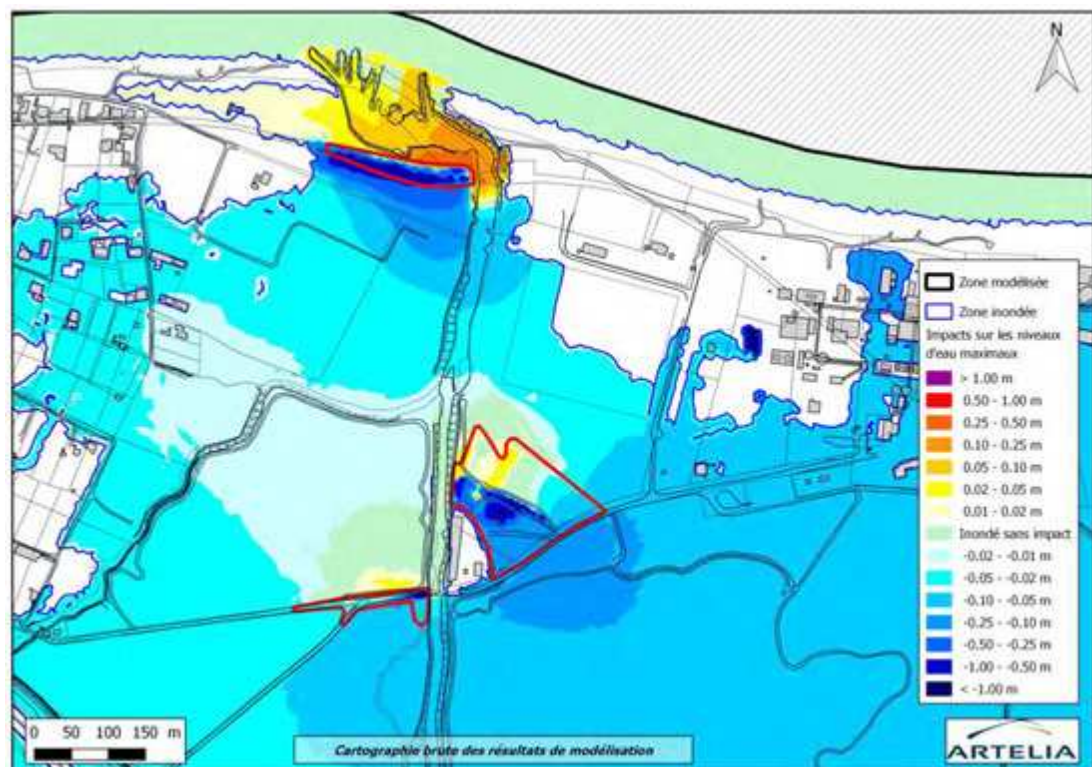
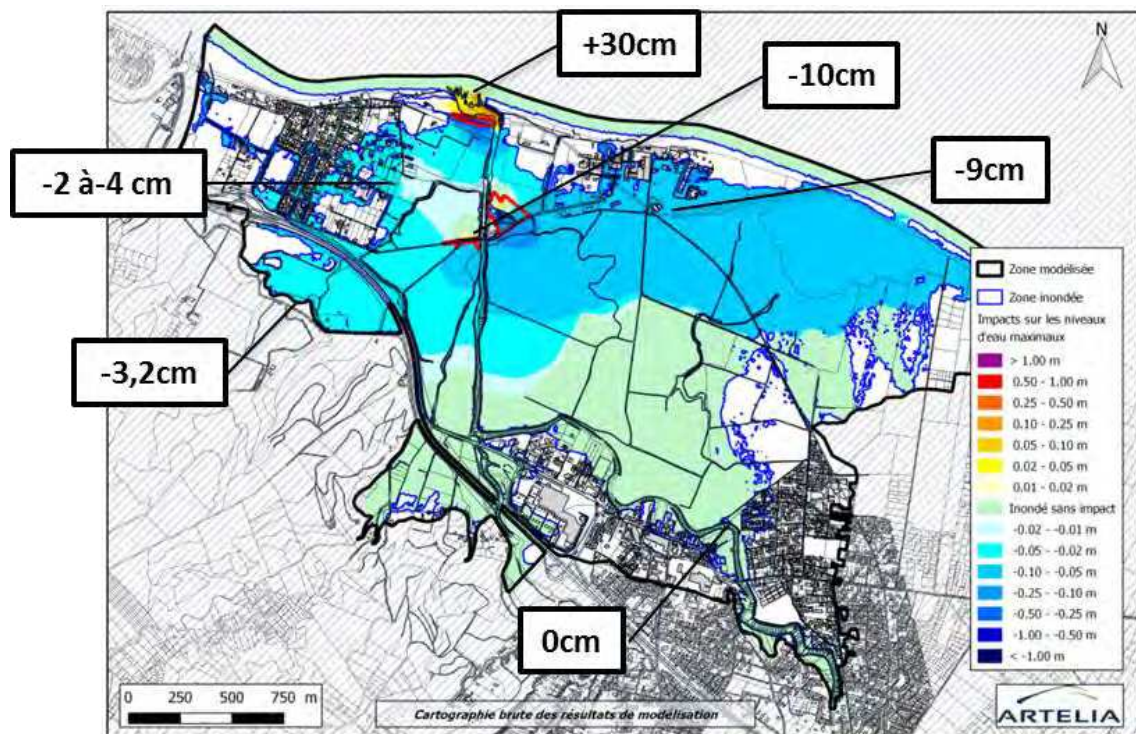


Fig. 71. Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue centennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.4.7.6. Coût de mise en œuvre

Sur la base des volumes de matériaux à évacuer à l'extérieur de l'emprise de la zone inondable, et sans intégrer le coût des études amont et des études réglementaires, le montant des travaux à réaliser pour ces différents scénarii est le suivant :

- Suppression des remblais du pont CFR : 168 000 € HT,
- Suppression des remblais du pont de Bois Rouge : 95 000 € HT,
- Suppression des remblais proches du temple Tamoul : 1 330 000 € HT,
- Suppression des 3 verrous : 1 593 000 € HT

3.2.4.7.7. Impacts hydrauliques sur les secteurs à enjeux

Les tableaux suivants synthétisent les impacts obtenus pour les différentes configurations étudiées :

Tabl. 14 - Impacts sur le secteur de La Marine

Test	Q10	Q100
3 Verrous	+5cm	-2 à -4 cm
CFR	-1cm	-5 cm
Pont Bois Rouge	+1,5cm	+1,4 cm
Temple	+5/+7cm	+2cm

Tabl. 15 - Impacts sur le secteur de Bois Rouge

Test	Q10	Q100
3 Verrous	-9 à -13 cm	-9 cm
CFR	-	-2 cm
Pont Bois Rouge	0 / -1 cm	-1 cm
Temple	-8/-11cm	-6 cm

Les impacts de la suppression des 3 verrous sont égaux à la somme des impacts de la suppression individuelle de chacun des verrous.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.4.7.8. Synthèse

Tabl. 16 - Synthèse – Suppression des verrous hydrauliques

Mesures Secteurs médian et aval		Coût	ENJEUX		Contraintes de mise en œuvre
			Enjeux protégés	Impacts	
2.6.2	Gestion humaine du cordon dunaire	185k€ HT Hors gestion courante à assurer	Diminution très faible des niveaux d'eau sur La Marine et Bois Rouge Amélioration globale sur l'ensemble de la plaine (accélération du ressuyage)	Amélioration globale sur l'ensemble de la plaine (accélération du ressuyage)	Travaux en milieu littoral : contraintes environnementales très fortes Risque de non- fonctionnement en cas de recharge rapide du cordon en période pré-événement Entretien régulier
2.6.3.1	Suppression des 3 verrous anthropiques de l'aval	1 593k€ HT Sans reprise du pont de Bois Rouge	Diminution des niveaux d'eau pour Bois Rouge et pour la plaine (-9cm en Q100ans)	Aggravation du risque pour La Marine (+5cm en Q10ans)	Travaux en lit majeur : contraintes environnementales fortes
2.6.3.2	Suppression du verrou : remblais du pont CFR	168k€ HT	Diminution faible des niveaux d'eau sur La Marine (-5cm en Q100ans) et Bois Rouge (-2cm Q100ans)	/	Travaux en lit majeur : contraintes environnementales fortes
2.6.3.3	Suppression du verrou : remblais du pont de Bois Rouge	95k€ HT Sans reprise du pont de Bois Rouge	Aucune amélioration pour les enjeux	Légère aggravation du risque pour La Marine (+1,5cm en Q10ans)	Travaux en lit majeur : contraintes environnementales fortes Travaux sur accès au site de Bois Rouge : impact économique
2.6.3.4	Suppression du verrou : remblais du temple Tamoul	1 330k€ HT	Diminution faible des niveaux d'eau sur Bois Rouge Amélioration globale sur l'ensemble de la plaine (accélération du ressuyage)	Aggravation du risque pour La Marine (+7cm en Q10ans - +10cm en Q100ans)	Travaux en lit majeur : contraintes environnementales fortes Volume de terre à sortir de la zone inondable conséquent

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 17 - Synthèse Suppression des verrous hydrauliques

Mesure	Efficacité hydraulique prévisible	Contraintes hydrauliques et sédimentaires	Contraintes techniques	Contraintes réglementaires	Conclusions
Pont CFR	Perte de charge importante		Volume de terre à évacuer	Environnementales (ZNIEFF, EBC, ENRLittoral, Parc National)	Mesures complémentaires à la mise en œuvre des mesures de protection des enjeux Mesure non prioritaire
Pont Bois Rouge	Perte de charge faible Proche des enjeux	Aggravation du risque sur le secteur de La Marine	Reprise de la voirie et du pont possible		
Remblais Temple Tamoul	Perte de charge faible Proche des enjeux	Risque d'aggraver le risque sur le secteur de La Marine	Volume de terre à évacuer		

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.4.8. ACTION 5 : ZONES DE DEBORDEMENTS PREFERENTIELS

3.2.4.8.1. Description

Les mesures étudiées ici consistent à la reprise de la topographie des berges rive droite de la Grande Rivière Saint-Jean au niveau de son débouché dans le Plaine de Bois Rouge, avant de faciliter l'alimentation de la plaine agricole déjà inondée et ainsi soulager les secteurs amont (Quartier Français) présentant une grande densité d'enjeux vulnérables.

Deux variantes de cette typologie d'aménagement ont été étudiées : une mesurée et l'autre plus conséquente.

A. Scénario 1

Ce premier scénario est le plus mesuré des deux. Il consiste à la reprise topographique d'une seule zone et à l'évacuation de 10 000 m³ de matériaux en dehors de la zone inondable.



Fig. 72. Déblais associés au scénario 1

B. Scénario 2

Ce premier scénario est le plus volontariste des deux. Il consiste à la reprise topographique de deux zones et à l'évacuation de 16 000 m³ de matériaux en dehors de la zone inondable.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

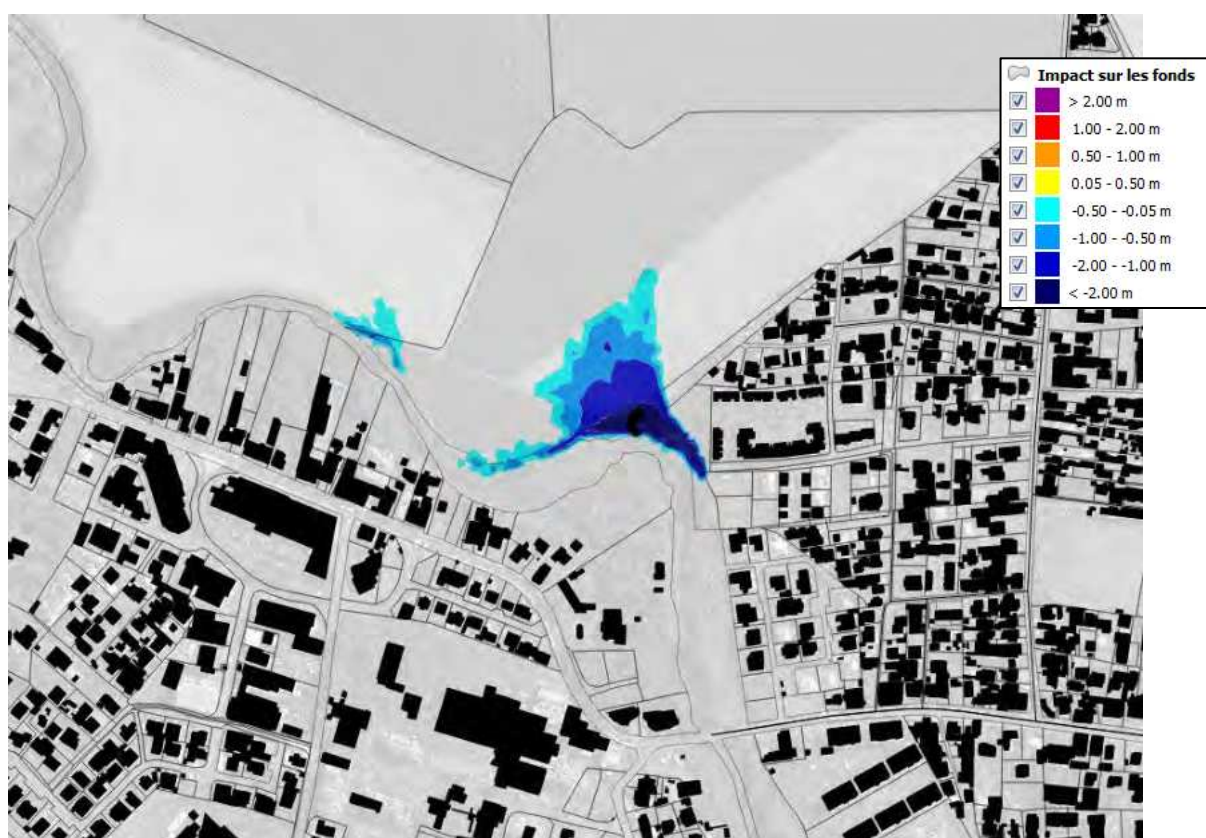


Fig. 73. Déblais associés au scénario 2

3.2.4.8.2. Efficacité hydraulique

A. Scénario 1

Tabl. 18 - Impacts du scénario n°1 – Zones de débordements préférentiels

	Q10	Q100
La Marine	-5 cm	-2 cm
Quartier Français	-20 à -30cm	-30 à -100 cm
Site Bois Rouge	-4cm (+11cm à l'aval)	0 à +2cm

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

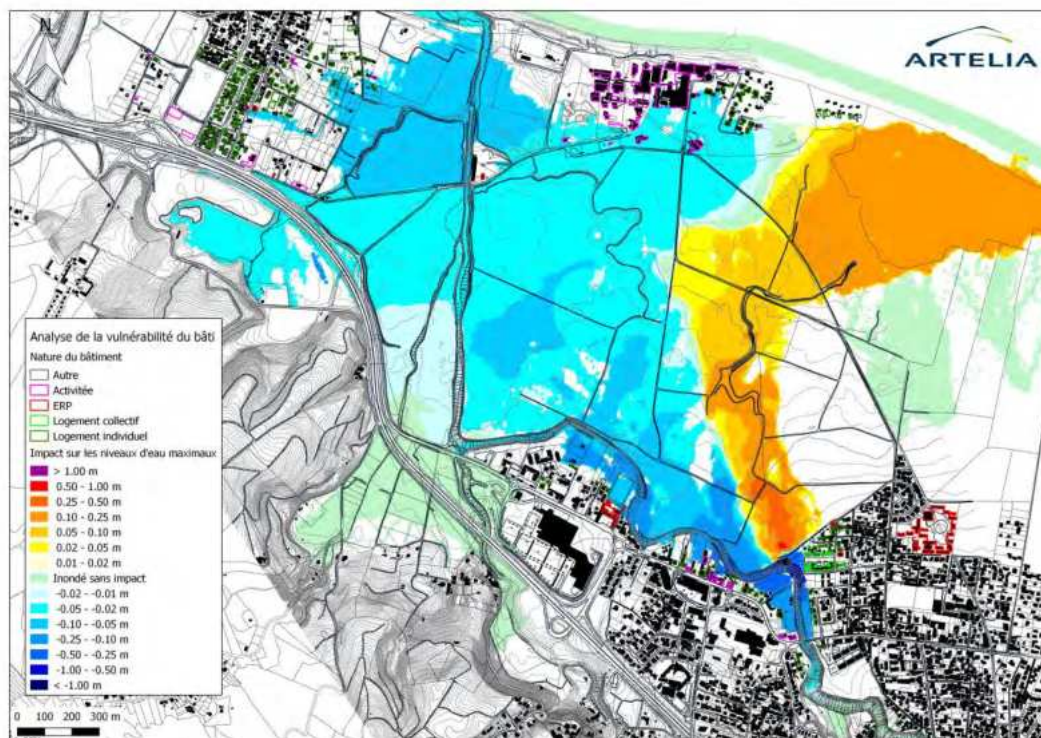


Fig. 74. Zones de débordements préférentiels – Scénario 1 – Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue décennale

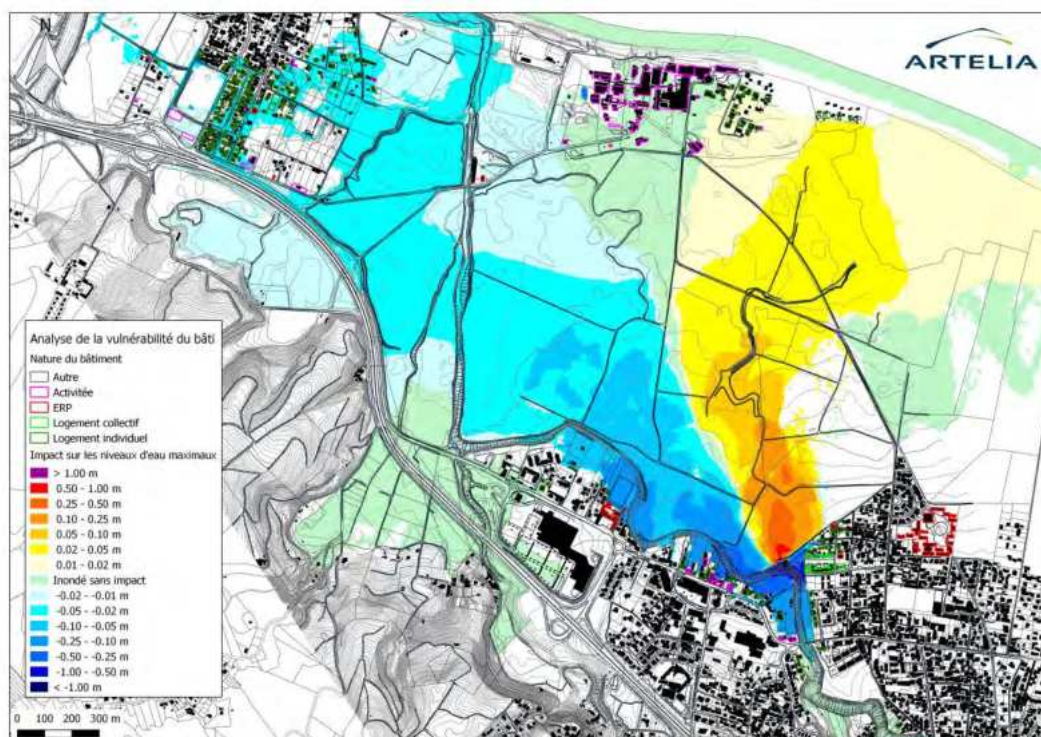


Fig. 75. Zones de débordements préférentiels – Scénario 1 – Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue centennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

B. Scénario 2

Tabl. 19 - Impacts du scénario n°1 – Zones de débordements préférentiels

	Q10	Q100
La Marine	-8 à -11 cm	-2,5 cm
Quartier Français	-30 à -90cm	-30 à -110cm
Site Bois Rouge	-6cm (+17cm à l'aval)	0 à +2cm

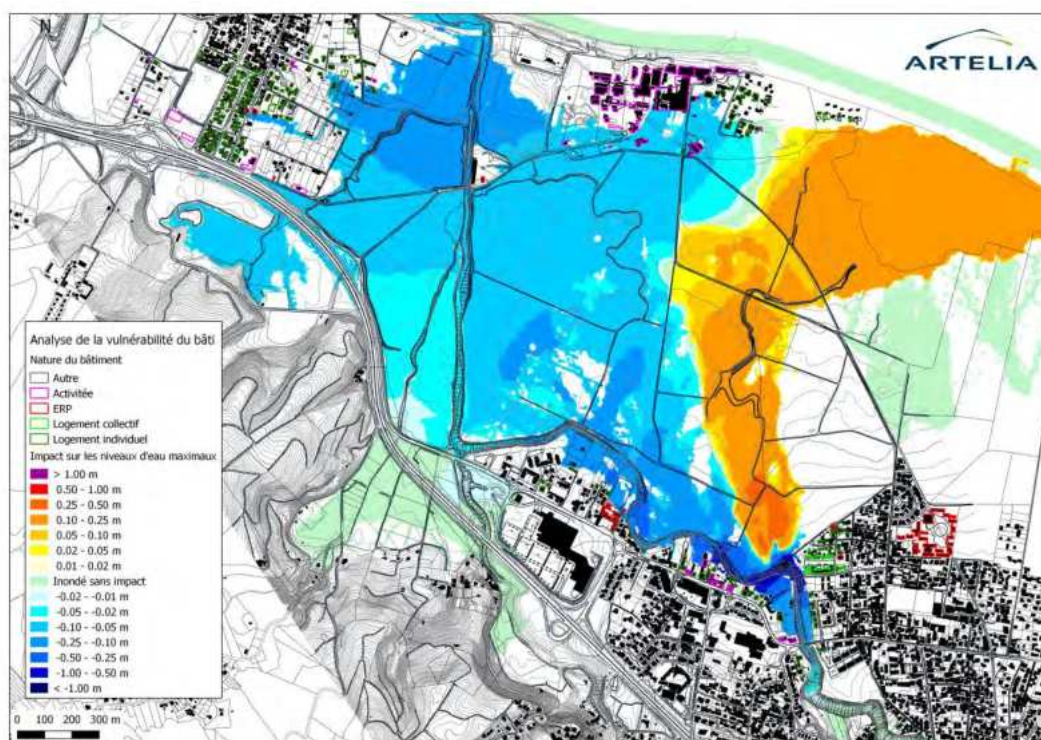


Fig. 1. Zones de débordements préférentiels – Scénario 2 – Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue décennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

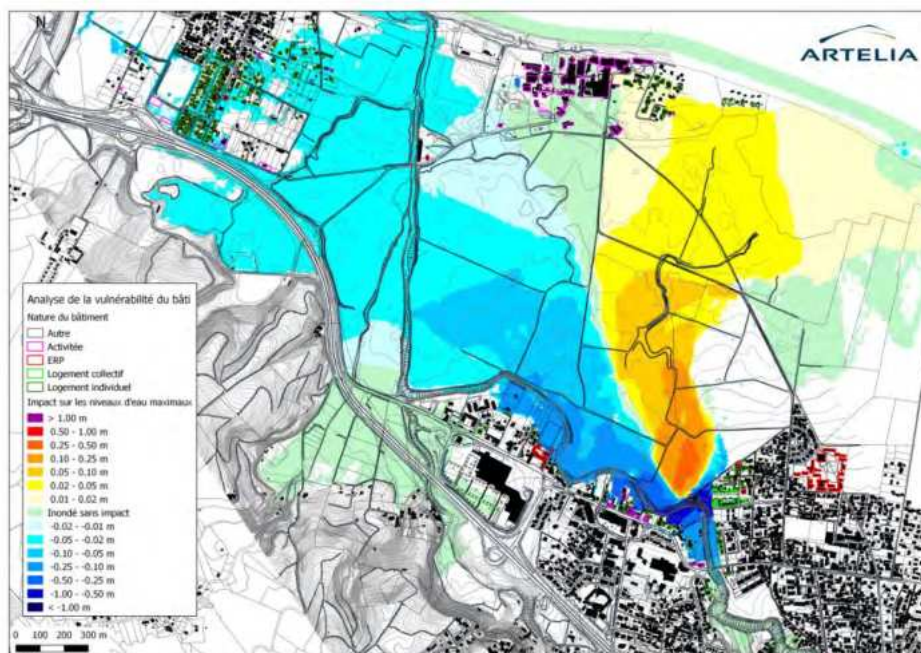


Fig. 2. Zones de débordements préférés – Scénario 2 – Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue centennale

3.2.4.8.3. Contraintes

Les contraintes principales concernant ce principe d'aménagement sont les suivantes :

- Risque d'érosion des terres agricoles au niveau de la zone de projet, sur-inondation de sur la partie est de la plaine agricole : convention de sur-inondation à prévoir,
- Impact acceptable sur le secteur de Bois Rouge : à intégrer dans le dimensionnement des protections collectives et individuelles,
- Travaux en berges : contraintes environnementales fortes.
- Diminution des contraintes hydrauliques en lit mineur en aval – Augmentation en amont : risque érosion induit à prendre en compte.

3.2.4.8.4. Coûts

Les coûts de mise en œuvre des deux scénarii sont les suivants (hors études préliminaires et réglementaires et hors coûts d'entretien) :

- 400 000 € HT pour le scénario 1,
- 640 000 € HT pour le scénario 2.

3.2.4.8.5. Synthèse

Ce principe d'aménagement permet de diminuer la vulnérabilité des enjeux humains sur les quartiers Français, de La Marine et de Bois Rouge.

Cette mesure est à considérer comme une mesure complémentaire aux mesures de protection collectives à mettre en œuvre sur ces secteurs. Elle est préconisée dans l'élaboration du PAPI sur ce territoire.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.5. Déviation des écoulements

3.2.5.1. OBJECTIF ET STRATEGIE

Ce principe de gestion du risque se situe à cheval sur les axes suivants :

- Axe 6 : Ralentissement dynamique
- Axe 7 : Gestion des ouvrages de protection hydraulique - Travaux

L'objectif de cette typologie d'action consiste à réduire les apports de l'amont pour soulager les secteurs aval. Les risques érosion et inondation sont donc concernés.

La mise en œuvre pratique de cette typologie d'action peut consister à dévier les apports d'un cours d'eau ou d'un bassin versant vers un autre cours d'eau appartenant ou non au même bassin versant.

Deux territoires sont concernés par l'étude de tels dispositifs sur l'aire d'étude :

- 1 - Dérivation de la Ravine Sèche en amont vers la Rivière du Mât
- 2 - Dérivation locale de la Ravine Payet vers la Ravine Sèche.

3.2.5.2. ACTION 1 : DERIVATION DE LA RAVINE SECHE VERS LA RIVIERE DU MAT

3.2.5.2.1. Principe

Afin de limiter les inondations au niveau du centre-ville de Saint-André, il est envisagé de limiter les débits de crues qui traversent la ville en période de crue. Ainsi, il a été étudié précédemment la possibilité de mettre en œuvre un délestage d'une partie des apports de la Ravine Sèche vers la Rivière du Mât plus au sud. Ce projet permettrait de réduire le débit des crues et ainsi les fréquences d'inondation par rapport à la configuration actuelle.

Ce projet a été étudié au stade AVP. Les études antérieures ont permis de proposer trois tracés. Chacun d'entre eux se situent en aval du lotissement Dioré avec un rejet des eaux s'effectuant en amont du pont de la RD 48 (cf. figure suivante).

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

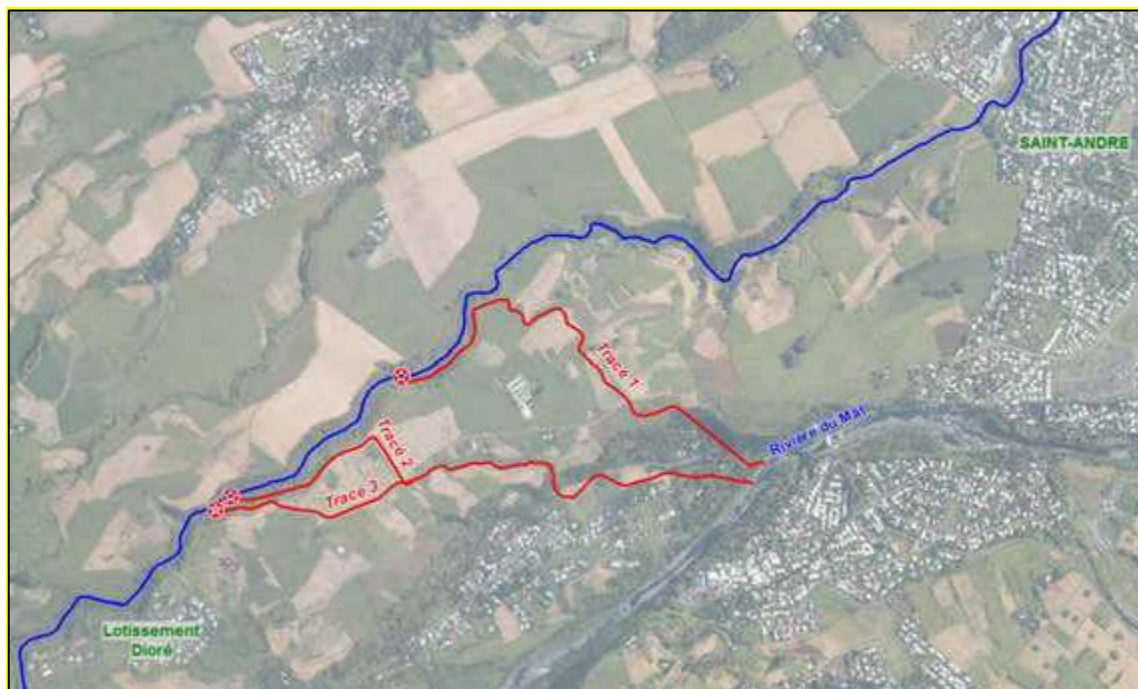


Fig. 3. Localisation des tracés de dérivation de la Ravine Sèche

Les points délicats du projet de dérivation se situent :

- à la prise d'eau où la ravine est fortement encaissée ;
- au franchissement du rempart de la Rivière du Mât.

Ces projets permettraient de soustraire en crue : 70 m³/s (tracé 2 et 3) à 80 m³/s (tracé 1).

A noter toutefois que quelque-soit le tracé retenu, le débit de fréquence centennale issu du bassin versant résiduel (en aval de la dérivation) reste supérieur à la capacité de 2 à 3 ouvrages de franchissement existants : le pont Minot et le pont Auguste (pour chacun des tracés) ainsi que le pont de la République dans le cas des tracés 2 et 3. En conséquence, leur remplacement apparaît nécessaire en parallèle à la mise en œuvre de la dérivation pour assurer une protection du centre-ville vis-à-vis de l'événement de crue centennal. Ce point sera traité dans le scénario n°3, combinant les solutions de reprise des ouvrages hydrauliques et de réduction des apports amont.

3.2.5.2.2. Définition de l'aménagement

A. Définition des aménagements – rapport AVP 2003

a) Tracés

Les tracés ont été définis en fonction :

- **Du point de rejet vers la Rivière du Mât.** Ce point de rejet a été calé afin de se caler le plus en aval possible. Cependant, ce rejet est contraint par la présence du barrage de Bengalis avec un lit étroit de la Rivière du Mât et la Route départementale 48 qui est située en pied de rempart. Ainsi, ce point de rejet doit être calé en amont de cette contrainte. La configuration 3 est calée au plus proche, avec la création d'un bassin de dissipation en bas du rempart, un passage sous la RD 48 puis un rejet vers la Rivière du Mât. Le haut de falaise est calé à 186 m NGR à cet endroit.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

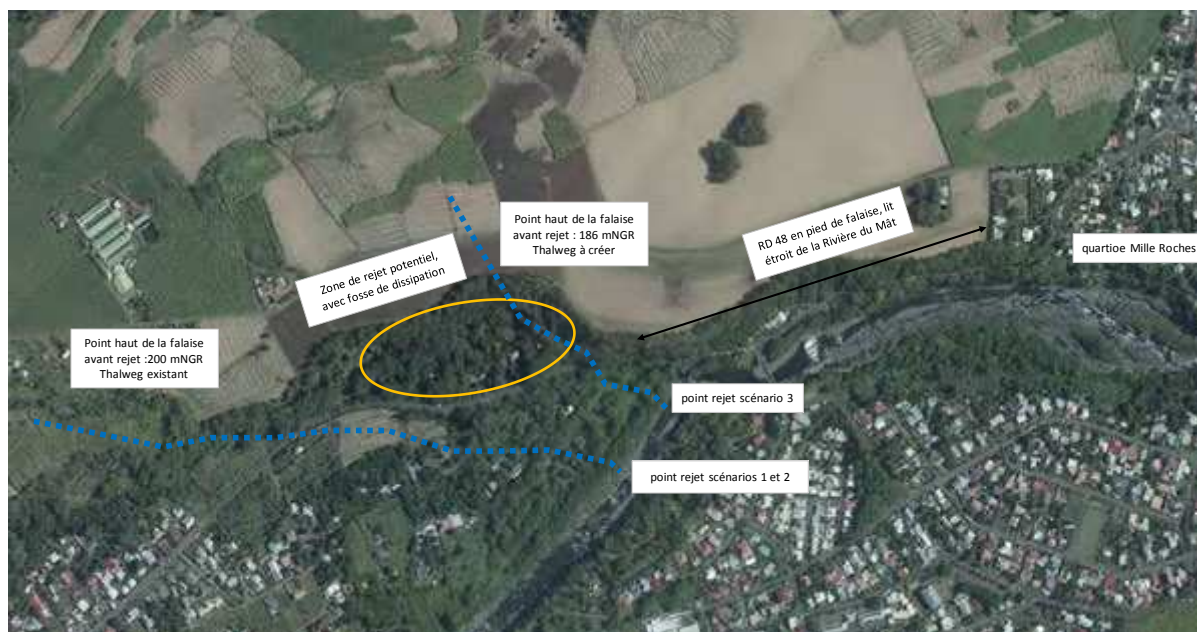


Fig. 4. Tracés

Les rejets des configurations n°1 et 2 sont situés plus en amont, au niveau d'un thalweg existant. Le haut de falaise est calé à 200 m NGR.

Il semble techniquement difficile de rejeter les eaux de la Ravine Sèche en aval du point de rejet de la configuration n°3 étant donné les fortes contraintes (lit de la Rivière du Mât contraint, présence de la RD48, quartier Mille Roches,...).

Ce point de rejet contraint ainsi la côte de la prise d'eau au niveau de la Ravine Sèche qui doit donc être calé à un niveau supérieur à 186 m NGR afin d'assurer un écoulement à surface libre.

- **Des thalwegs existants.** Dès que possible, la déviation de la Ravine Sèche intègre des thalwegs existants afin de limiter les travaux à réaliser.

Les ouvrages sont dimensionnés pour un débit de 70 m³/s pour la configuration n°2 et 80 m³/s pour la configuration n°3.

b) Prises d'eau

La déviation de la ravine Sèche est totale au droit des prises d'eau. Les ouvrages prévus sont des barrages (un barrage amont pour la rétention des alluvions et un barrage de prise en aval) qui obstruent la totalité du lit mineur avec des hauteurs d'ouvrage variant entre 5 et 10 m. Un chenal est alors créé en rive droite pour évacuer les eaux vers la dérivation.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

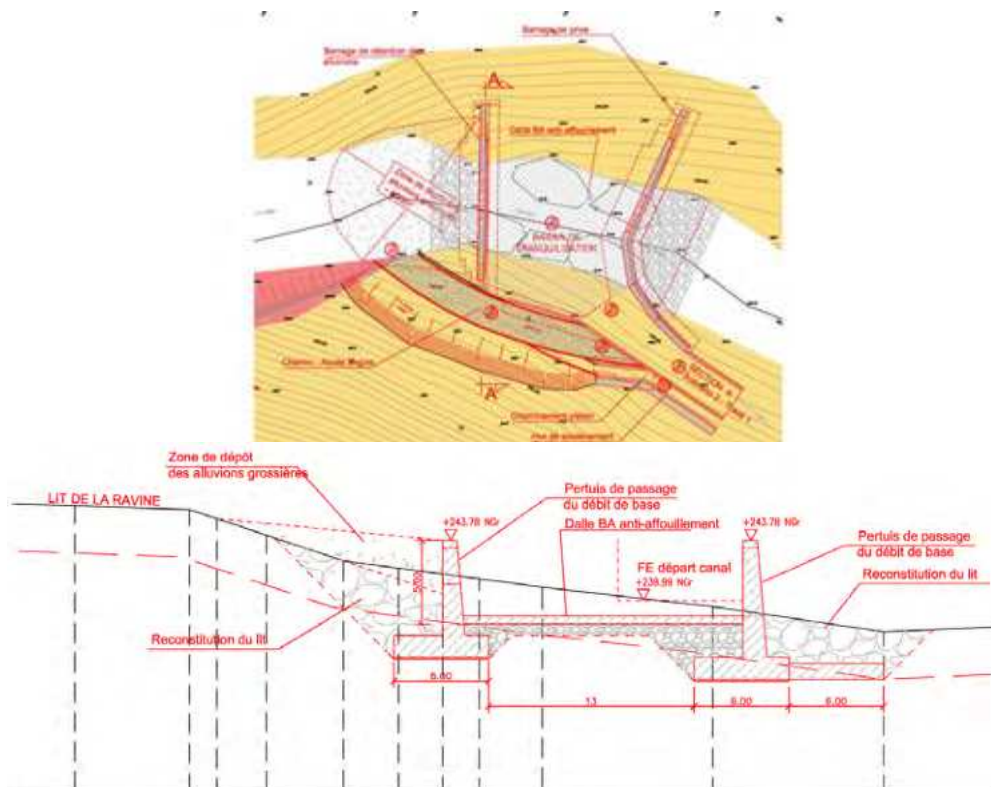


Fig. 5. Prises d'eau

Ce projet prévoit donc la création temporaire, lors des fortes pluies, d'une retenue d'eau de plusieurs mètres de haut en amont d'un centre-ville.

La mise en place de ce type d'ouvrage semble, actuellement, difficile à mettre en œuvre, notamment d'un point de vue réglementaire.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

B. Mise à jour de ces ouvrages dans le cadre de la présente étude et impact sur les débits en amont du centre-ville

Bien qu'étudié au stade AVP en 2003, ces ouvrages, et notamment la prise d'eau, sont difficilement réalisables aujourd'hui avec le contexte réglementaire.

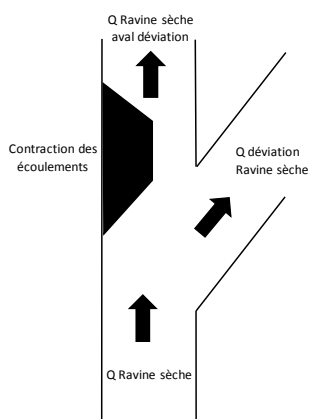
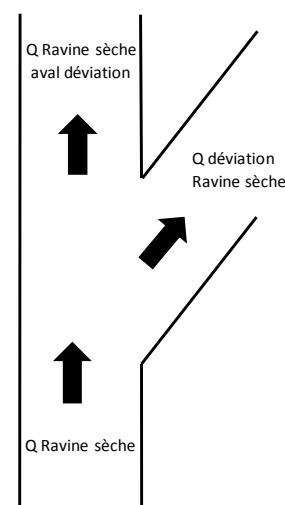
Les tracés retenus à l'époque ne semblent pas devoir être remis en cause. La configuration de la rivière du Mât impose un rejet restreint, situé juste en amont du pont routier actuel. Ce rejet fixe la côte de la déviation en haut de rempart (186 mNGR), et donc la côte de la prise d'eau au niveau de la Ravine Sèche (supérieure à 190 mNGR). Le tracé n°3 prévoit une côte à 200 m NGR et est donc cohérente avec les conditions d'écoulement en aval.

Il convient donc de se poser la question sur la pertinence de mise en place d'une prise d'eau totale, avec le risque de créer en amont un « plan d'eau » de plusieurs mètres de hauteur d'eau lors de fortes crues (avec un risque de rupture de l'ouvrage).

2 solutions sont envisageables pour modifier le fonctionnement de la prise d'eau et de s'affranchir de la présence du plan d'eau :

- **Solution n°1** : Abandon du seuil transversal aux écoulements. La répartition des écoulements se fait alors via une divergence des écoulements au droit de la déviation. Cette déviation est réalisée via un seuil dont la longueur est estimée à 15 mètres à ce stade des études.

Pour cette configuration, on estime à **environ 50% le débit le débit évacué vers la déviation**.



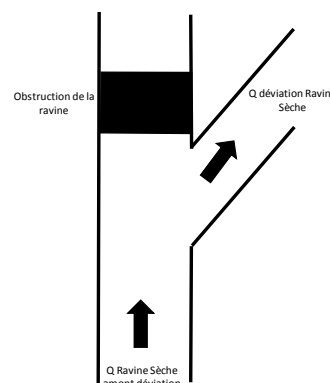
- **Solution n°2** : Abandon du seuil transversal aux écoulements et mise en place d'une restriction de la section dans le lit de la Ravine Sèche en aval immédiat de la déviation. La largeur minimale de passage est de 2 mètres afin de conserver un transport solide entre l'amont et l'aval.

Cette restriction des écoulements permet de limiter les débits vers la ravine Sèche et d'augmenter ceux vers la déviation. Ainsi, **le débit évacué vers la déviation est estimé à 75% du débit amont**.

- **Solution n°3** : Comblement du lit de la Ravine Sèche en aval immédiat de la déviation. Ce comblement total permet de s'affranchir de la problématique « digue ».

L'absence de surverse vers l'aval nécessite d'étudier et d'intégrer dans le dimensionnement des configurations le fonctionnement de la déviation pour une crue supérieure à la crue de dimensionnement.

Cette solution nécessite une gestion des apports de matériaux solides au droit de ce comblement, avec des vitesses qui diminuent entre la ravine Sèche (pente forte) et la déviation (pente plus faible). Des interventions anthropiques seront donc nécessaires pour évacuer le surplus d'apport solide à ce niveau.



Une comparaison de ces solutions est présentée ci-après.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 20 - Comparaison des solutions possibles concernant la dérivation

	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Hydrologie	50% bras principal / 50 % déviation	25% bras principal / 75 % déviation	0% bras principal / 100 % déviation
Débit amont Centre-ville St André (130 m³/s sans dérivation)	Environ 110 m ³ /s	Environ 90 m ³ /s	Environ 70 m ³ /s
Impact sur le redimensionnement ponts centre-ville	-	0	+
Transport solide	Sans impact	Risque de création d'une zone de stockage en amont et en aval de la déviation	Risque de création d'une zone de stockage en amont de la déviation
Réglementaire	Basculement partiel des eaux vers un autre bassin versant	Basculement partiel des eaux vers un autre bassin versant Restriction des écoulements dans le lit mineur	Basculement total des eaux vers un autre bassin versant Obstruction des écoulements dans le lit mineur

L'impact de la Solution n°1 sur les débits en amont du centre-ville de St André semble trop faible. Ils nécessiteront obligatoirement une reprise de ces principaux ouvrages. Il est donc proposé d'abandonner ce scénario.

La Solution n°3 semble :

- Techniquement difficilement réalisable (comblement ravine) ;
- Avoir une avec une exploitation compliquée (intervention anthropique pour évacuer l'apport solide)
- Réglementairement non pertinent.

Il est donc proposé d'abandonner ce scénario.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

C. Solution retenue

Tabl. 21 - Comparatif des trois scénarii de dérivation

Mesure	Efficacité hydraulique prévisible	Contraintes hydrauliques et sédimentaires	Contraintes techniques	Contraintes réglementaires	Conclusions
Solution 1	50% du débit dérivé Pas d'impact sur le débit dans le centre-ville		Aléas géotechniques Travaux en zone encaissée	Basculement partiel des eaux vers un autre bassin versant EBC	Mesure non retenue
Solution 2	75% du débit dérivé	Modification du transport solide au droit de l'ouvrage	Solution 1 + Risque de création d'une faible zone de stockage en amont de la déviation	Basculement partiel des eaux vers un autre bassin versant Restriction des écoulements dans le lit mineur EBC	Mesure retenue (Scénarii n°2 et n°3)
Solution 3	100% du débit dérivé	Transport solide évacué vers la dérivation	Solution 1 + Risque de création d'une forte zone de stockage en amont de la déviation	Basculement total des eaux vers un autre bassin versant Obstruction des écoulements dans le lit mineur EBC	Mesure non retenue

Il est donc proposé de retenir la Solution n°2.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.5.2.3. Efficacité hydraulique

La figure suivante présente l'impact de cet aménagement sur les débits de pointe des crues décennale et centennale de la Ravine Sèche au cours de son passage dans le centre-ville de Saint-André, ainsi que sur les débits maximaux de débordements.

Ravine Sèche : dérivation amont

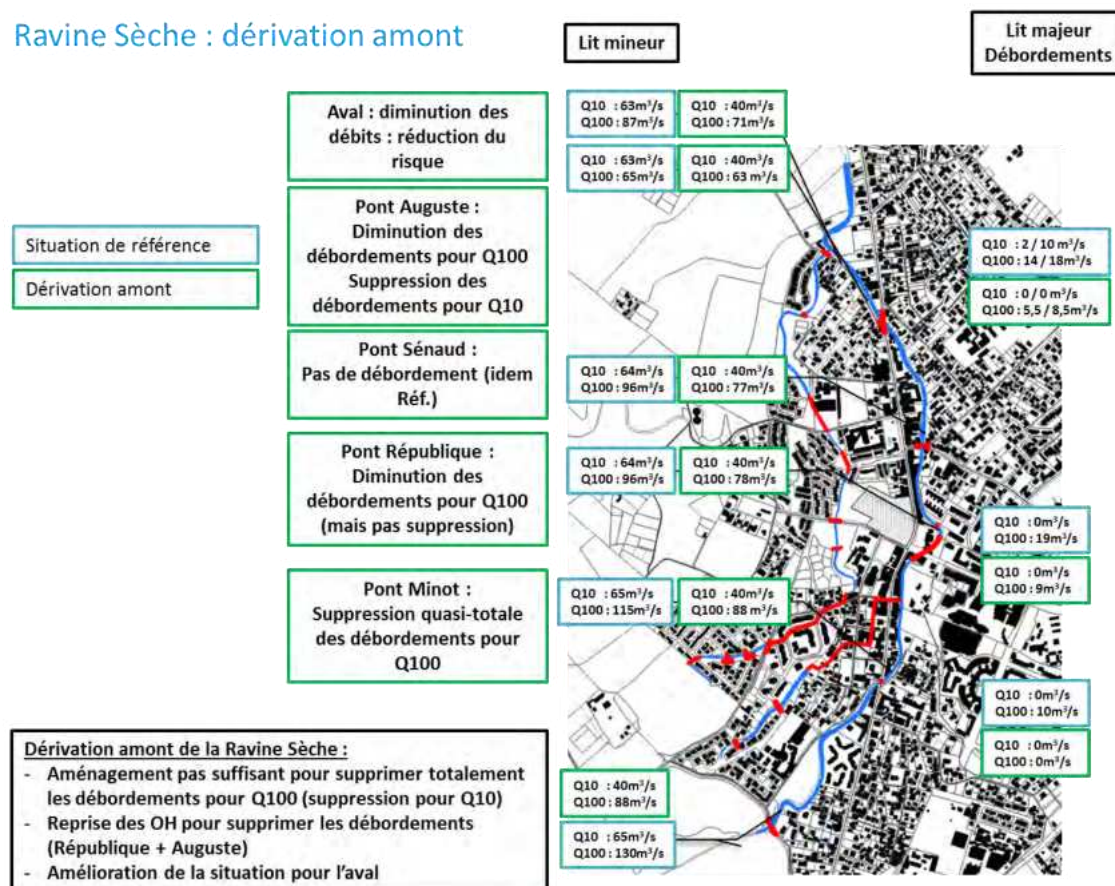


Fig. 6. Impact de la dérivation de la Ravine Sèche sur les débits de pointe

Il ressort de cette analyse les points suivants :

- la dérivation de la Ravine Sèche amont ne permet pas de supprimer totalement les débordements de la Ravine Sèche dans le centre-ville de Saint-André pour la crue centennale. Des débordements de la Ravine Sèche déviée apparaissent au-delà de la crue décennale,
- pour supprimer les débordements de la Ravine Sèche dans le centre-ville, les ouvrages pont de la République et pont Auguste sont à re-dimensionner,
- la dérivation de la Ravine Sèche permet de proposer une sollicitation moindre sur les secteurs aval. Les figures suivantes présentent les abaissments des niveaux d'eau maximaux générés pour les crues décennale et centennale pour les secteurs médian et aval.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

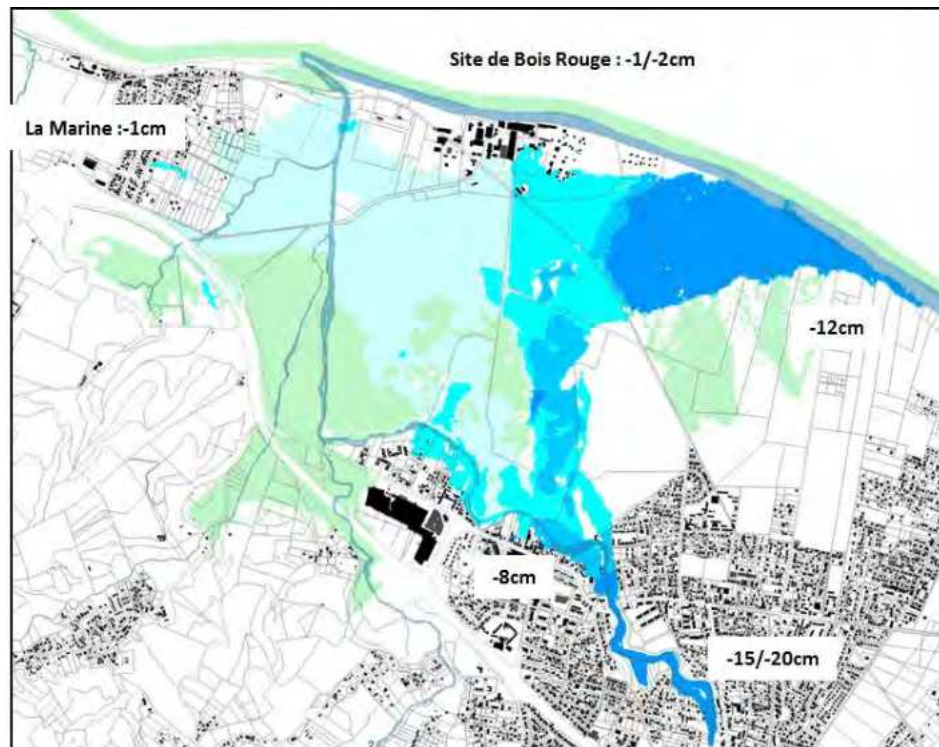


Fig. 7. Impact de la dérivation amont de la Ravine sèche sur les niveaux d'eau maximaux des secteurs médian et aval – Crue décennale

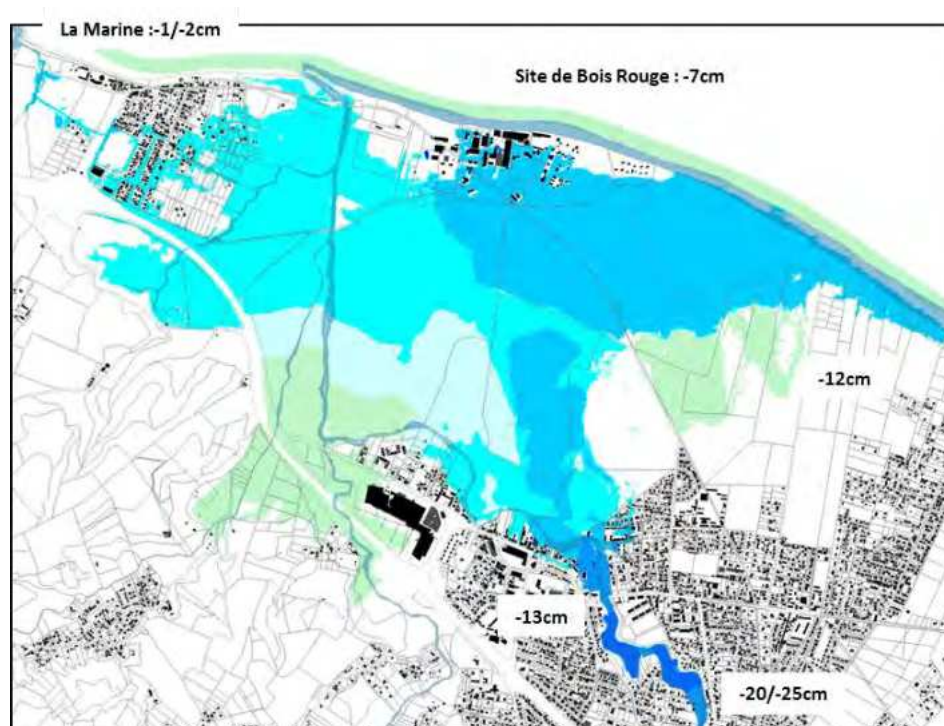


Fig. 8. Impact de la dérivation amont de la Ravine sèche sur les niveaux d'eau maximaux des secteurs médian et aval – Crue centennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.5.2.4. Coût

L'estimation du coût de mise en œuvre de cet aménagement nécessite la mise en œuvre d'études complémentaires lourdes sur les thématiques géotechniques, modèle physique...

Sans la réalisation de ces études préalables, la faisabilité technique de l'aménagement n'est pas validée.

Le coût de mise en œuvre des travaux est toutefois estimé à environ 15 000 000 € HT, hors coûts d'études techniques préalables et des études environnementales, des éventuelles acquisitions foncières et de l'entretien.

3.2.5.2.5. Contraintes

- **Les données géotechniques sont à conforter** (absence de sondages, uniquement des relevés visuels). Ces données sont essentielles pour valider la conception des aménagements. Les études réalisées en 2003 émettent des réserves sur la faisabilité des ouvrages et le coût associé,
- **Les contraintes foncières.** La dérivation nécessite le passage en domaine privé,
- **Les contraintes réglementaires.** Cette dérivation bascule une majorité du bassin versant de la Ravine Sèche vers la Rivière du Mât, avec mise en place d'un ouvrage en travers du lit mineur.
- **Les contraintes hydrauliques.** Un modèle physique est nécessaire afin de valider finement la conception de l'ouvrage de prise d'eau dans la Ravine Sèche,
- Etudes complémentaires et réglementaires : les travaux ne pourront donc pas être réalisés à court ou moyen terme (> 10 ans)

3.2.5.2.6. Synthèse

Cette mesure est insuffisante seule pour assurer efficacement la protection du centre-ville de Saint-André : des débordements sont observés dès Q15ans. La vulnérabilité du centre-ville peu changée par rapport à la situation actuelle : cette mesure nécessite donc la mise en œuvre d'actions de protections collectives proches de celles à mettre en œuvre sur le territoire indépendamment de cette dérivation amont.

Le chiffrage de cet aménagement est extrêmement conséquent : 15 M€ HT, hors études préalables indispensables à mener pour valider la faisabilité technique de cet aménagement.

Cet aménagement implique un planning très long d'études préalables : les travaux de dérivation sont à planifier sur le moyen –terme (5/15ans), temps durant lequel la vulnérabilité du territoire restera inchangée ou dépendantes des autres mesures et actions prises et mise en œuvre dans ce laps de temps.

Cet aménagement permet de soulager les secteurs aval de manière mesurée :

- -2 cm sur La Marine, -7cm sur Bois Rouge ; -20 cm sur Quartier Français pour Q100ans ;
- -1 cm sur La Marine, -1cm sur Bois Rouge ; -15 cm sur Quartier Français pour Q100ans.

Au regard de l'ensemble des contraintes associées à cet aménagement, la mise en œuvre de celui-ci dans le cadre du PAPI à considérer comme un aménagement à long-terme qui nécessite la mise en place d'aménagement à court-terme sur le territoire.

Le gros avantage de cet aménagement est de proposer une sollicitation moindre du centre-ville de Saint-André et des territoires aval pour toutes les gammes d'évènements pouvant être rencontrés.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.5.3. ACTION 2 : MISE EN ŒUVRE D'UNE DERIVATION EN AMONT DE LA RAVINE PAYET

3.2.5.3.1. Aménagements

Cet aménagement consiste à intercepter de manière totale les apports du bassin versant de la Ravine Payet en amont de la RD46.

Cet aménagement consiste à :

- la création d'un fossé d'interception longeant la RD46 sur la partie amont du bassin versant (création),
- la reprise du système de dérivation existant sur la partie aval de la RD46, afin de dimensionner ces aménagements aux débits d'un évènement centennal :
 - reprise de l'ouvrage actuel, de dimension insuffisante ($\phi 800$),
 - reprise et recalibrage du fossé aval jusqu'à la Ravine Sèche.

Cet aménagement permet de réduire le débit de pointe de la Ravine Payet au niveau du lotissement amont de moitié pour la crue centennale.

Les figures suivantes localisent et présentent ces aménagements.



Fig. 9. Localisation des aménagements de dérivation de la Ravine Payet

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

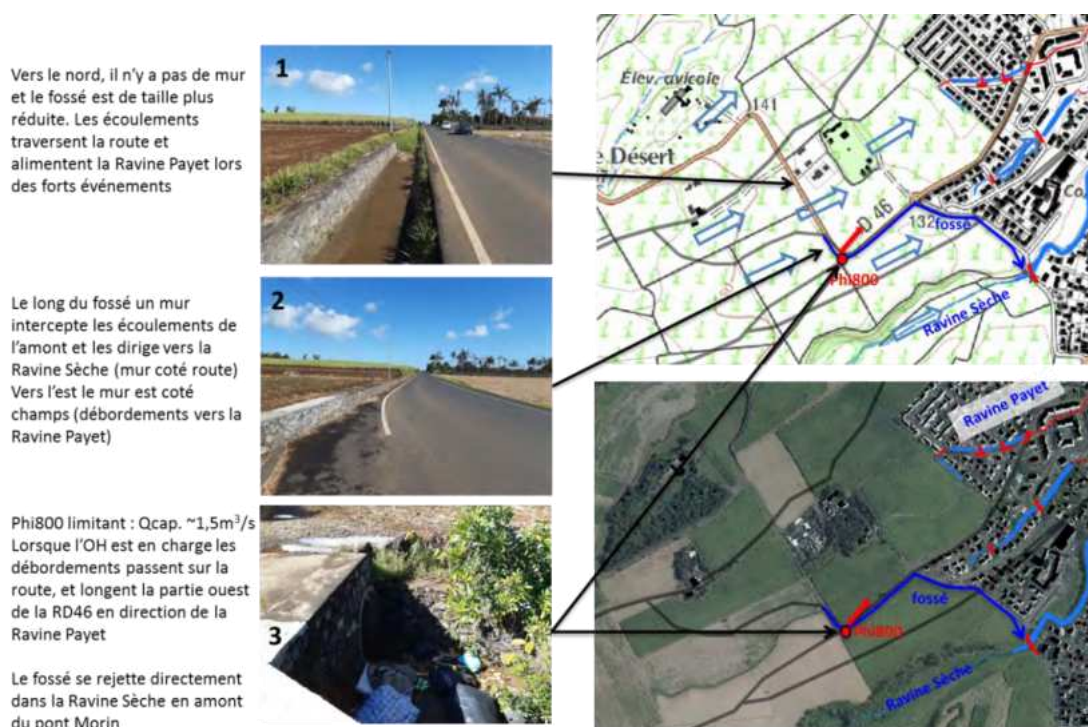


Fig. 10. Localisation des aménagements de dérivation de la Ravine Payet

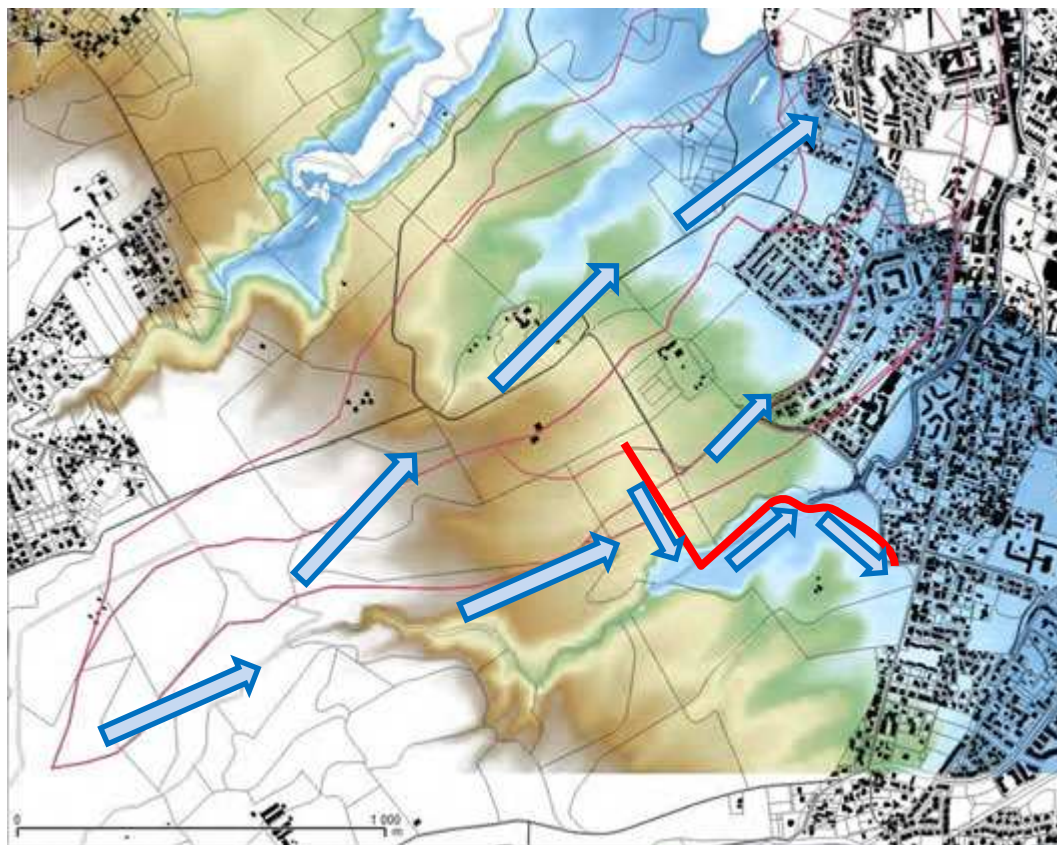


Fig. 11. Découpage en sous bassin-versant et principe de l'aménagement final

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.5.3.2. Efficacité hydraulique

Le tableau suivant présente les débits de pointe obtenus pour la Ravine Payet en fonction des aménagement réalisée le long de la RD46 en vue d'intercepter une partie ou la totalité des apports du bassin versant amont de la Ravine et de les dévier vers la Ravine Sèche en amont du pont Morin.

Tabl. 22 - Débits de pointe sur l'amont de la Ravine Payet

	10ans	20ans	30ans	50ans	100ans
1 - Situation de référence réelle (OH Phi 800 limitant) : débordements au niveau de l'OH franchissement la RD46 et rejoignent le lotissement aval	11	14	18	23	27
2 - Situation de référence avec OH repris pour Q20 (vers Ravine Sèche)	6	8	12	15	19
3 - Avec fossé prolongés vers le nord : interception totale du bassin versant amont (configuration étudiée ici)	5	6,4	7,6	8,8	10,3

Cet aménagement ne permet pas de supprimer les débordements de la Ravine Payet dans le centre-ville de Saint-André, notamment du fait du très fort sous-dimensionnement de l'ouvrage OH6.

La figure suivante présente l'inondation du territoire pour la crue centennale avec la dérivation totale des apports du bassin versant amont de cette ravine.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

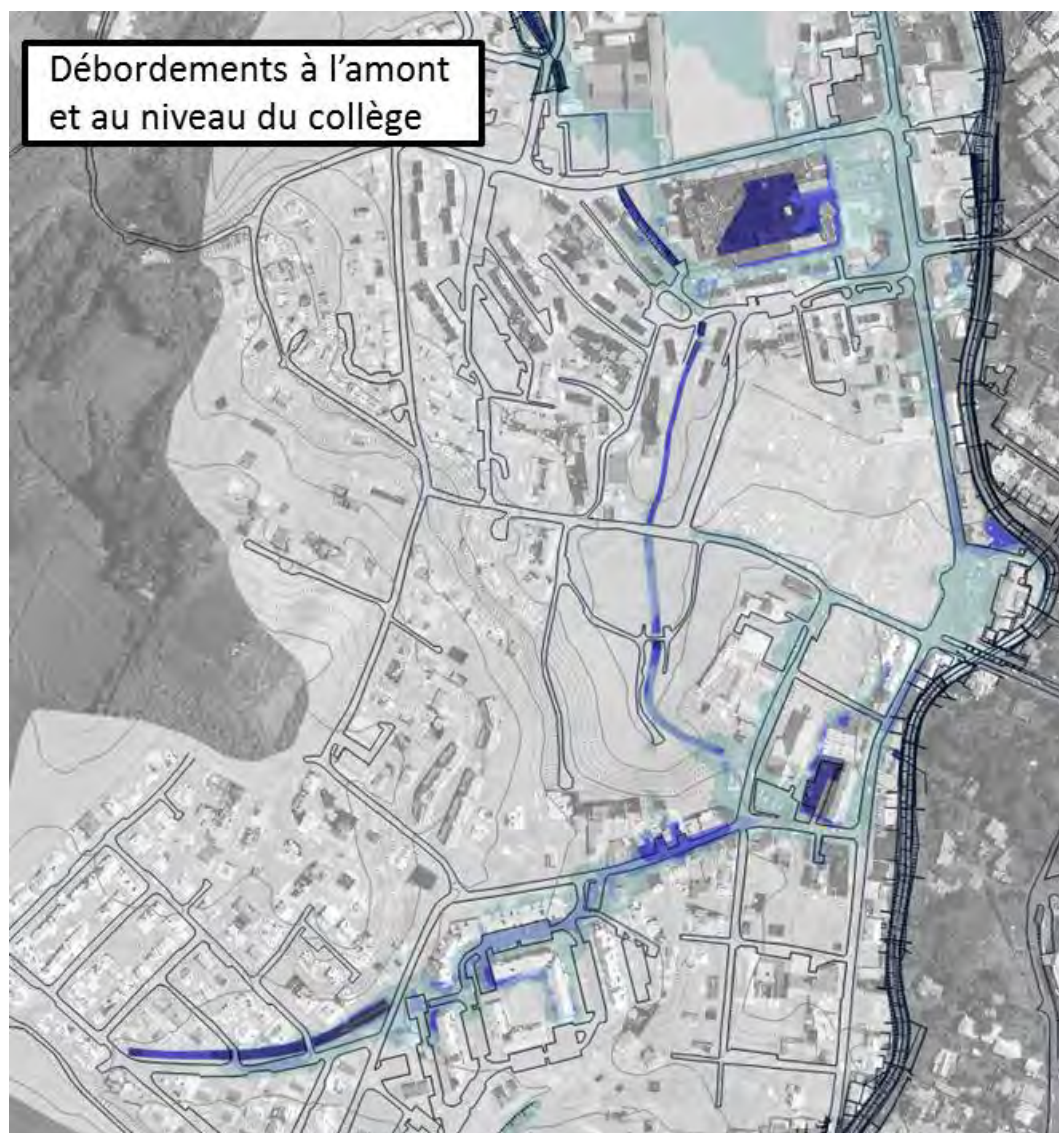


Fig. 12. Zones inondées pour la configuration avec dérivation totale des apports amont de la Ravine Payet – Crue centennale sans apports de la Ravine Sèche

3.2.5.3.3. Coûts

Le coût de mise en œuvre d'un tel aménagement est estimé à 718 000 € HT, hors études préalables et études réglementaires.

Ces coûts et le dimensionnement étudié sont présentés dans les figures suivantes :

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Reprise OH + fossé existants pour Q100

- ⇒ OH repris : $\Phi 1800$ (pente 2%)
- ⇒ Fossé 2 zones de pentes :
 - ZONE 1 : $2,0 \times 1,25\text{m}$ ($S=2,5\text{m}^2$) en amont – $L=350\text{m}$: largeur du fossé actuel OK- Prévoir muret coté route pour éviter le basculement des eaux vers le BV Payet
 - ZONE 2 : $2,0 \times 1,0\text{m}$ ($S=2,0\text{m}^2$) en aval – $L=300\text{m}$: vérifier le dimensionnement du fossé (murs existants)
- ⇒ Impacts de cet aménagement ne concerne que les crues > Q30ans
- ⇒ Diminution du Q100 de 30% - On a toujours des débordements à l'aval



Chiffrage : 470 k€ HT



Création :

Extension du muret d'interception vers le nord
Reprise OH + fossé existant pour Q100 (17 m³/s vers la Ravine Sèche)

- Aménagement amont pour intercepter Q100:
- Muret : $L=250\text{m}$ – $H=1,0\text{m}$ coté champs
 - Fossé : création d'un fossé bétonné latéral à la RD46 $L=200\text{m}$ - $I \times H=2,5 \times 1,0\text{m}$
 - OH franchissement (accès agricole) : cadre ou buse $\Phi 1000$

- Aval : redimensionnement de l'existant pour Q100
- ⇒ OH – $\Phi 1800$ (pente 2%)
 - ⇒ Fossé 2 zones de pentes :
 - $2,0 \times 1,25\text{m}$ ($S=2,5\text{m}^2$) en amont – $L=350\text{m}$
 - $2,0 \times 1,0\text{m}$ ($S=2,0\text{m}^2$) en aval – $L=300\text{m}$

- ⇒ Impact faible pour Q10 – Impact important pour Q100 : Diminution de 50% du débit de pointe 19 à 10,3 m³/s

- ⇒ $Q100 = 10\text{m}^3/\text{s} > Q_{\text{cap OH6}}$: on a toujours des débordements sur l'amont de la Ravine Payet
- ⇒ Action à accompagner d'autres actions sur les OH de la Ravine Payet (reprise OH)

Chiffrage total : 718 k€ HT



Fig. 13. Dimensionnement et chiffrage de la dérivation des apports amont de la Ravine Payet

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.2.5.3.4. Contraintes

Il n'existe pas de contraintes majeurs à la mise en œuvre de cet aménagement, si ce n'est d'augmenter de manière marginale les apports dans la Ravine Sèche en période de crue : débit dérivé de $10\text{m}^3/\text{s}$ au maximum pour la crue centennale pour un débit de pointe de la Ravine Sèche de $130\text{m}^3/\text{s}$, avec en plus un déphasage des pics de crues dus à la différence de taille des bassins versant et des temps de concentration différents entre ces deux ravines.

On a donc les ordres de grandeurs suivants pour le débit dévié pour la crue centennale :

- 7% du débit de pointe de la Ravine Sèche,
- 2% du débit de pointe de la Grande Rivière Saint-Jean.

3.2.5.3.5. Synthèse

Cette mesure n'est pas suffisante seule pour supprimer les débordements de la Ravine Payet : les débordements sont toujours observés avant la crue décennale sur le secteur Oasis (OH6). Cette mesure est donc à coupler avec la reprise des ouvrages existants pour proposer la protection des enjeux du centre-ville.

Le coût de cet aménagement est mesuré (718k€ HT), on verra plus loin que cet aménagement permet de limiter le redimensionnement des ouvrages à l'aval de la Ravine Payet.

Cet aménagement propose un abaissement fort de la sollicitation amont sur la ravine Payet et sur les enjeux de ce territoire.

Les impacts de cet aménagement sont négligeables sur les écoulements de la Ravine Sèche, notamment du fait du déphasage des pics de crues des deux ravines et non quantifiables sur la Grande Rivière Saint-Jean.

Cette solution est préconisée dans le cadre de l'élaboration du scénario final à intégrer dans le Dossier PAPI.



Fig. 14. Canal le long de la RD

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3. AXE 7 : GESTION DES OUVRAGES DE PROTECTION HYDRAULIQUES

3.3.1. Cohérence avec le cahier des Charges PAPI 3

« C'est sur la base d'un diagnostic complet de l'état des ouvrages composant le système d'endiguement, de son niveau de protection avant et après travaux, de la détermination de la zone effectivement protégée que la démarche et le programme sont établis. Ce programme consiste à renforcer ou à réaliser des ouvrages pour un aléa et un niveau de protection déterminés. »

Ici, il n'existe pas de système d'endiguement qui propose une réelle protection des enjeux du territoire.

Cet axe se compose ici de trois grandes familles d'action :

- Augmentation de la capacité hydraulique (ouvrage / lit mineur) pour limiter/supprimer les débordements en zone urbaine,
- Mesures de protection collectives, afin de protéger les enjeux de l'inondation par la mise en œuvre de système d'endiguement en retrait du lit mineur,
- Protection contre l'érosion des berges.

Ces deux premières familles d'actions concernent le paragraphe suivant du Cahier des Charges PAPI3 : *« Les scénarios d'effacement de certains ouvrages pourront également être étudiés dans le cadre du présent axe si cet effacement est couplé à la réalisation d'autres ouvrages de protection en recul, ... »*.

La dernière famille d'action est concernée par le paragraphe suivant :

« Les travaux de stabilisation de berges permettant de protéger des enjeux bien identifiés peuvent être inclus dans cet axe, étant souligné que les travaux d'entretien de berges ne sont pas éligibles au fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM). »

Les problématiques érosion relevées ici ne concernent pas des opérations d'entretien des berges des cours d'eau mais bel et bien des actions de protection des populations et des biens à très court ou court-terme. Les mesures proposées sont bien éligibles et cohérentes avec la démarche PAPI.

3.3.1.1. POINT SPECIFIQUE SUR LES SYSTEMES D'ENDIGUEMENTS

Le Cahier des Charges PAPI 3 rappelle les points suivants :

« Les travaux relatifs à des systèmes d'endiguement relevant du décret n° 2015-526 du 12 mai 2015 doivent être bien identifiés et les questions de gouvernance traitées »

Le décret n° 2015-526 du 12 mai 2015 identifie deux familles d'ouvrages :

- les systèmes d'endiguement qui protègent les territoires des débordements des cours d'eau en crue qui les traversent ou les bordent, ceux qui protègent contre les submersions marines et enfin ceux qui, dans une configuration plus complexe, protègent une zone estuarienne soumise à la double influence d'un cours d'eau et de la mer ;
- les aménagements hydrauliques qui permettent de stocker provisoirement des écoulements provenant d'un ou plusieurs bassins versants afin d'éviter des débordements de cours d'eau en crue sur le territoire devant être protégé ou qui permettent, en matière de protection contre les submersions marines, le ressuyage de venues d'eau en provenance de la mer.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Un territoire donné peut être protégé soit à l'aide d'un système d'endiguement, soit à l'aide d'un aménagement hydraulique, soit par une combinaison de ces moyens de protection. Dans tous les cas, c'est la zone protégée qui est au centre de la réglementation.

Le système d'endiguement est défini en référence à un niveau de protection et à une zone protégée. Il comprend une ou plusieurs digues, ainsi que tout ouvrage nécessaire à son efficacité et à son bon fonctionnement,».

La DEAL a été sollicitée par la CIREST sur ce point. Elle impose de considérer les aménagements sur les deux rives de la Grande Rivière Saint-Jean comme un système de protection unique. Cette réponse impose la définition d'un seul gestionnaire pour ce système, et donc la création d'une structure spécifique se substituant à la CIREST et à la CINOR a minima sur cette partie du territoire. Ce point est développé en fin de rapport dans la partie Axe 0 – Gouvernance.

Les aménagements hydrauliques et les systèmes d'endiguement faisant l'objet de travaux dans le cadre du PAPI et satisfaisant aux critères de l'article R. 214-113 du code de l'environnement devront, ultérieurement à la labellisation du PAPI, être classés au titre de la rubrique 3.2.6.0 du tableau annexé à l'article R. 214-1 du même code.

Pour les systèmes d'endiguement et les aménagements hydrauliques relevant du décret n° 2015-526 du 12 mai 2015, les points suivants doivent être traités :

- 1) *vérification de la constitution du système d'endiguement et/ou des aménagements hydrauliques et de leurs principales caractéristiques réglementaires : il s'agit de porter attention à la complétude du système, compte tenu du niveau de protection avant et après travaux, de la zone à protéger et des différents éléments constitutifs du système, ainsi qu'aux impacts hydrauliques des travaux et du système d'endiguement et/ou des aménagements hydrauliques ;*
- 2) *vérification de la pertinence socio-économique via l'analyse multi-critères (AMC) ou l'analyse coût-bénéfice (ACB), pour les aménagements et travaux structurels nécessitant un investissement important (cf. partie V.3.7 ci-dessous) ;*
- 3) *vérification de la faisabilité du projet : planning de réalisation des opérations compatible avec l'échéance prévisionnelle du programme, vérification du déroulement des phases administratives et techniques, intégrant notamment les enjeux environnementaux et patrimoniaux identifiés dans le cadre de l'analyse environnementale du PAPI. L'ensemble des étapes nécessaires à la réalisation des aménagements et des travaux sont à prendre en compte, telles que la mise en place de mesures compensatoires hydrauliques ou environnementales, de zones d'emprunt des matériaux et la maîtrise du foncier, particulièrement en zone naturelle ou patrimoniale sensible ;*
- 4) *pour rappel, l'analyse environnementale du projet de PAPI inclut l'analyse des impacts sur les milieux naturels des aménagements et travaux envisagés et les motifs qui ont fondé les choix opérés par le plan ou le document, compte tenu des diverses solutions envisagées. »*

« Il convient de souligner que l'attribution du label PAPI ne vaut pas autorisation au titre de la loi sur l'eau

Pour rappel, les travaux ne pourront être autorisés au titre de la « loi sur l'eau » que si le dossier « loi sur l'eau » comporte un document « décrivant l'organisation mise en place pour assurer l'exploitation de l'ouvrage, son entretien et sa surveillance en toutes circonstances, notamment les vérifications et visites techniques approfondies, le dispositif d'auscultation, les moyens d'information et d'alerte de la survenance de crues et de tempêtes conformes aux prescriptions fixées par l'arrêté préfectoral autorisant l'ouvrage et, le cas échéant, les arrêtés complémentaires » (cf. 2° du I de l'article R. 214-122 du code de l'environnement). »

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

« Aucun travaux sur des digues nouvelles ou existantes, ou sur des aménagements hydrauliques nouveaux ou existants, ne pourront être labellisés pour ouvrir à l'urbanisation de nouveaux secteurs. ».

3.3.2. Augmentation de la capacité hydraulique : reprise des ouvrages hydrauliques

3.3.2.1. CONTEXTE

Les études menées en Phase 1 de la mission ont mis en évidence le rôle très important joué par le sous-dimensionnement des ouvrages hydrauliques sur les débordements observés sur le centre-ville de Saint-André.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

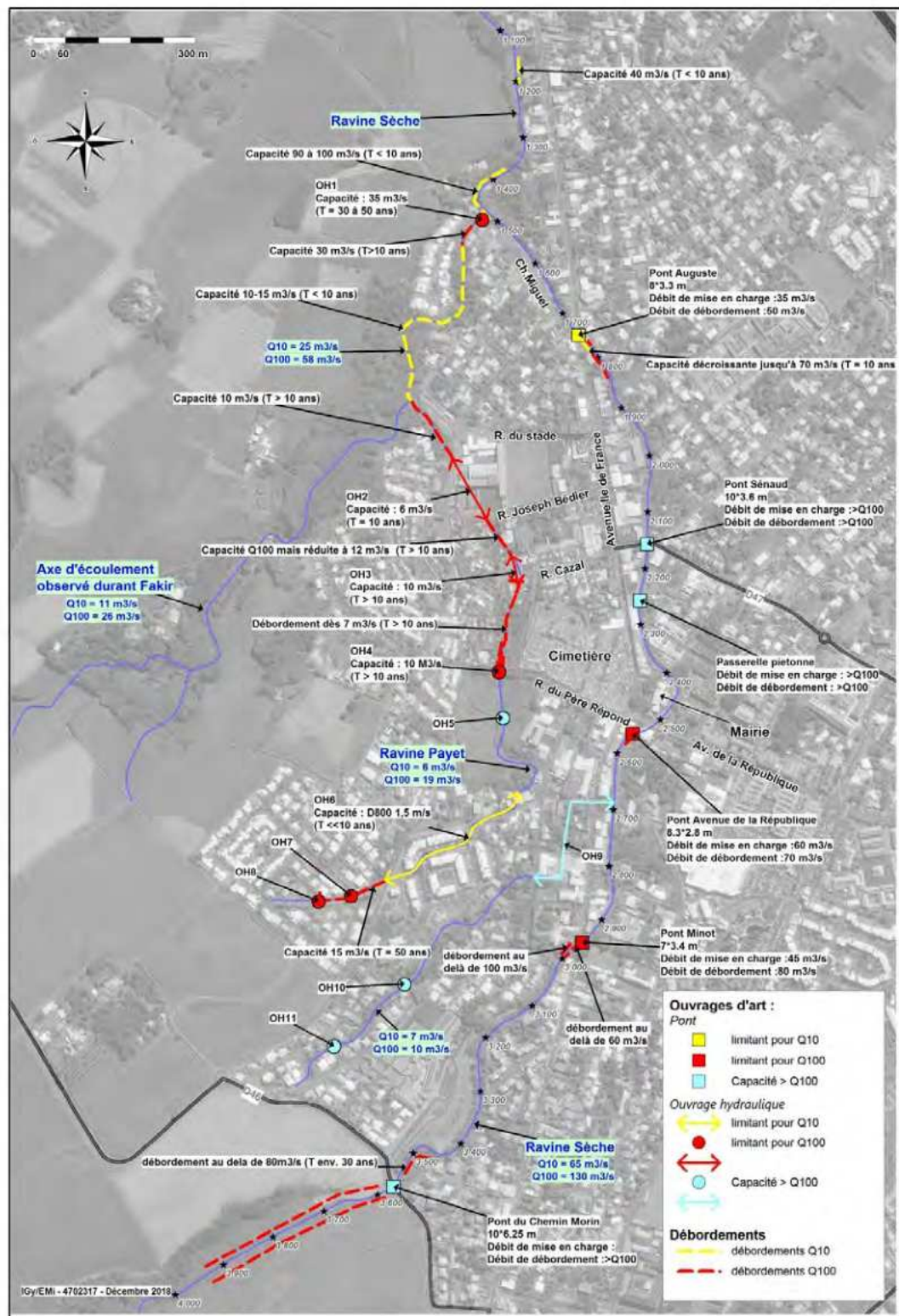


Fig. 15. Capacité des ouvrages hydrauliques sur le secteur du centre-ville de Saint-André

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3.2.2. OBJECTIFS ET STRATEGIES

Le principe d'action détaillé ici consiste à proposer la protection des enjeux du centre-ville de Saint-André des débordements des ravines Sèche et Payet par un redimensionnement des ouvrages hydrauliques et du lit mineur.

La reprise de ces ouvrages sera accompagné si besoin de la sécurisation locale des berges pour empêcher les éventuels débordements résiduels pouvant être observés malgré le re-dimensionnement des ouvrages hydrauliques (sections limitantes du lit mineur).

Pour un niveau de protection donné (et à définir en lien avec la période de retour d'un événement hydro-météorologique), le redimensionnement des ouvrages est dépendant des choix d'actions mis en œuvre sur l'Axe 6 – Ralentissement dynamique (rétention et la dérivation des écoulements).

Le processus de dimensionnement des ouvrages hydrauliques est itératif: la reprise d'un ouvrage impacte le dimensionnement des ouvrages aval (suppression de l'effet d'écêtement des crues par les ouvrages sous-dimensionnés et les débordements générés).

A l'inverse, le redimensionnement des ouvrages hydrauliques va se traduire par l'augmentation des débits de pointe qui transitent sur les parties aval (suppression de l'écêtement des débits de pointe) : l'influence des aménagements étudiés sur les enjeux aval est à prendre en compte avec attention.

3.3.2.3. METHODOLOGIE

Les débordements d'un cours d'eau sont générés par une insuffisance de la capacité d'évacuation par rapport au débit de la crue. Les analyses menées en Phase 1 ont permis d'identifier un grand nombre d'ouvrages hydrauliques ou de sections hydrauliques de cours d'eau ne permettant d'évacuer le débit de la crue centennale sur le territoire, plus spécifiquement sur le secteur amont, et générant des débordements impactant des enjeux sur des secteurs plus ou moins proches.

Le principe de mesures de protection pouvant être mis en œuvre sur le secteur amont et retenu comme principe de base du scénario n°1 consiste à la reprise et à l'augmentation des capacités hydrauliques des Ravines Sèche et Payet, de manière à pouvoir canaliser entièrement les écoulements dans le lit mineur et ainsi supprimer les débordements.

La démarche sera engagée en deux temps :

- le premier temps consistera à définir le nouveau dimensionnement des ouvrages hydrauliques identifiés comme sous-dimensionnés pour chacune des deux ravines de manière indépendante, de manière à pouvoir évacuer le débit de la crue centennale sans créer de débordements (suppression des désordres observés). **S'il n'est techniquement pas possible de définir un aménagement raisonnable permettant d'évacuer la crue centennale, l'aménagement de l'ouvrage hydraulique sera défini pour évacuer la crue la plus importante possible.**

Le dimensionnement proposé pour ces ouvrages sera ajusté au mieux aux contraintes existantes (emprises disponibles, enjeux à proximité...) afin de retenir un scénario d'aménagement présentant la meilleure pertinence entre la réalité de mise en œuvre (technique, financière, environnementale...) et efficacité hydraulique associée.

- dans un second temps, en fonction de la zone inondable résiduelle observée en crue centennale pour chacune des deux ravines, un recalibrage des sections de lit mineur sous-dimensionnées (générant des débordements) sera définie et étudiée.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3.2.4. CONTRAINTES HYDRAULIQUES ASSOCIEES

Ce principe de solution présente toutefois les contraintes suivantes :

- l'augmentation des sections hydrauliques n'est par endroit pas possible à mettre en œuvre (emprise foncière, problématique des pentes,...),
- ce principe conduit à accélérer le transfert de la crue vers l'aval et supprimer l'effet d'écrêtement de l'onde de crue joué involontairement par ses débordements. **Il s'agit donc de s'assurer du fait que la reprise des sections hydrauliques ne se traduise pas par l'aggravation du risque pour les territoires avals, et le cas échéant, de mettre en œuvre les mesures d'accompagnement nécessaires,**
- la canalisation des écoulements dans les secteurs sans vitesses fortes se traduit par une rehausse des niveaux d'eau observés très conséquents. La canalisation peut alors impliquer la mise en œuvre d'un système d'endiguement très conséquent, ce qui présente des risques nouveau pour les populations en arrière de celui-ci en cas de défaillance,
- la canalisation des écoulements va également se traduire par une augmentation des vitesses dans le lit mineur, et donc va favoriser les problématiques d'érosion des fonds et des berges,
- et de manière plus générale au regard de la politique de prévention des inondations, **la mise en œuvre des endiguements et des recalibrages des cours d'eau est à limiter au maximum pour les raisons précitées, et à ne réserver qu'aux territoires pour lesquels aucun autre moyen de protection ne permet d'assurer la protection des populations et des biens vulnérables.**

3.3.2.5. DISSOCIATION DES REFLEXIONS

Sur le secteur amont, on observe les débordements de la Ravine Sèche et de la Ravine Payet qui se traduisent par l'inondation de la zone urbaine du centre-ville de Saint-André, qui présente une grande concentration d'enjeux vulnérables. Les débordements issus de ces deux ravines convergent et se rejoignent au niveau de l'Avenue de L'Ile de France notamment.

Afin de bien identifier l'origine des différents désordres observés, les analyses seront menées de manière indépendante sur la Ravine Payet et sur la Ravine Sèche.

Ainsi, il sera vérifié que les solutions de protections proposées sur chaque ravine permettent bien de supprimer les débordements générés par celle-ci. Le cas contraire, l'origine des désordres résiduels sera clairement identifiée et des aménagements complémentaires pourront être proposés.

La figure suivante rappelle l'emprise de ce secteur, la localisation des ouvrages hydrauliques et les hauteurs d'eau maximales modélisées pour la crue centennale.

Les figures suivantes présentent les emprises inondées pour la crue centennale pour les crues suivantes :

- ravines Sèche et Payet,
- ravine Sèche seule,
- ravine Payet seule.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

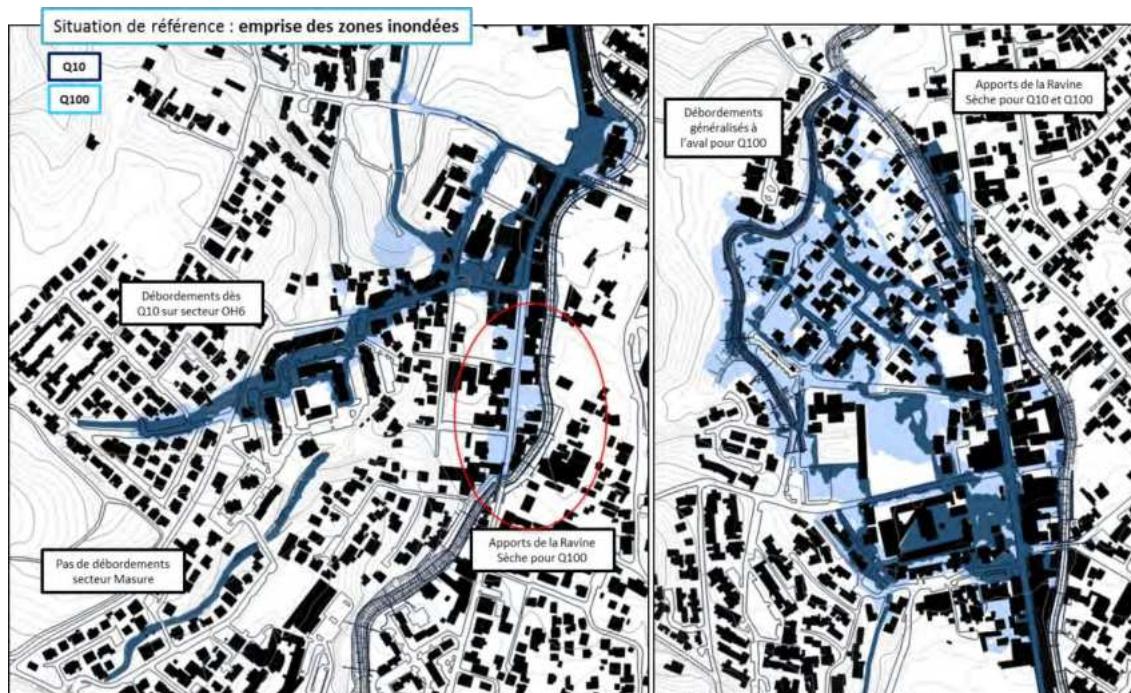


Fig. 16. Crues de la Ravine Sèche et de la Ravine Payet

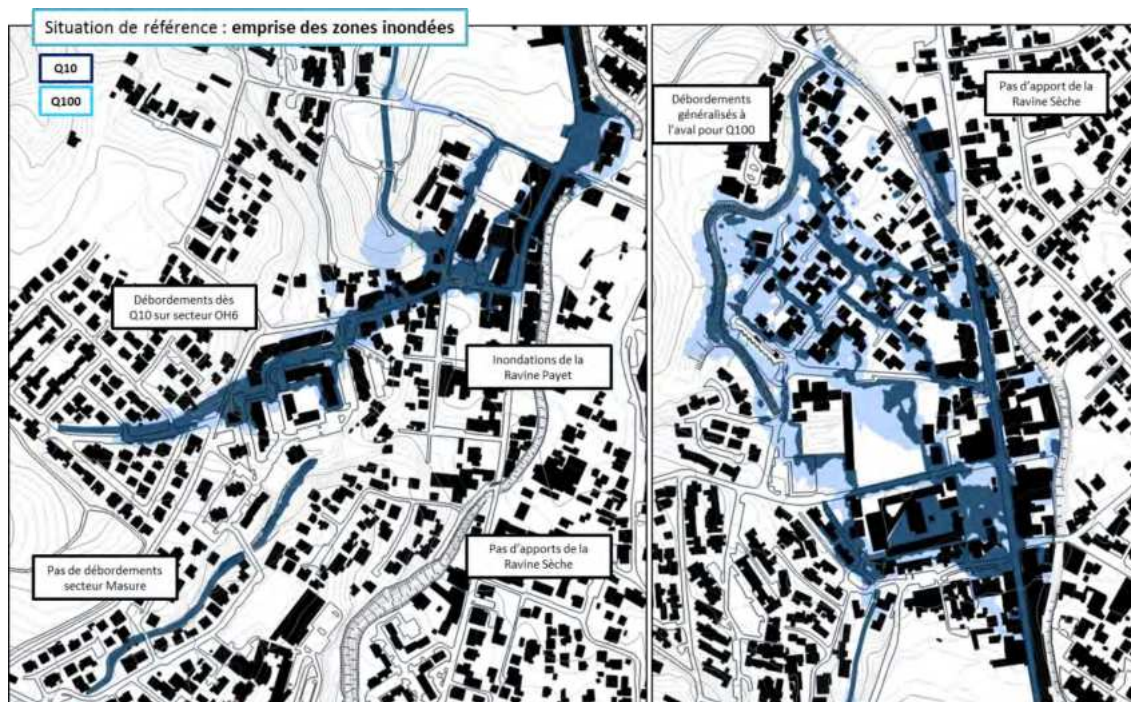
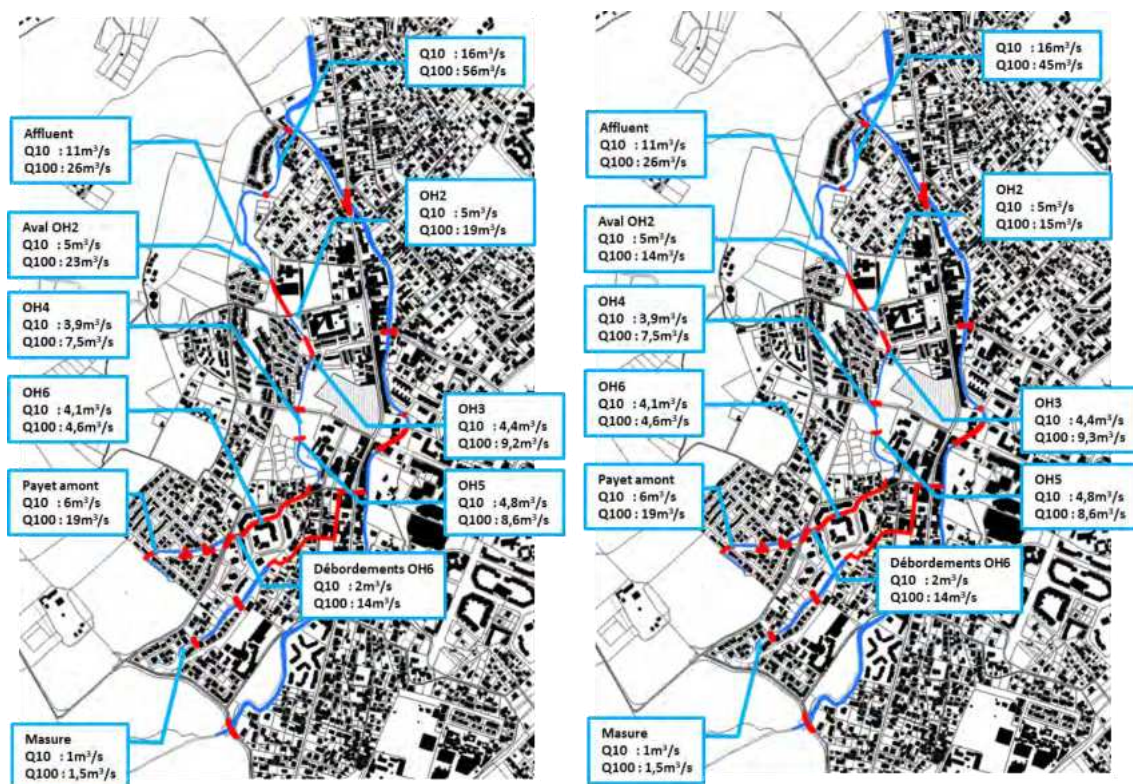


Fig. 17. Crue de la Ravine Payet seule (pas d'apport de la Ravine Sèche)

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

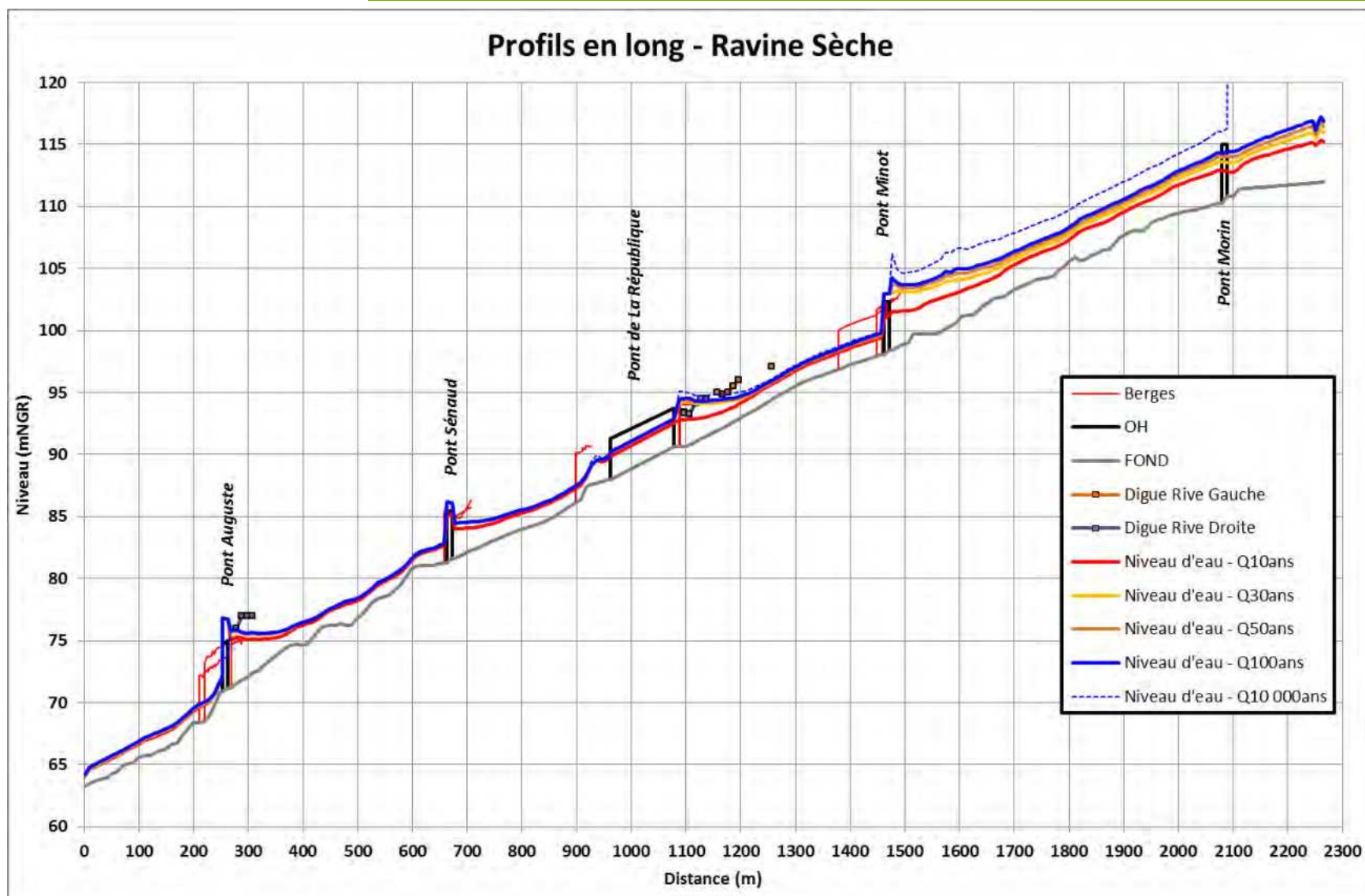
Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Fig. 19. Hauteurs d'eau maximales pour la crue centennale – Ravines Sèche et Payet à gauche, Ravine Sèche seule au centre, Ravine Payet seule à droite (résultats bruts de modélisation)

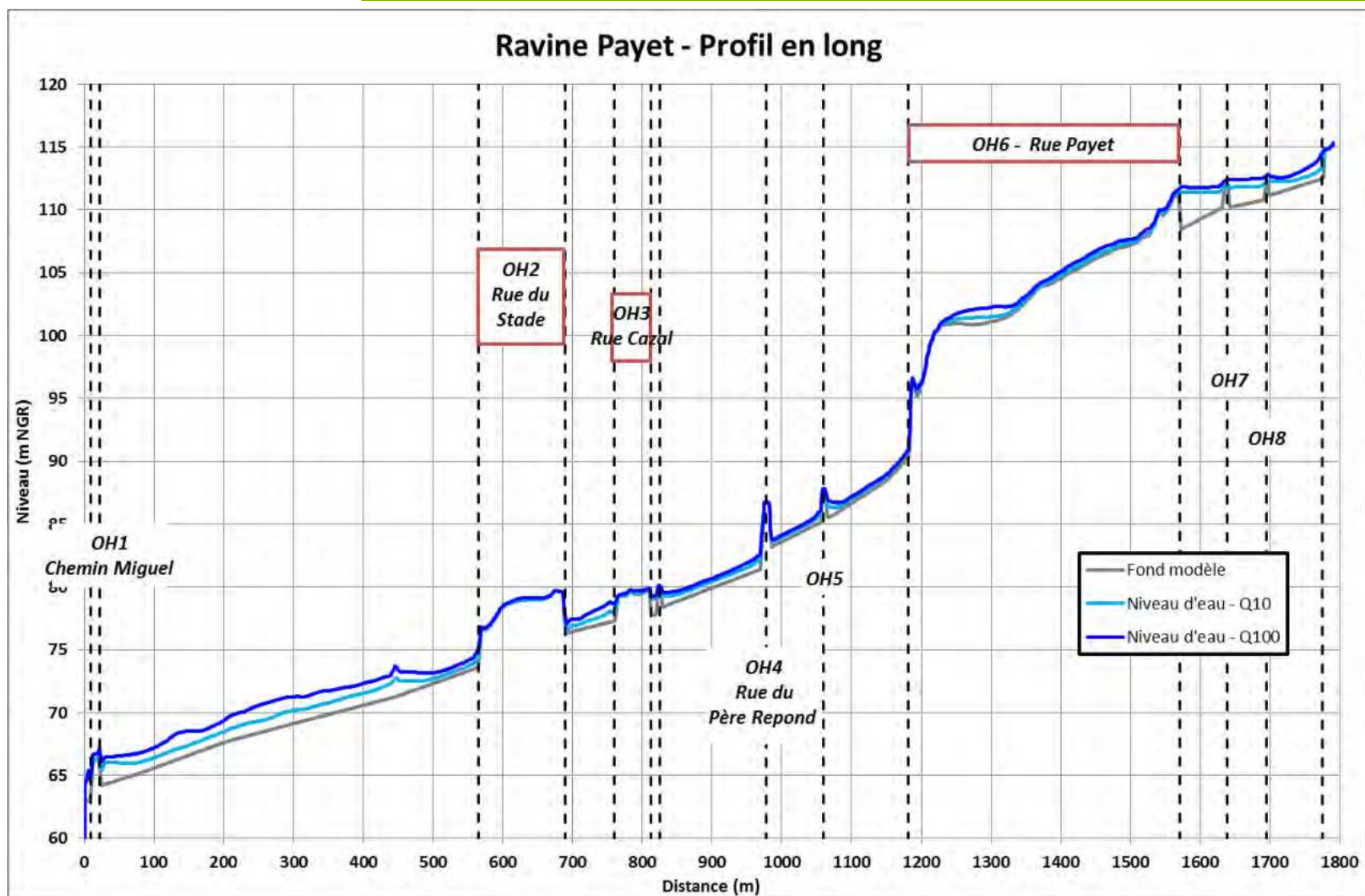
Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3.2.6. RAPPELS DE LA VULNERABILITE DU TERRITOIRE

Les figures suivantes présentent la vulnérabilité des enjeux du centre-ville de Saint-André, avec une décomposition selon l'origine du risque inondation : Ravine Sèche, Ravine Payet ou les deux ravines.

La Ravine Sèche crée la majeure partie de la vulnérabilité du territoire, notamment au niveau de sa rive droite.

Les bâtiments inondés par la Ravine Payet uniquement sont au final relativement peu nombreux sur ce territoire, mais en nombre important au regard de la taille de la ravine et de son bassin versant.

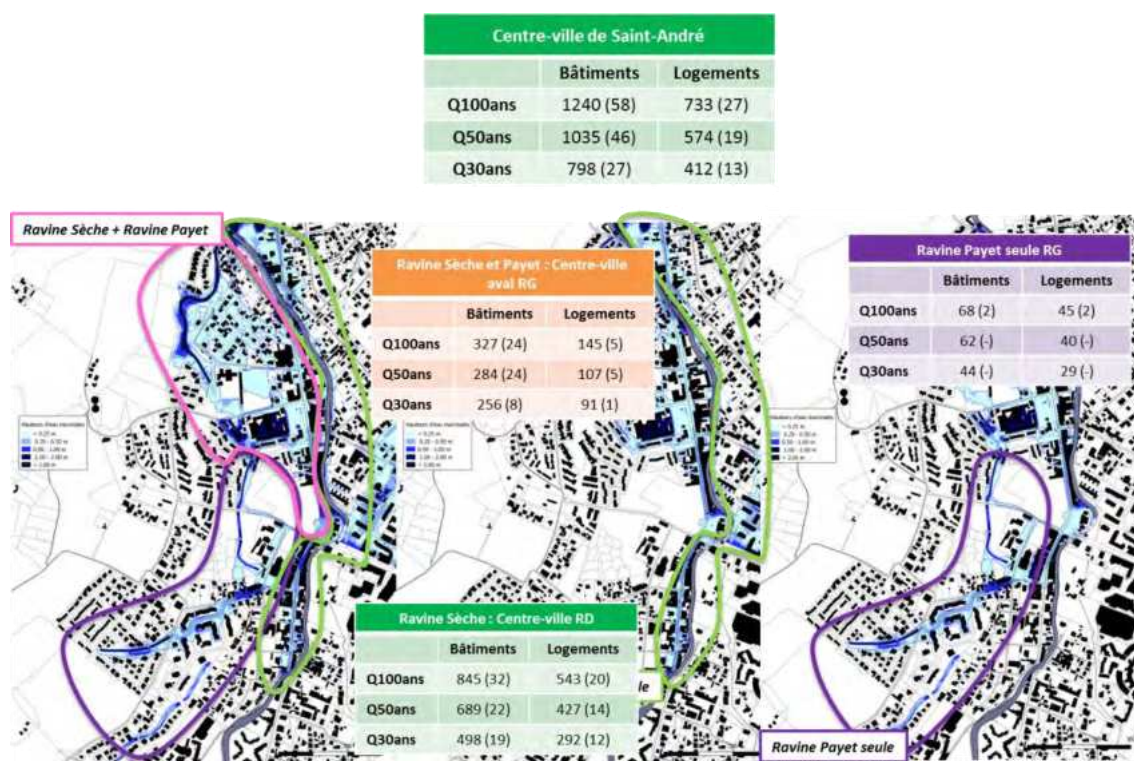


Fig. 20. Synthèse de la vulnérabilité du territoire aux inondations respectives des ravines Sèche et Payet

La figure suivante rappelle la dénomination et la localisation des différents ouvrages hydrauliques présents sur le secteur du centre-ville de Saint-André.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

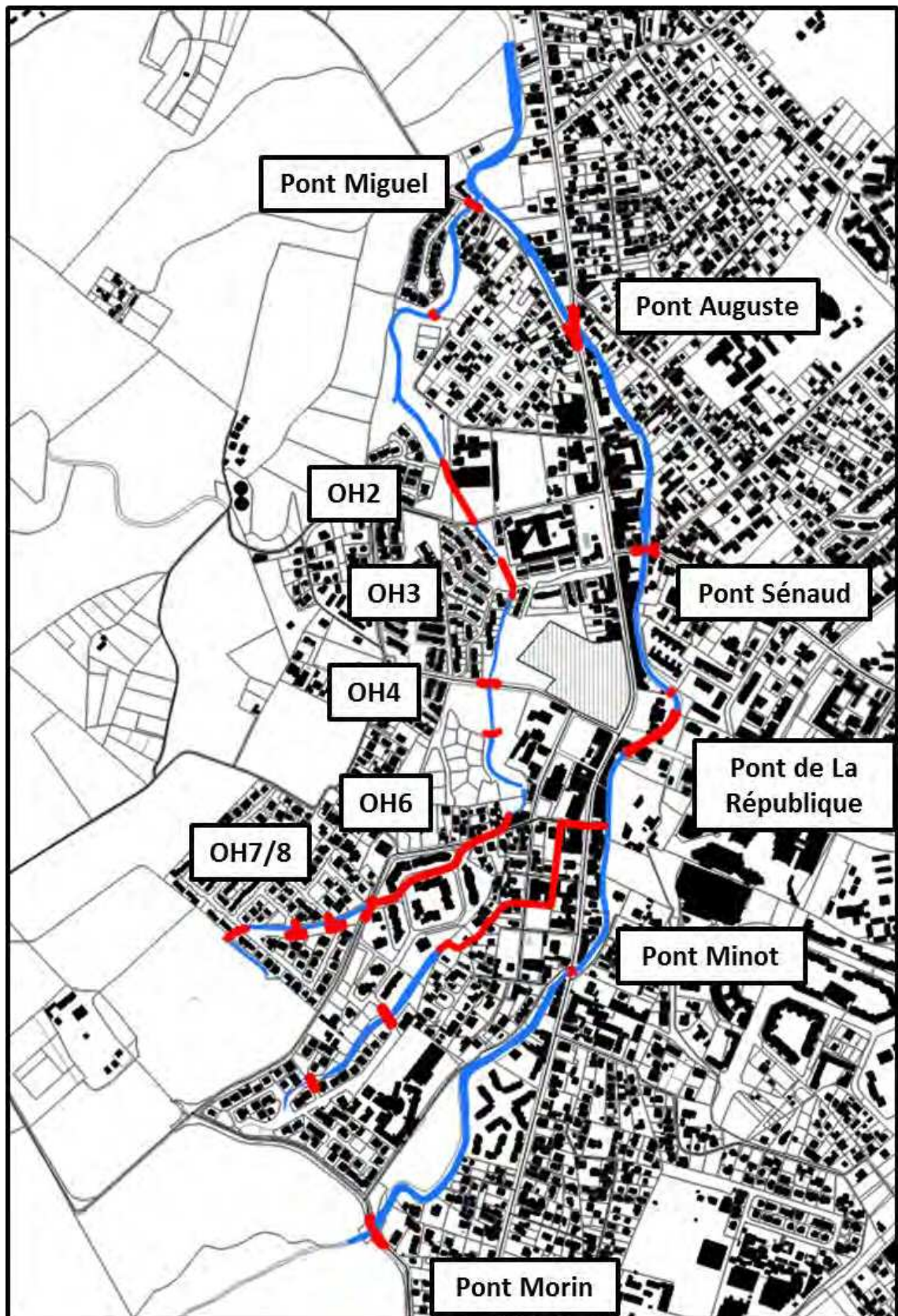


Fig. 21. Secteur amont

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3.2.7. ACTION 1 : REPRISE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES SUR LA RAVINE SECHE

Les paragraphes suivants présentent les caractéristiques des différents ouvrages du centre-ville.

3.3.2.7.1. Analyse des ouvrages et tronçons

A. Pont Morin

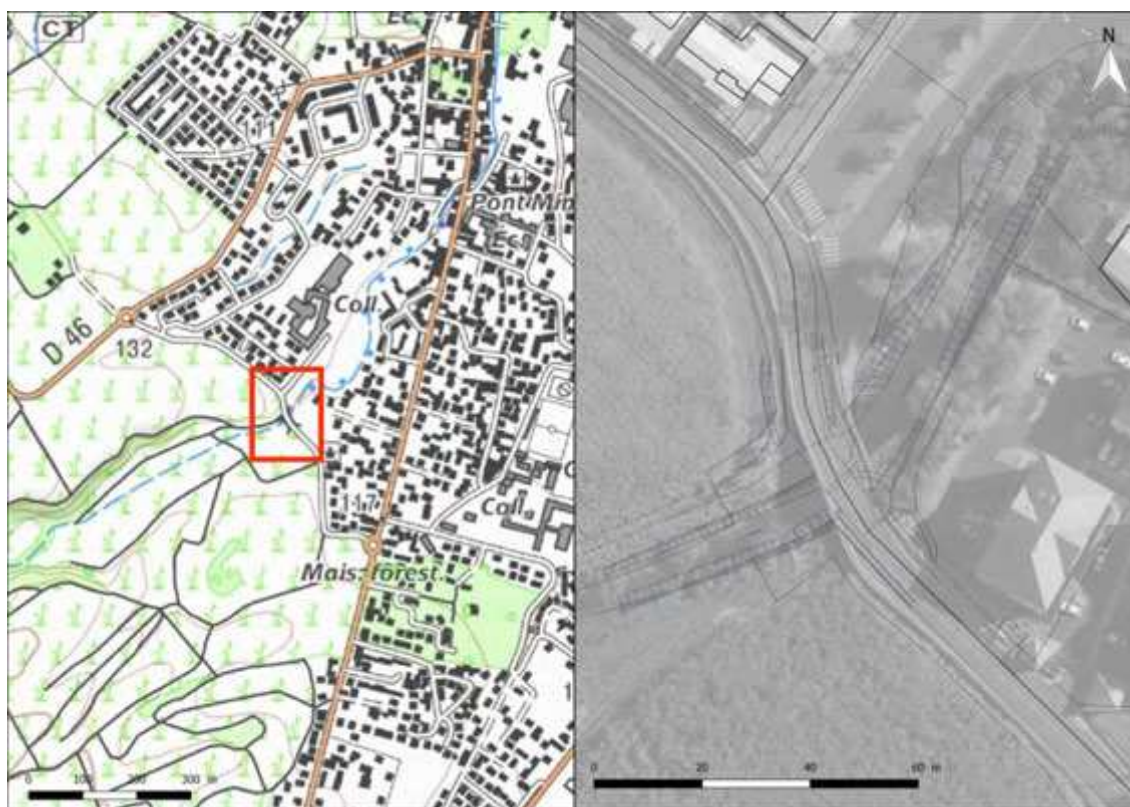


Fig. 22. Localisation - Pont Morin

Tabl. 23 - Description de l'ouvrage – Pont Morin

DESCRIPTION	
Dimensions de l'ouvrage	L : 14,90 m en tête L : 11,40 m en pied h = 3,40m
Cotes caractéristiques	Fond : 111,00 m NGR Sous-face : 114,40 m NGR –hauteur de 3,40 m) Voirie : 115,00-115,16 m NGR NPHE : 113,43 m NGR
Section hydraulique	Section : 45 m ²
Réseaux supportés	Canalisation AEP / électrique
Matériaux du fond	Alluvions amont/aval et enrochements liés sous OA

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

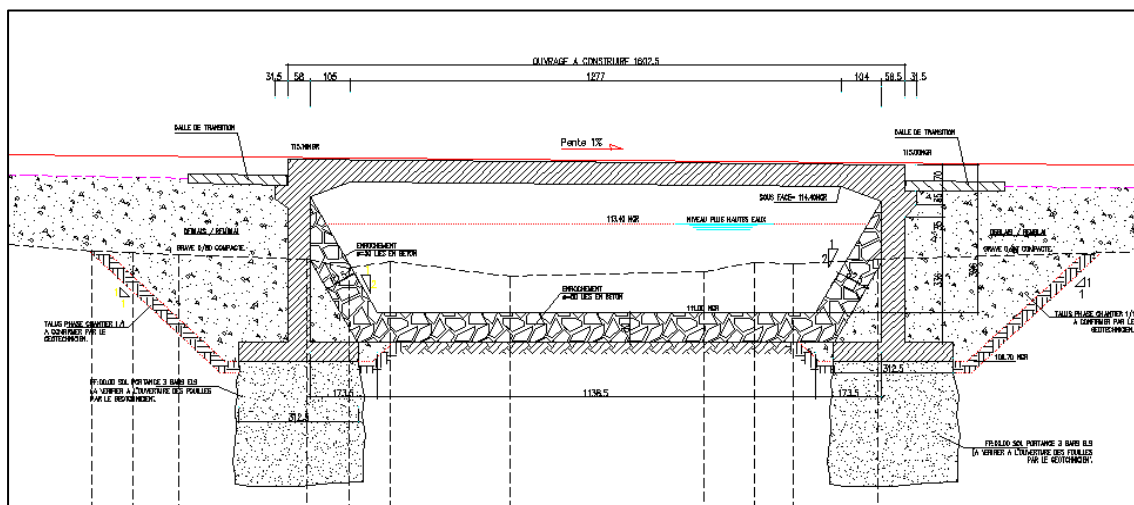


Fig. 23. Plan du projet – Pont Morin

Tabl. 24 - Analyse hydraulique – Pont Morin

Analyse hydraulique	
Débits caractéristiques du cours d'eau en amont du centre-ville	Q10ans = 60 m ³ /s
	Q20ans = 80 m ³ /s
	Q30ans = 98 m ³ /s
	Q50ans = 113 m ³ /s
	Q100ans = 130 m ³ /s
Débit capable de l'ouvrage	Qcap = 130 m ³ /s Qsurverse = 160 m ³ /s (> Q100)

Cet ouvrage est correctement dimensionné pour faire passer une crue centennale dans générer de désordres sur les secteurs en amont.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

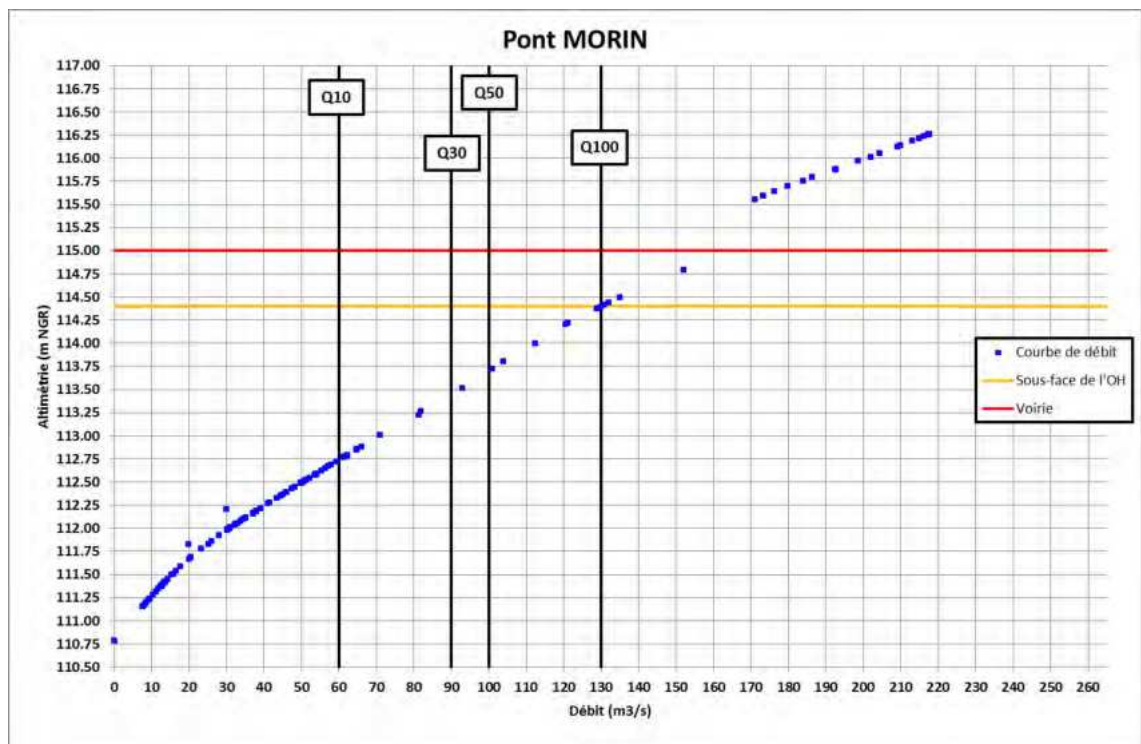


Fig. 24. Courbe de débitance – Pont Morin



Photo.-4. Photo - Pont Morin

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

B. Pont Minot

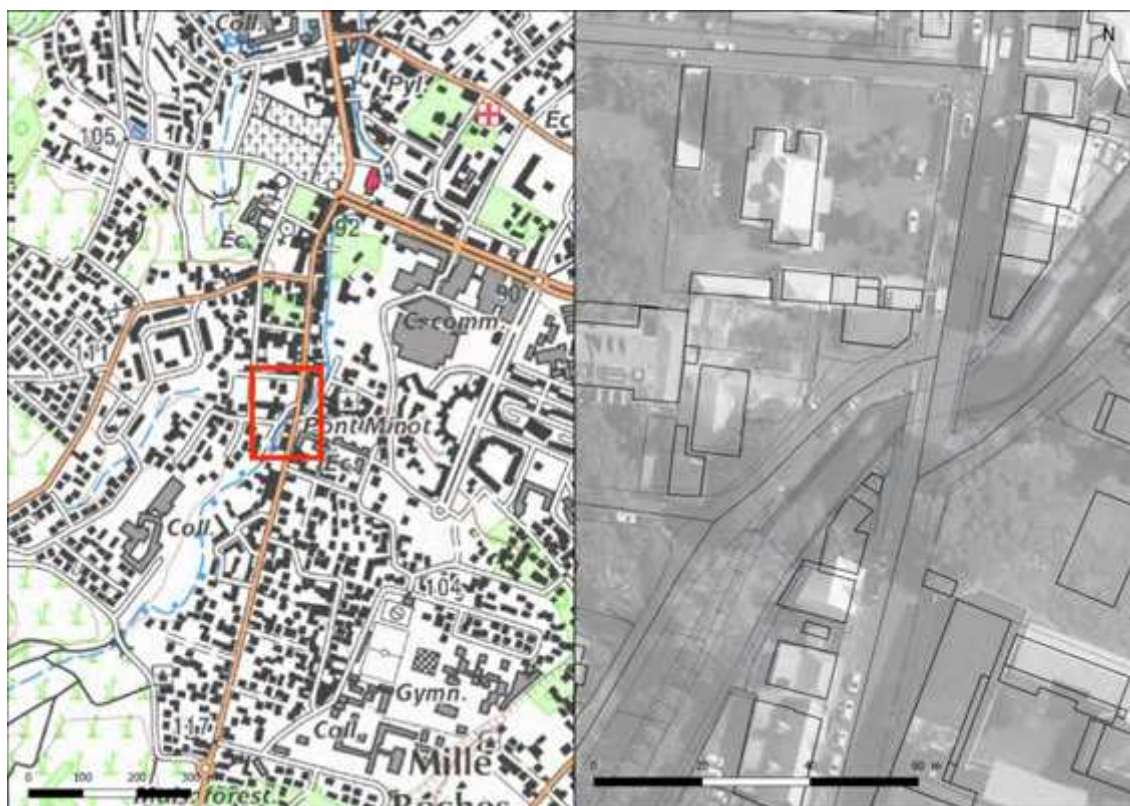


Fig. 25. Localisation - Pont Minot

Tabl. 25 - Description de l'ouvrage – Pont Minot

DESCRIPTION	
Dimensions de l'ouvrage	Plan : L = 5,70 m h = 3,40 – 3.04 – 3.01m (amont) - 3.20 -2.95 m (aval) Ouvrage de biais par rapport aux écoulements : largeur efficace 5,20 m
Cotes caractéristiques	Voirie : 102,23 – 102,46 m NGR Fond : 98,17 – 98,32 m NGF Sous-face 101.23 – 101,45 m NGR
Section hydraulique	16.50/18.00 m ²
Piles	Pas de pile centrale
Réseaux supportés	Canalisation AEP / télécom / électrique / EU
Matériaux du fond	Radier béton

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

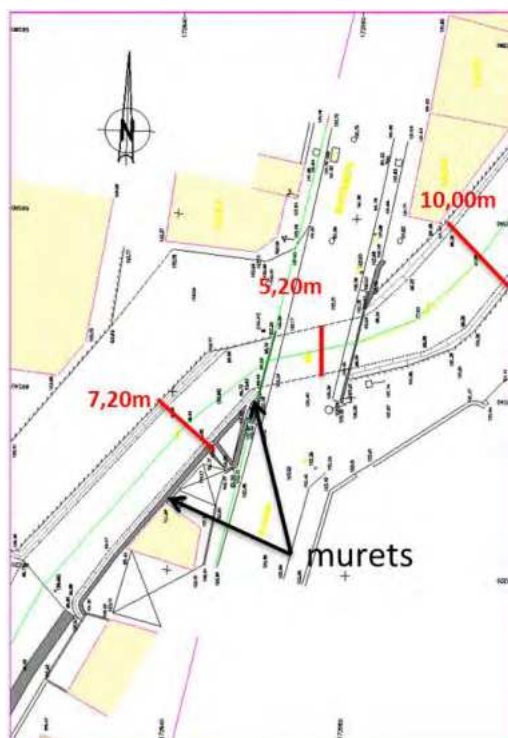


Fig. 26. Vue en plan - Pont Minot

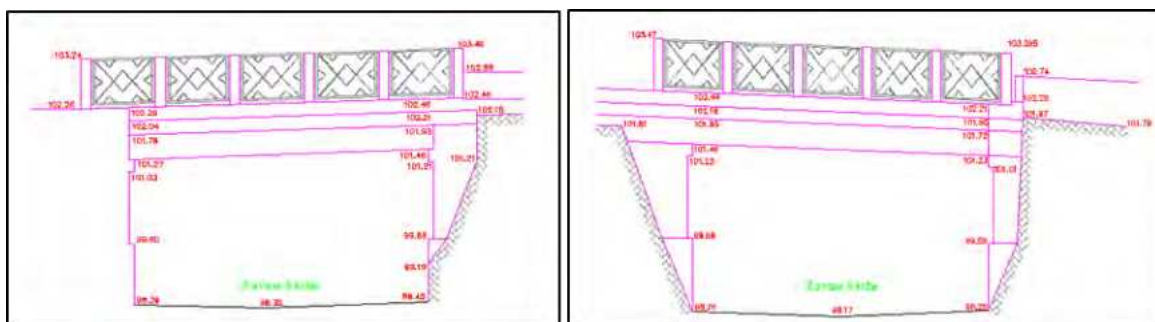


Fig. 27. Plan du pont Minot - amont / aval

Tabl. 26 - Analyse hydraulique – Pont Minot

Analyse hydraulique	
Débits caractéristiques du cours d'eau en amont du centre-ville	Q10ans = 60 m ³ /s Q20ans = 80 m ³ /s Q30ans = 98 m ³ /s Q50ans = 113 m ³ /s Q100ans = 130 m ³ /s
Débit capable	Mise en charge dès 50 m ³ /s Limitation forte des débits (85m ³ /s max.)

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

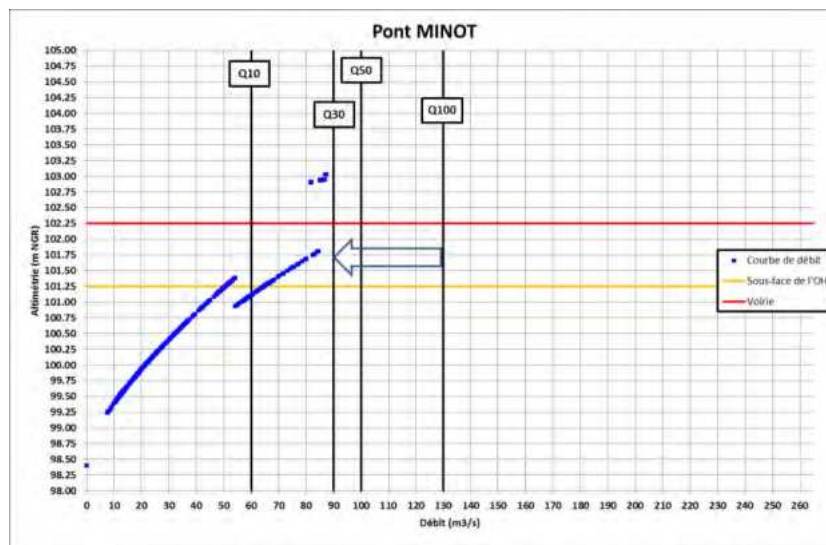


Fig. 28. Courbes de débitance – Pont Minot

Cet ouvrage sous-dimensionné par rapport aux sections amont et aval. Il présente une mise en charge dès 45/50 m³/s et génère des débordements lit majeur dès un débit amont supérieur à environ 80m³/s.

Ce pont provoque un écrêtement des débits du fait des débordements générés : les débits transférés à l'aval en lit mineur sont limités à ~100 m³/s sous le pont. En intégrant les retours des débordements dans le lit mineur, on obtient un débit en lit mineur à l'aval de 115 m³/s pour Q100ans.

Cet ouvrage est à l'origine des débordements observés dans le centre-ville de Saint-André dès la crue de période de retour 30ans (90m³/s). Les débordements observés s'effectuent en rive gauche et progressent ensuite en direction du nord par l'avenue de l'île de France.



Fig. 29. Débordements – Pont Minot

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Fig. 30. Localisation des zones de débordement – Pont Morin

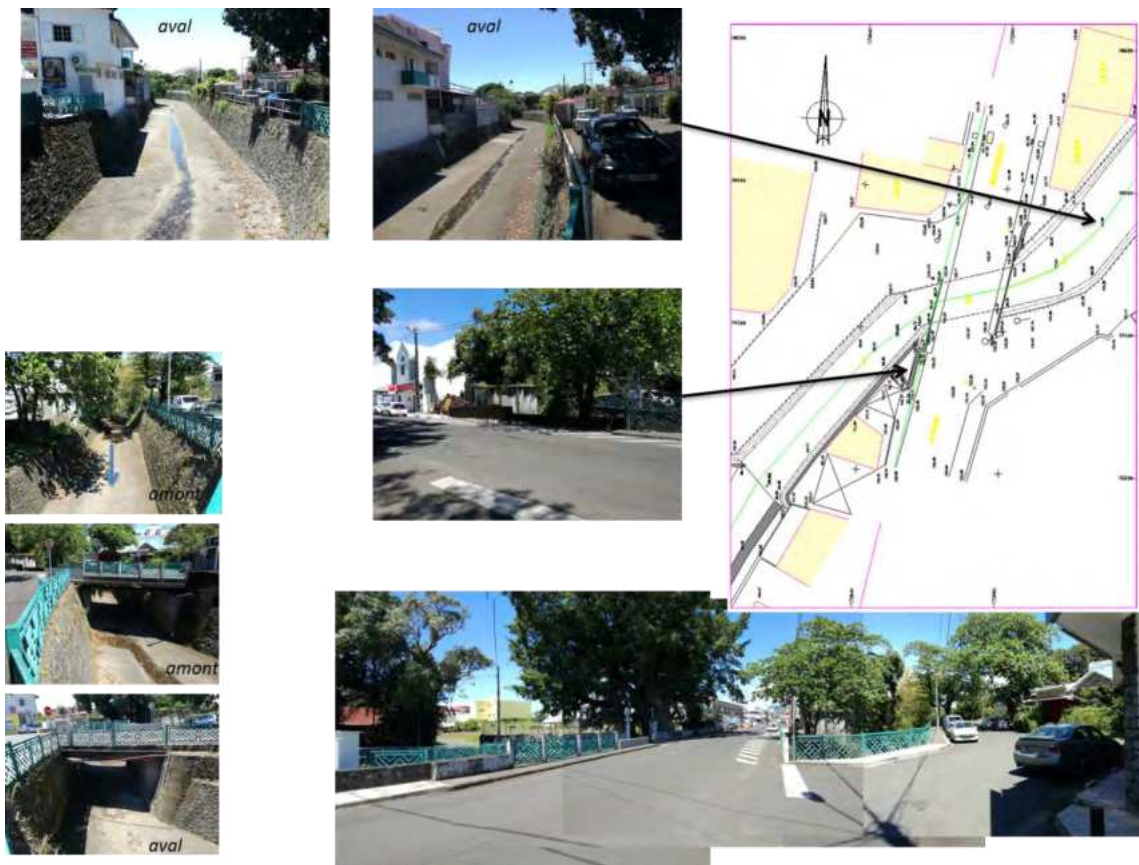


Fig. 31. Photos – Pont Minot

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

POSSIBILITÉ D'AMÉNAGEMENT:

Cet ouvrage génère des débordements pour des crues fréquentes. Il est donc nécessaire de le reprendre de manière à en augmenter sa capacité hydraulique (via une augmentation de sa section hydraulique).

Pour cela, il convient de mettre en œuvre :

- un élargissement du pont
- Reprise de la largeur de l'ouvrage à 10,0m pour la crue centennale (section à porter à 30/40m²)
- Il n'y a pas de bâtiments dans le fuseau qui viendrait contraindre fortement ce principe d'aménagement
- les sections de l'ouvrage à considérer sont comprises entre (configurations sans dérivation amont) :
 - 7,75m x 3,00m m pour la crue trentennale,
 - 8,50 x 3,00 m pour la crue cinquennale,
 - 10,0 x 3,00 m pour la crue centennale
- des murets de protection en rive gauche pourront être mis en œuvre pour limiter les débordements résiduels en rive droite à l'aval liés à la charge des écoulements,

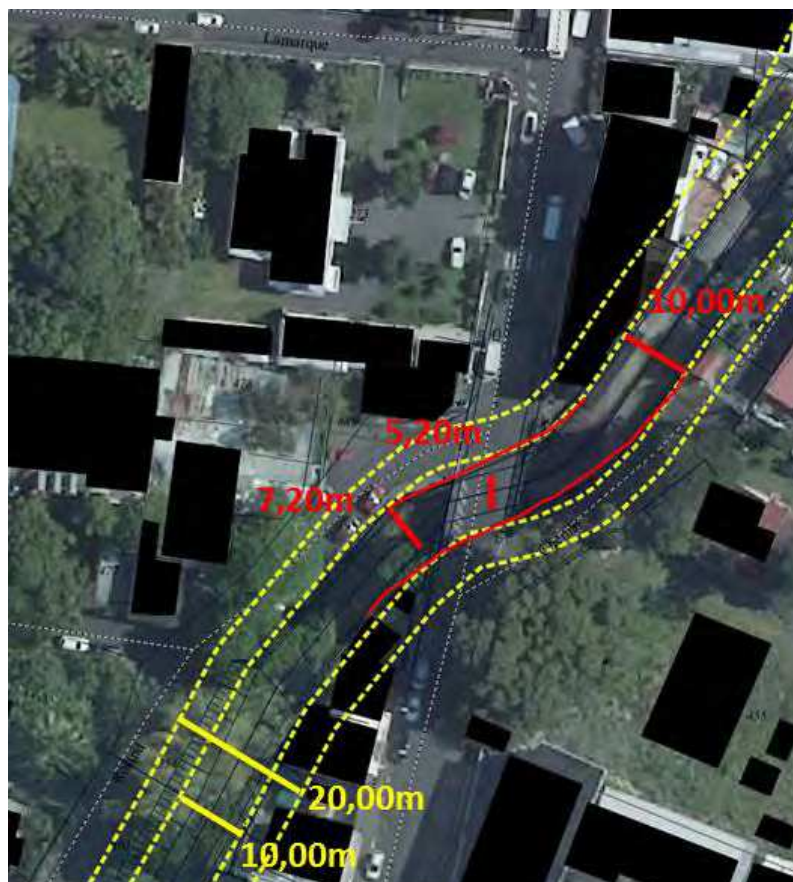


Fig. 32. Aménagements possibles – Pont Minot

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

C. Pont Avenue de la République



Fig. 33. Localisation - Pont République

Tabl. 27 - Description de l'ouvrage – Pont de la République

DESCRIPTION	
Dimensions de l'ouvrage	L = 8.25 m (amont) – 7.35 m (aval) H= 3 2,75 – 3,00m (amont) - 3,15 -3,46 m (aval) Attention, ouvrage oblique par rapport aux écoulements : Largeur efficace : 5,90 m
Cotes caractéristiques	Amont : - Sous-face 92.57/92.64 m NGR - Voirie : 92.90 – 93.05 m NGR - Fond : 89.58 / 89.90 m NGR Aval : - Sous-face 92.56/92.61 m NGR - Voirie : 92.87 – 93.05 m NGR - Fond : 89.14 / 89.47 m NGR
Section hydraulique	17m ²
Piles	Pas de pile centrale
Réseaux supportés	Canalisation AEP / télécom
Matériaux du fond	Radier béton

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

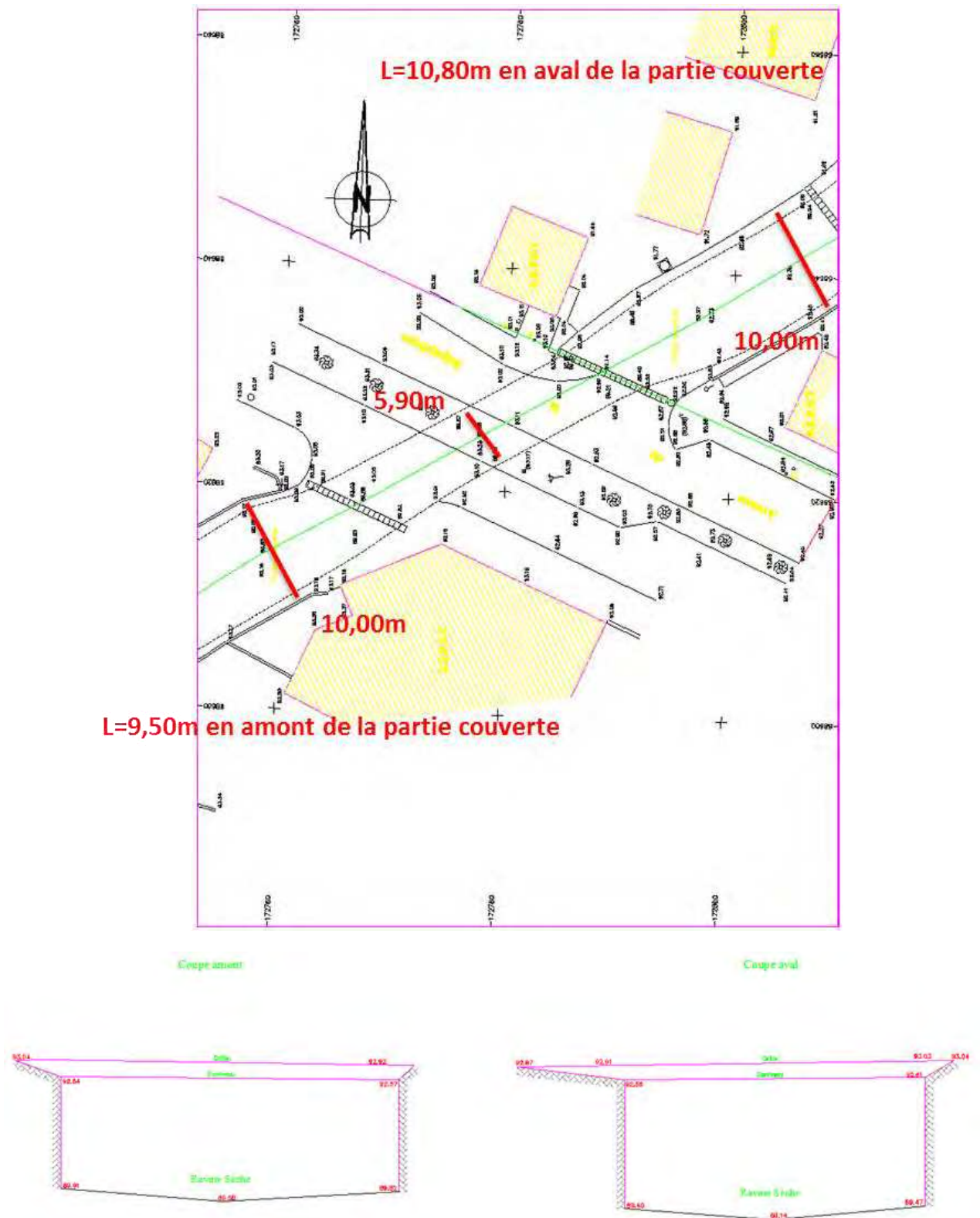


Fig. 34. Plans – Pont de la République

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 28 - Analyse hydraulique

Analyse hydraulique	
Débits caractéristiques du cours d'eau en amont du centre-ville	Q10ans = 60 m ³ /s Q20ans = 80 m ³ /s Q30ans = 98 m ³ /s Q50ans = 113 m ³ /s Q100ans = 130 m ³ /s
Débit capable	Passage en charge entre 40 et 50 m ³ /s Surverse/débordements entre 80-90 m ³ /s

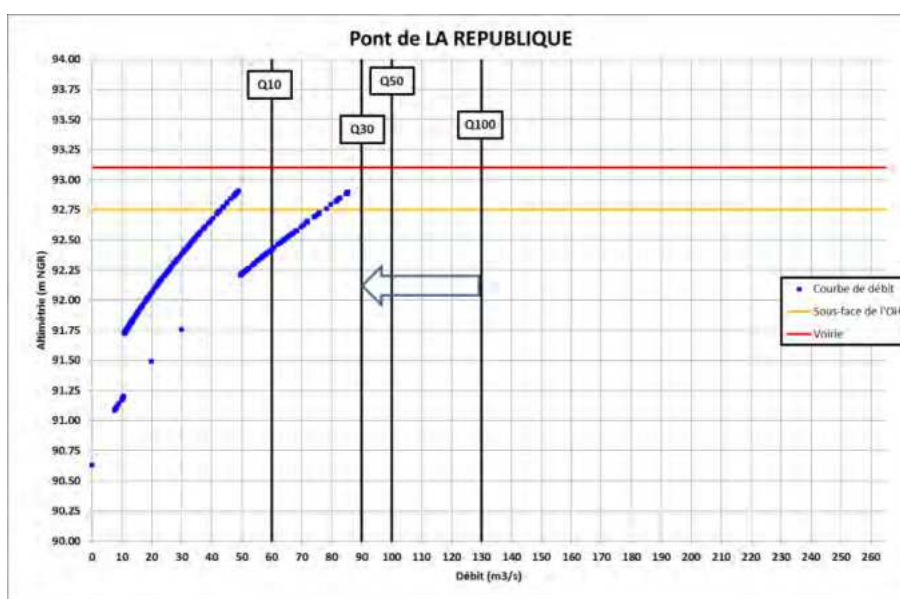


Fig. 35. Courbe de débitance – Pont de la République

Les débits arrivant au pont de la République ont été écrêtés par Pont Minot plus en amont. Toutefois, une partie des débordements rejoignent le lit mineur en amont du pont de La République.

Le pont de la République est un ouvrage sous-dimensionné par rapport aux sections amont et aval du lit mineur de la Ravine Sèche. Il présente qui plus est un double coude.

Ce pont créé un écrêtement des débits écrêtés autour de 95m³/s vers l'aval pour Q100ans (pour un débit arrivant en amont du pont de 115 m³/s pour cette crue).

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

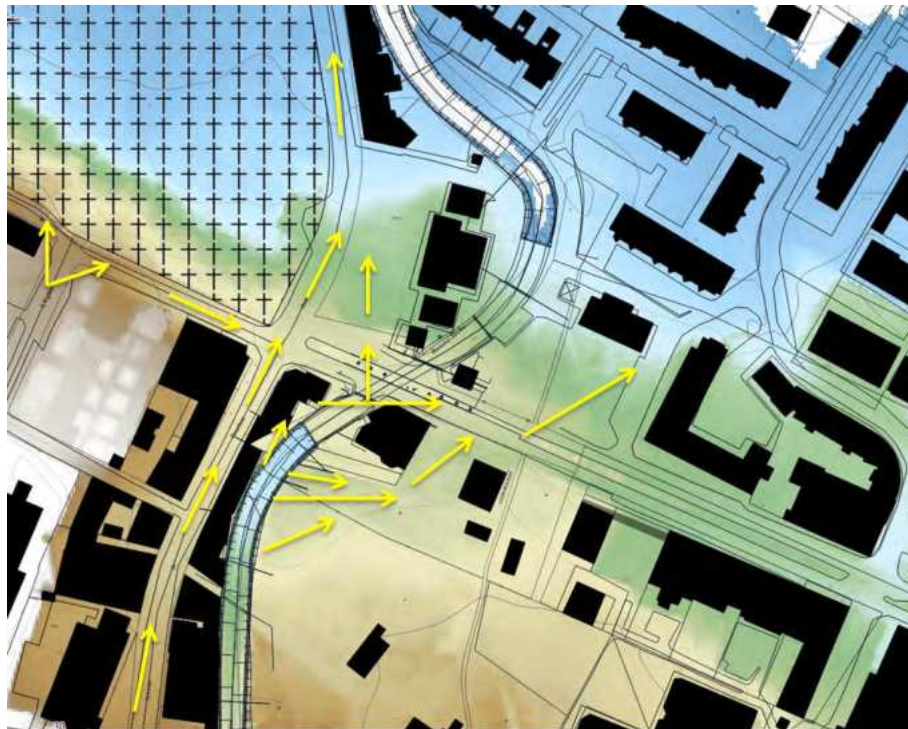


Fig. 36. Directions principales des débordements aux abords du pont de La République



Fig. 37. Zones de débordements – Pont de La République

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Photo.-5. Pont de la République – vue aval

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

POSSIBILITE D'AMENAGEMENT :

Cet ouvrage génère des débordements pour des crues fréquentes. Il est donc nécessaire de le reprendre de manière à en augmenter sa capacité hydraulique (via une augmentation de sa section hydraulique).

Pour cela, il convient de mettre en œuvre un aménagement permettant de proposer une section équivalente : $30/40\text{m}^2$. Ceci nécessite un élargissement à 10,0m.

Le secteur du pont présente de très nombreuses contraintes pour les projets de reprise de cet ouvrage :

- présence de très nombreux de bâtiments dans le fuseau de largeur de 10m,
- présence de voiries d'importance sur ce franchissement,
- parties amont et aval couvertes,
- épaisseur faible du tablier existant (environ 40 cm) ce qui limite fortement les possibilités de rehausse de l'ouvrage sans imposer de très fortes contraintes et implications sur l'ensemble des voiries de la zone

a) Elargissement

Ainsi, la configuration actuelle du site ne permet la réalisation d'une augmentation de la largeur de l'ouvrage jusqu'à 8,00 m.

Cette solution ne permet pas de supprimer les débordements pour les crues supérieures à une période de retour de 30ans.

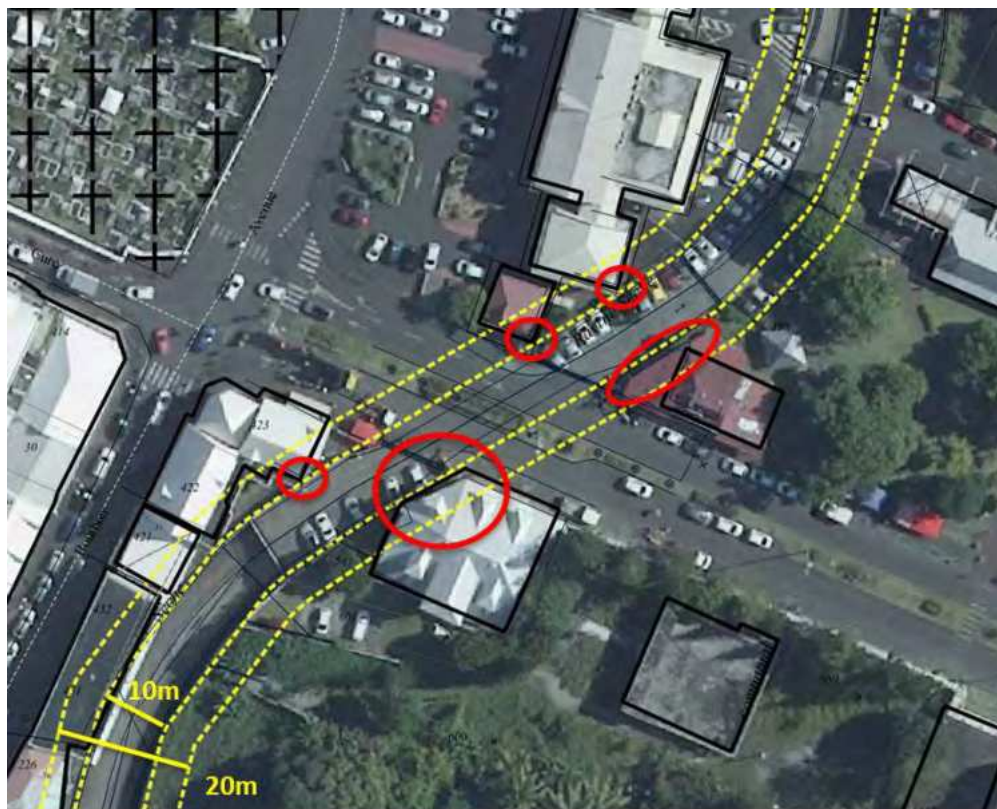


Fig. 38. Aménagements possibles – Pont de La République

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

b) Hypothèse d'approfondissement du lit

Le profil en long de la Ravine Sèche présente ne aval de ce pont un seuil de 1,0 m environ. Un travail possible de reprise altimétrique des fonds de la Ravine (approfondissement décaissement) est possibles afin d'augmenter la capacité hydraulique de cet ouvrage.

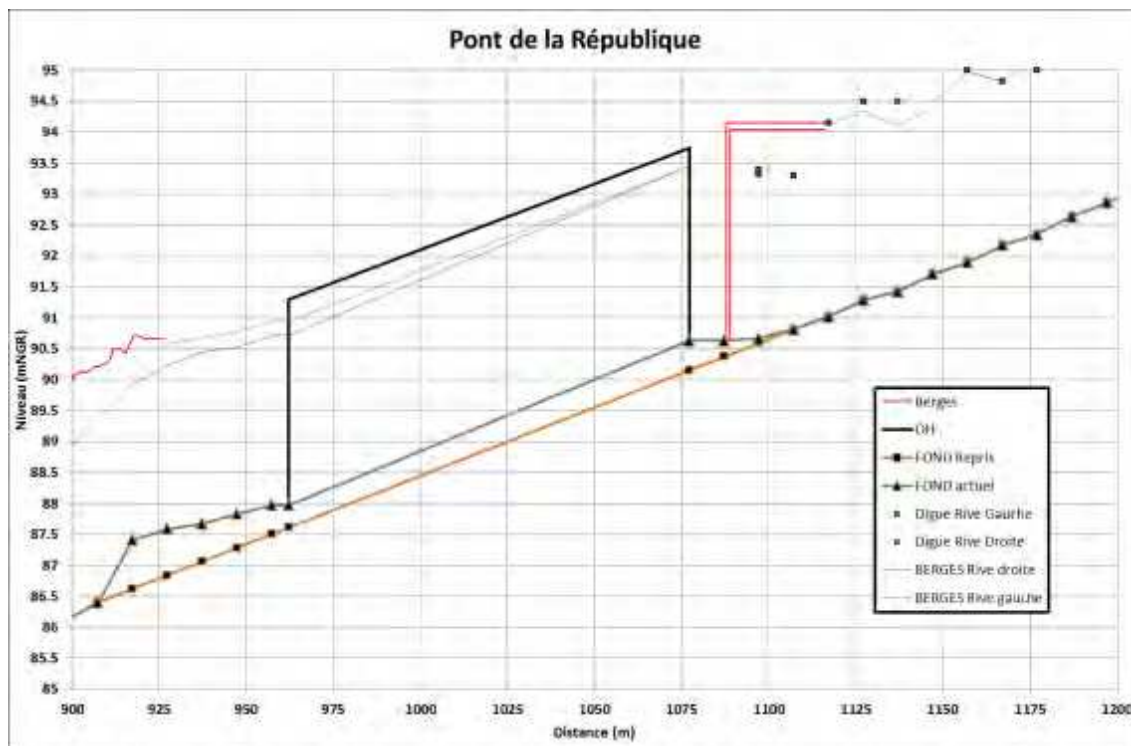


Fig. 39. Approfondissement du lit mineur

Cet aménagement nécessite toutefois la reprise de la largeur du pont actuel entre 7,00 et 8,00 m selon la crue de protection retenue.

Le coût de cet aménagement est compris entre 2 750k€ à 3 000k€ HT hors coût d'études préalables et acquisitions foncières.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

c) Canal latéral

Enfin, il peut être envisagé la mise en œuvre d'une augmentation de la section hydraulique par la création d'un canal parallèle au lit mineur existant, en rive droite de la Ravine. Cet aménagement pourra consister soit en un canal de décharge pour évacuer le surplus de débit que le lit mineur actuel ne peut pas évacuer, soit au nouveau canal principal d'évacuation, le surplus à évacuer étant transitant alors par le lit actuel. Cet aménagement est très lourd car il nécessite d'intervenir en domaine privé, de proposer un décaissement important pour créer ce nouveau canal et de franchir l'Avenue de la République.

Il a pour avantage de ne pas toucher au pont actuel.

Le coût de cet aménagement est compris entre 2 750k€ à 3 000k€ HT hors coût d'études préalables et acquisitions foncières.



Fig. 40. Décharge ou canal latéral

Ce principe d'aménagement nécessite une concertation avec les architectes et urbanistes de l'ANRU de manière à pouvoir l'intégrer au mieux dans les travaux en cours de restructuration urbanistique du centre-ville de Saint-André. Cette démarche et cette concertation sont menées dans le cadre de la Phase 3 de la mission.

d) Démolition des bâtiments existants et élargissement du pont :

Enfin, une dernière solution possible consiste à procéder au rachat et à la destruction des bâtiments situés dans le fuseau nécessaire à un élargissement du pont actuel. Cette solution permet alors de proposer un élargissement de 10,0m de l'ouvrage actuel et de proposer un niveau de protection compris entre 30ans (8,00m) et 100ans (10,0m).

Le coût d'un tel aménagement est estimé entre 3 175k€ à 3 550k€ HT selon le niveau de protection souhaité.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

D. Pont Sénaud



Fig. 41. Localisation – Pont Sénaud

Tabl. 29 - Description de l'ouvrage – Pont Sénaud

DESCRIPTION	
Dimensions de l'ouvrage	H= 2,40-2,80 m L= 7.80 m en pied / 9.25 m en tête (8,50 m en moyenne)
Cotes caractéristiques	Voirie : 85.55 m NGR Sous-face : 84.34/84.42 Fond : 81.60/82.05 m NGR
Section hydraulique	22 m ²
Piles	Pas de pile centrale



Photo.-6. Photos – Pont Sénaud

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

RUE LAGOURGUE

Elévation amont

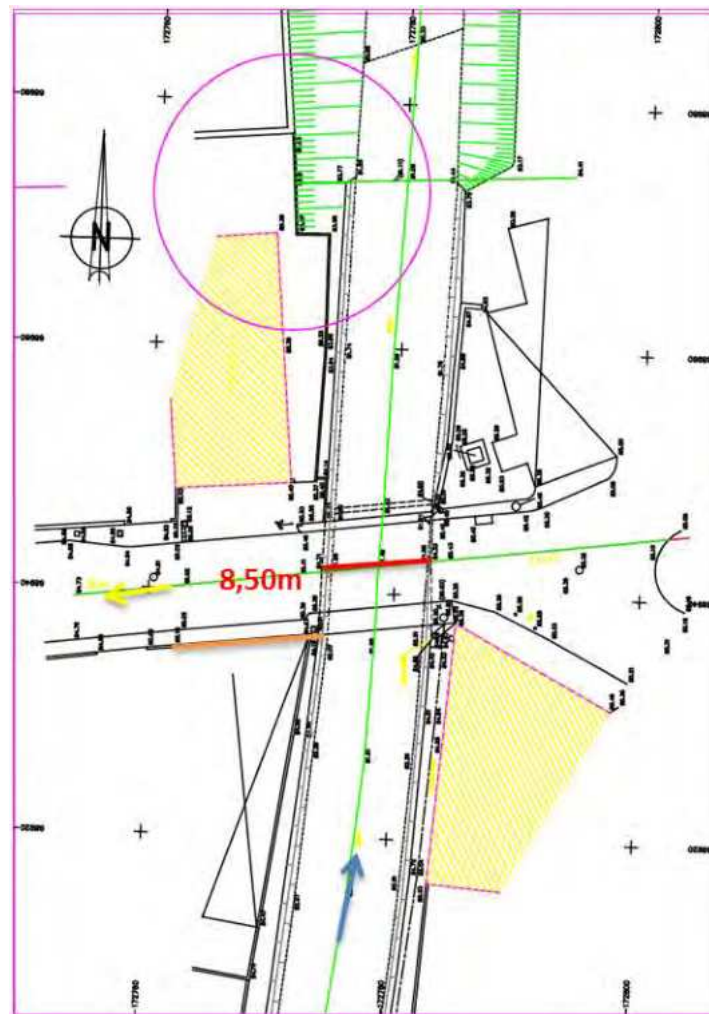
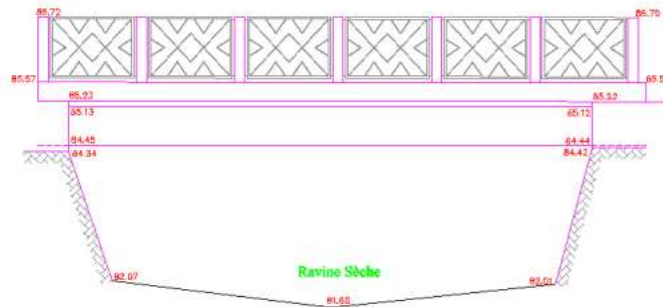


Fig. 42. Plans - Pont Sénaud

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 30 - Analyse hydraulique – Pont Sénaud

Analyse hydraulique	
Débits caractéristiques du cours d'eau en amont du centre-ville	Q10ans = 60 m ³ /s Q20ans = 80 m ³ /s Q30ans = 98 m ³ /s Q50ans = 113 m ³ /s Q100ans = 130 m ³ /s
Débit capable	Qcap = 56 m ³ /s

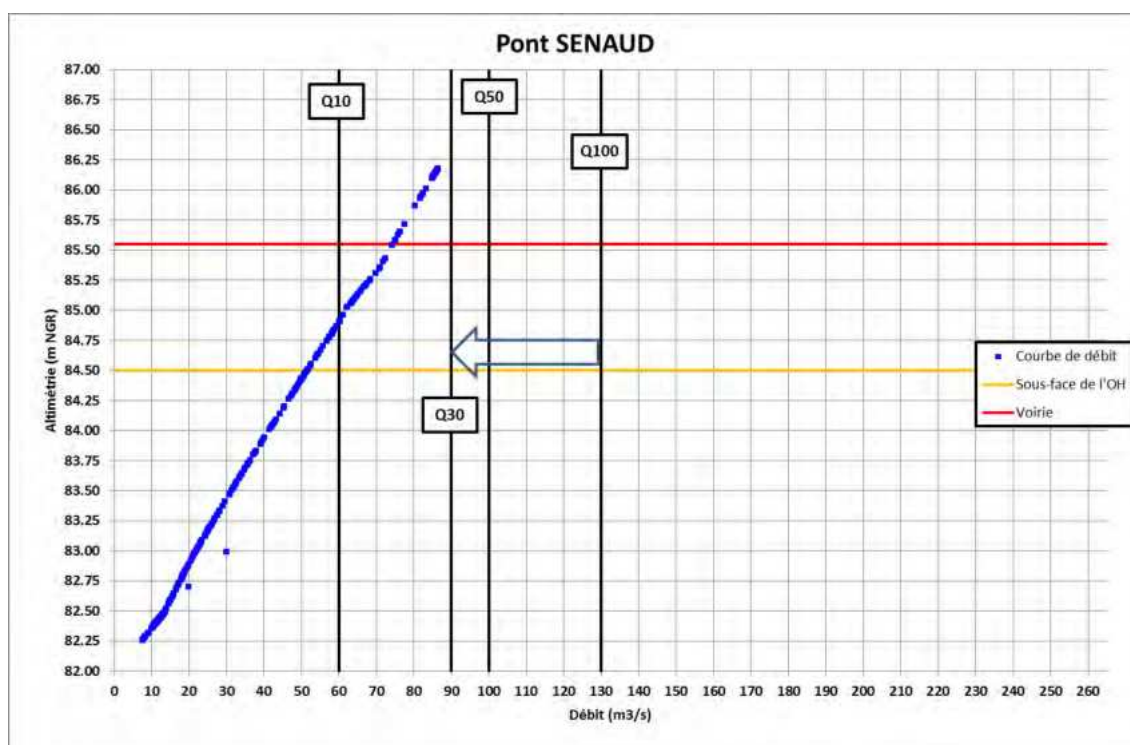


Fig. 43. Courbe de débitance – Pont Sénaud

Le débit qui arrive en amont de ce pont a été écrêté par les débordements au niveau du Pont de La République. Ainsi le débit Q100ans en amont de ce pont Sénaud est de 95 m³/s environ (contre 130 m³/s en amont du centre-ville de Saint-André).

Le pont Sénaud est mis en charge pour un débit d'environ 100m³/s. Ce débit présente une période de retour supérieure à T100ans pour la configuration actuelle du site, mais correspond à un débit Q30ans en amont du centre-ville. Il n'y a, pour la configuration actuelle, pas de débordements sur ce pont en situation actuelle pour Q100ans.

Le recalibrage des ouvrages amont va supprimer l'effet d'écrêtement des débits de pointe aujourd'hui observé sur le secteur du centre-ville de Saint-André. Dans cette configuration, des débordements seront observés au niveau du pont Sénaud à partir d'une occurrence 30/50ans.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Photo.-7. Pont Sénaud

AMENAGEMENTS POSSIBLES

Selon les aménagements réalisés en amont, une reprise de la section hydraulique de ce pont peut être envisagée. Un élargissement à 10,0 m permettra d'éviter désordres et les débordements jusqu'à une crue centennale.

Il n'y a pas de contraintes spécifiques concernant la mise en œuvre de travaux d'élargissement de ce pont pour une largeur finale de 10,0m.

Toutefois, des aménagements spécifiques sont à prévoir sur les berges du secteur situé entre les ponts Sénaud et Auguste pour se protéger contre les éventuelles inondations pour les crues fortes. En effet, selon les configurations, des débordements sous l'effet de la charge hydraulique peuvent être observés sur ce secteur.



Fig. 44. Aménagements possibles – Pont Sénaud

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

E. Pont Auguste

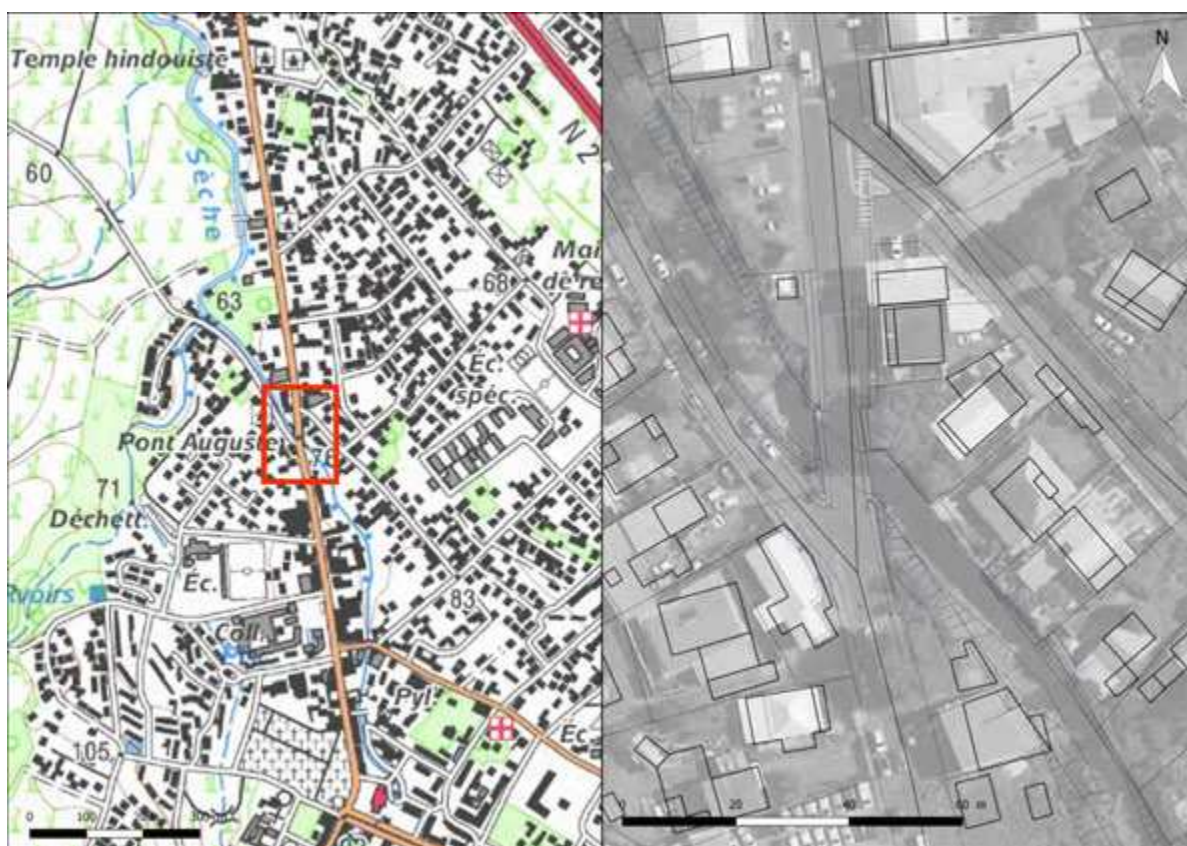


Fig. 45. Localisation - Pont Auguste

Tabl. 31 - Description de l'ouvrage – Pont Auguste

DESCRIPTION	
Dimensions de l'ouvrage	H=2,60 m L=7.00/7.25 m (amont) - 7,60 - 7,75 m (aval) Attention ce pont est en biais par rapport à l'axe principal des écoulements Sa largeur efficace est de 5,00m
Cotes caractéristiques	Sous-face : 73.81 m NGR Voirie 74.90/75.05 m NGR Fond : 71.18/71.24 m NGR
Section hydraulique	13 m ²
Piles	Pas de pile centrale
Réseaux supportés	Canalisation AEP / télécom / électrique / EU
Matériaux du fond	Radier béton

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

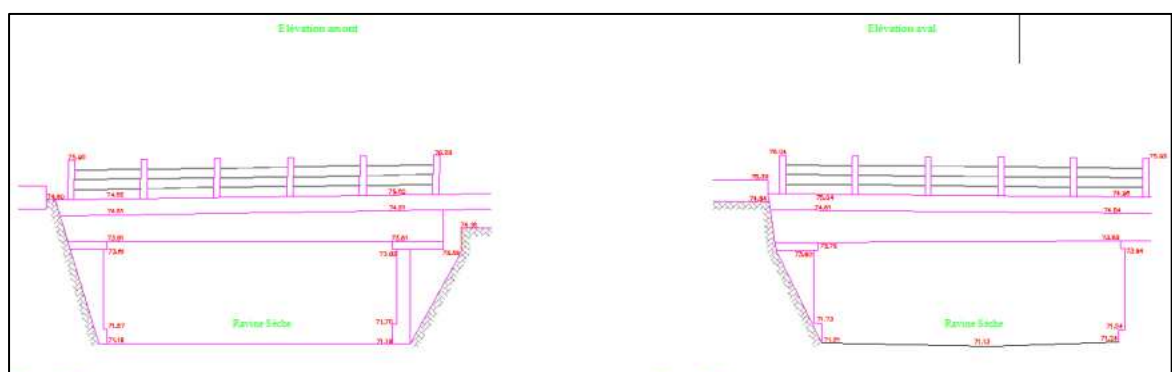
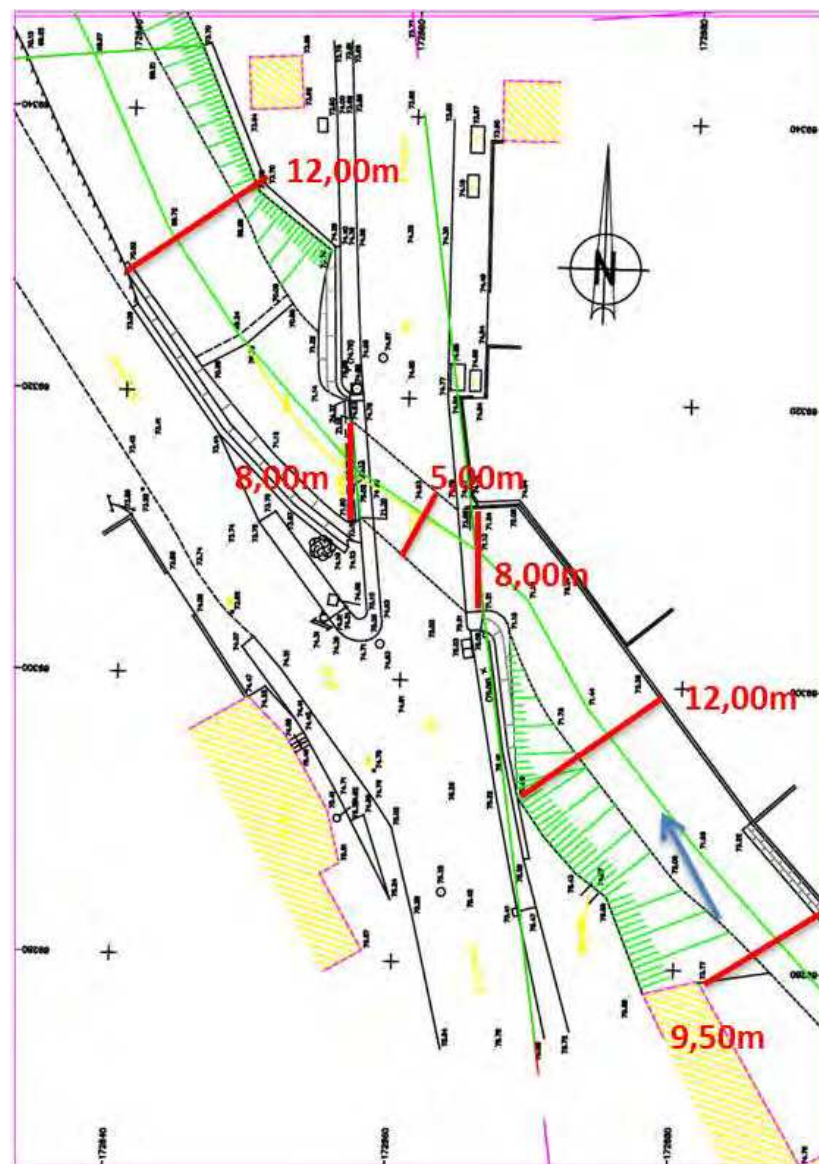


Fig. 46. Plans – Pont Auguste

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 32 - Analyse hydraulique

Analyse hydraulique	
Débits caractéristiques du cours d'eau en amont du centre-ville	Q10ans = 60 m ³ /s Q20ans = 80 m ³ /s Q30ans = 98 m ³ /s Q50ans = 113 m ³ /s Q100ans = 130 m ³ /s
Débit capable	Qcap = 55/60 m ³ /s

Ce pont présente une très forte restriction de la section d'écoulement, de part le gabarit de l'ouvrage et du fait de son inclinaison par rapport à l'axe du lit mineur de la Ravine Sèche (effet de coude).

Ce pont présente une mise en charge rapide (dès 35m³/s) et génère des débordements en amont à partir de 50m³/s environ. Le pont génère alors un écrêtement fort des débits de pointe : le débit de pointe de la crue centennale est de 65m³/s en aval du pont (95m³/s en amont).

Les débordements qui s'effectuent en grande partie sur la rive gauche retournent dans la Ravine à l'aval. Ainsi, toujours pour la crue centennale, le débit de pointe plus en aval (amont de la confluence avec la Ravine Payet est de 87 m³/s).

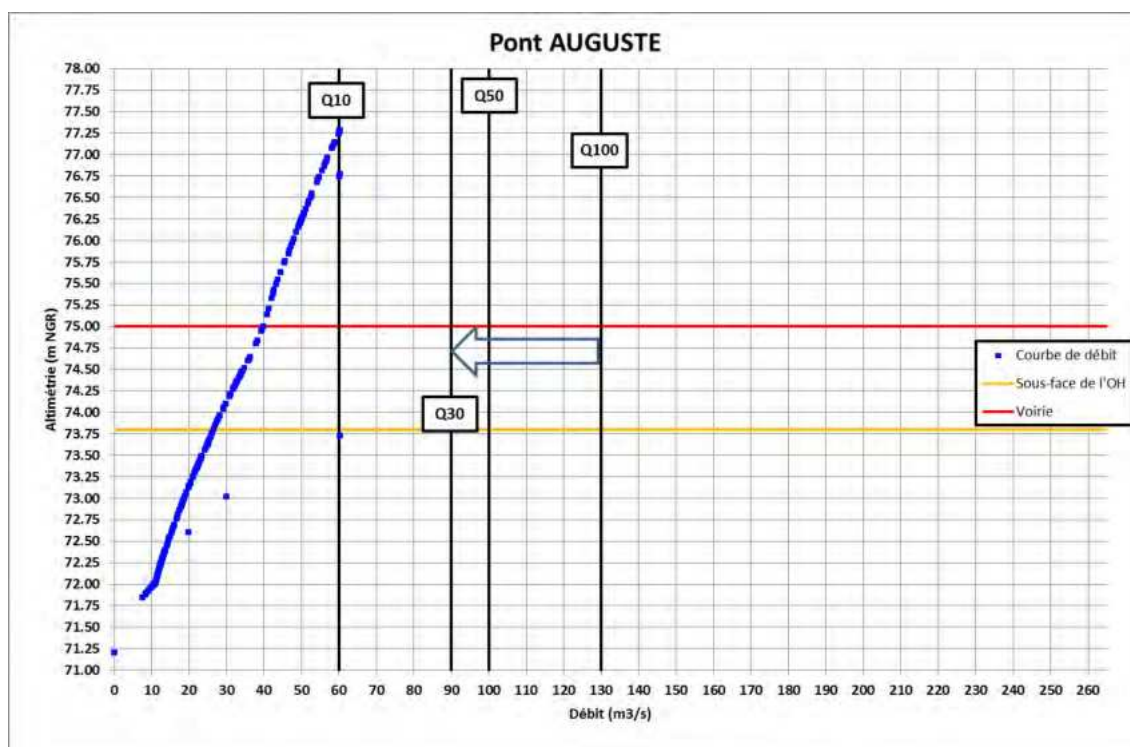


Fig. 47. Courbe de débitance – Pont Auguste

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Fig. 48. Mécanismes de débordements – Pont Auguste

AMENAGEMENTS POSSIBLES

- Elargissement du pont
- Section de 30/40m² : largeur de 10,0m
- Pas de bâtiments dans le fuseau de largeur de 10m
- Variante rehausse du tablier : Epaisseur 120 cm : possibilité de rehausse du plafond de l'OH : implication sur l'ensemble des voiries de la zone
- Muret de protection en droite
- Limiter les débordements qui suivent l'av. de l'Ile de France vers le nord
- Quid des impacts associés en rive gauche ?

Il n'y a pas de contraintes spécifiques concernant la mise en œuvre de travaux d'élargissement de ce pont pour une largeur finale de 10,0m.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

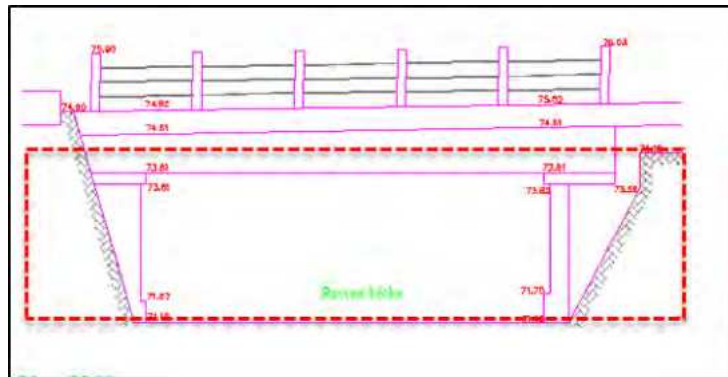


Fig. 49. Illustration d'un élargissement du pont à 10,0m

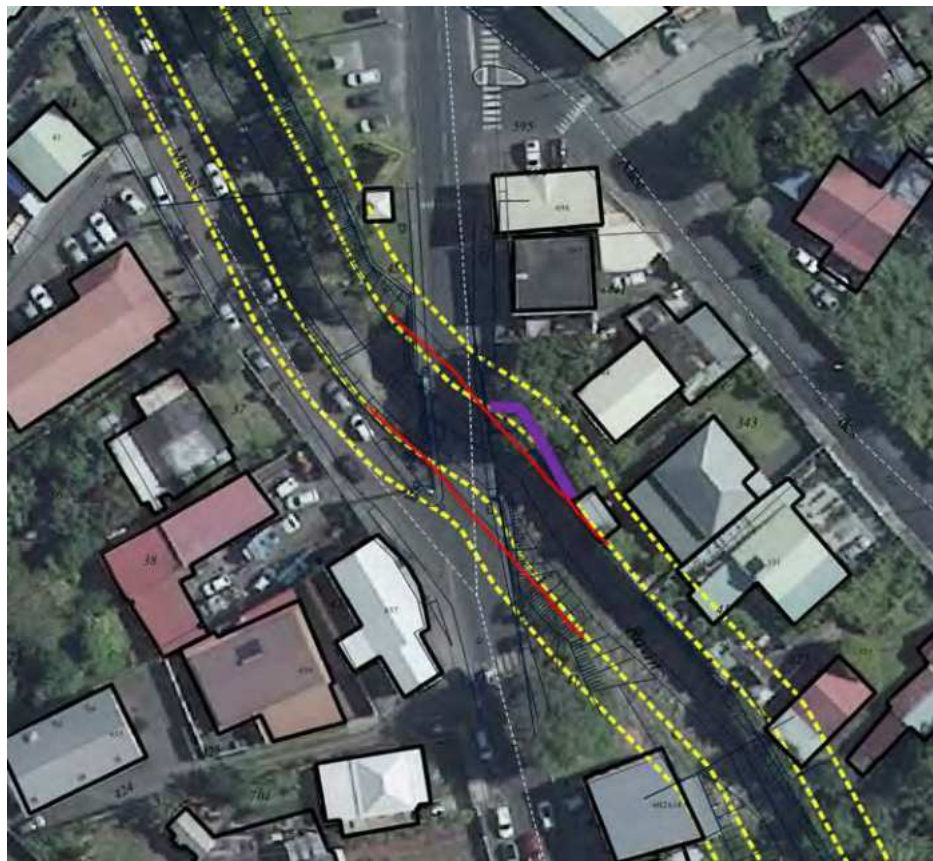


Fig. 50. Aménagements possibles – Pont Auguste

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

F. Synthèse du fonctionnement hydraulique actuel

La figure suivante présente les débits de pointe observés en amont des ouvrages hydraulique de la Ravine Sèche pour les crues décennale et centennale, en intégrant les effets d'écrêtement dus aux débordements observés sur ce territoire. Les débits de pointe des débordements vers le lit majeur sont également présentés sur cette figure.

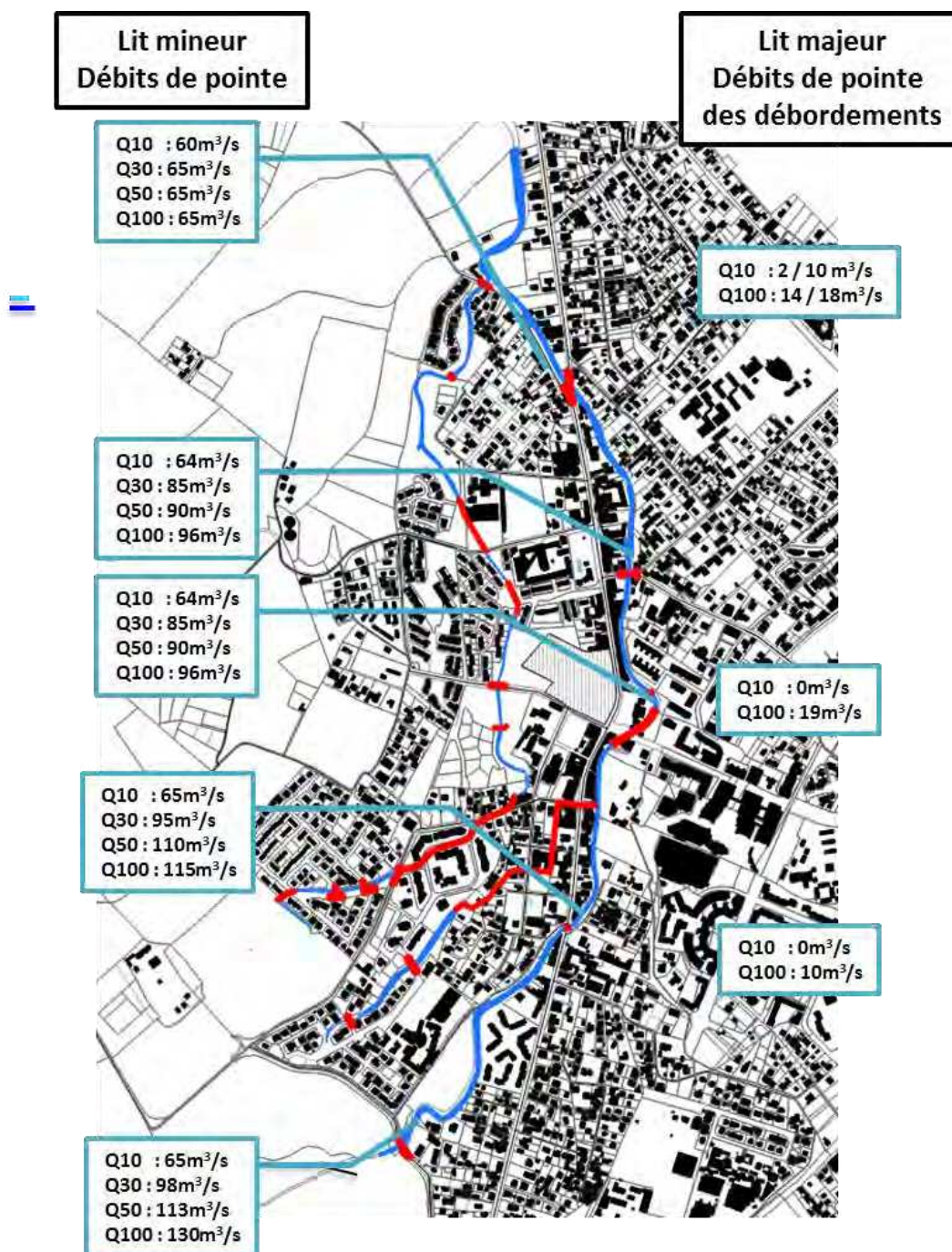


Fig. 51. Débits de pointe sur la Ravine Sèche – Configuration de référence

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Fig. 52. Fonctionnement hydraulique des ponts du centre-ville de Saint-André

Pont	1 ^{er} débordement	Débordement Q 100 ans
Ravine Sèche		
Morin	> 100 ans	-
Minot	15 ans	RG : 10 m3/s RD : retour
République	15 ans	RG : retour RD : 22 m3/s
Sénaud	> 100 ans	-
Auguste	5 ans	RG : 8 m3/s RD : 16 m3/s

Les deux graphiques suivants présentent les lignes d'eau maximales obtenus pour la configuration actuelle du territoire sur la Ravine Sèche, pour les crues décennale et centennale.

Ils mettent bien en évidence les effets de blocage générés par les différents ouvrages, ce qui se traduit par le redressement des lignes d'eau en amont de ceux-ci. Les effets de l'écrêtement des débits de pointe est visible de la manière suivante : les écarts entre les lignes d'eau diminuent de l'amont vers l'aval, ce qui signifie que les débits sont de plus en plus proches. Le débit centennal est écrêté et il devient proche du débit décennal.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

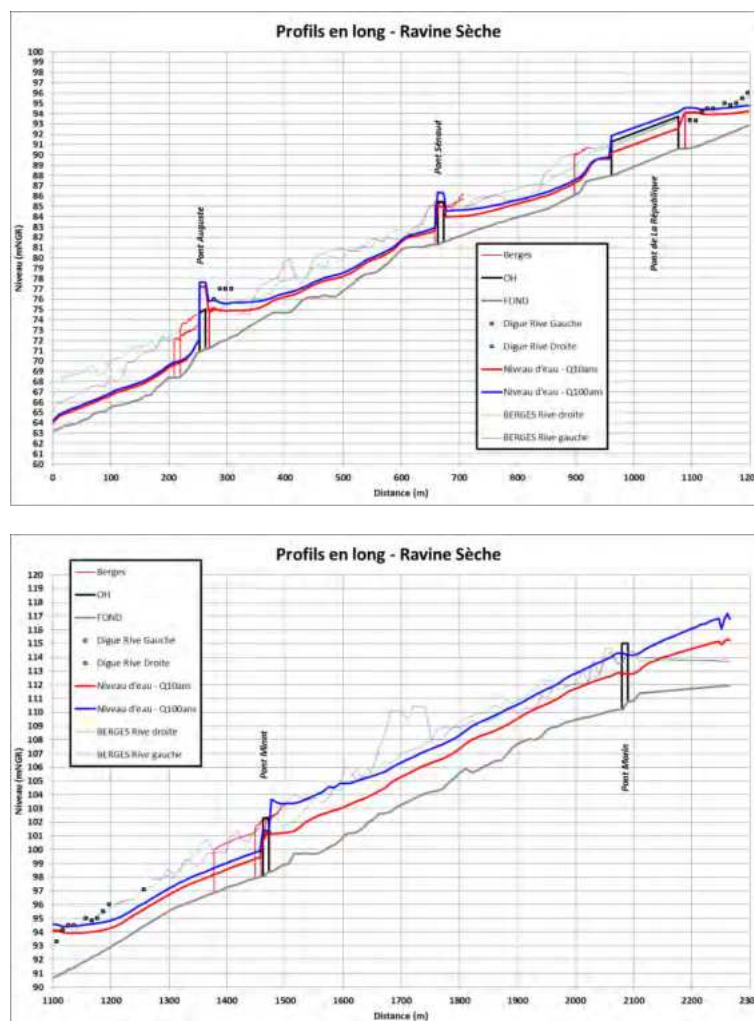


Fig. 53. Profils en long des crues décennale et centennale – Ravine Sèche – Configuration actuelle

3.3.2.7.2. Description des aménagements

A. Sans dérivation amont

La définition des aménagements est menée de manière itérative (ouvrage par ouvrage), depuis l'amont vers l'aval. Cette méthode permet de proposer le dimensionnement de chaque ouvrage en intégrant les effets des aménagements proposés sur les ouvrages amont (et donc la suppression de l'écêtement des débits observés en situation de référence).

a) Détail de la démarche : Aménagement 1 : élargissement maximal des ponts

Cette démarche est présentée sur les figures suivantes qui détaillent le redimensionnement des maximal des ouvrages pour tenter de faire passer la crue centennale sans débordement. Cette analyse intègre donc l'agrandissement maximal du pont de la République.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Ravine Sèche : reprise des ouvrages

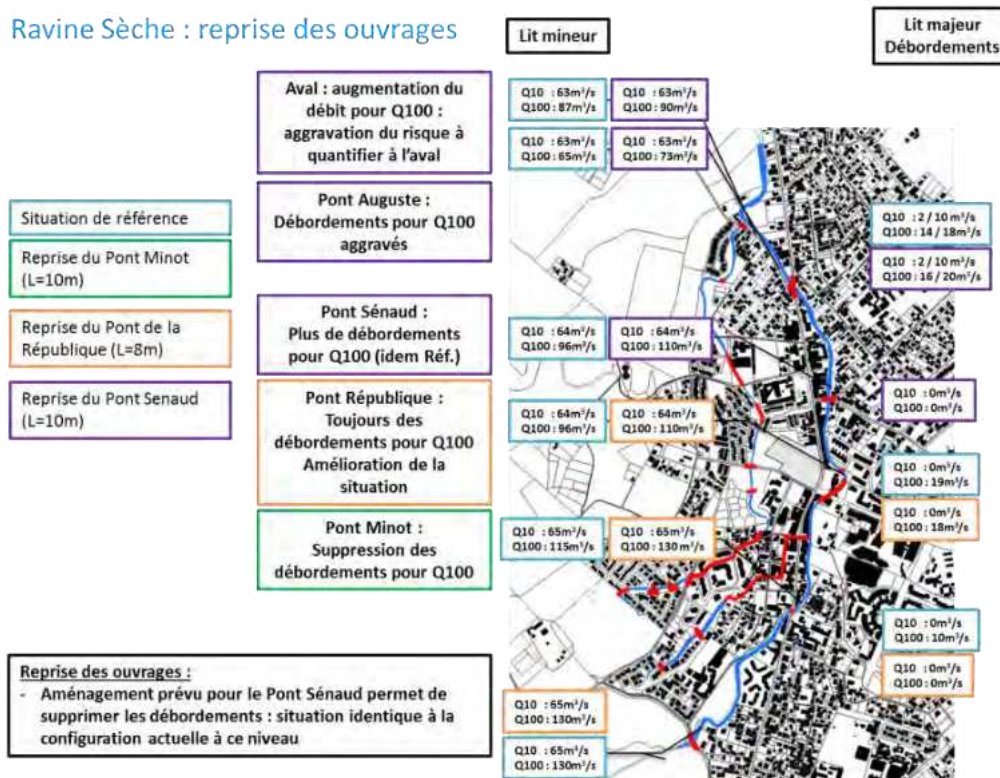


Fig. 56. Etape 3 – Redimensionnement du pont Minot, du Pont de La République et du pont Sinaud

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Ravine Sèche : reprise des ouvrages

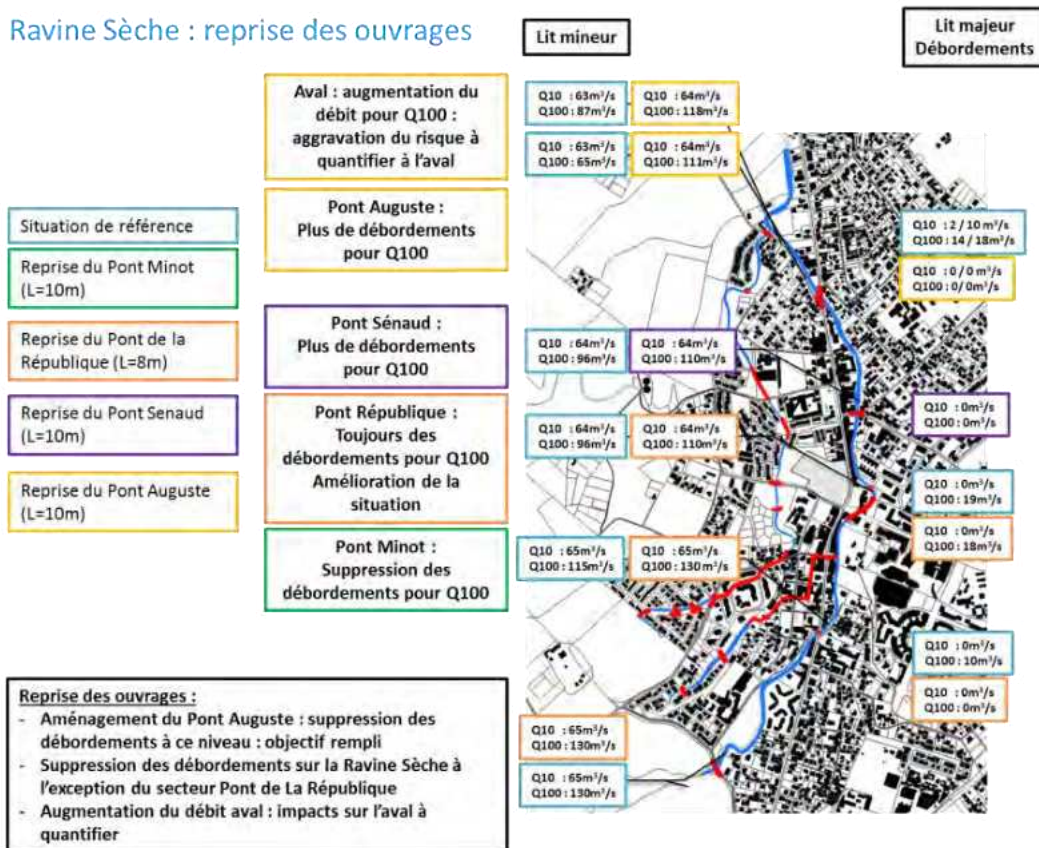


Fig. 57. Etape 5 – Redimensionnement du pont Minot, du Pont de La République, du pont Sénau et du pont Auguste

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

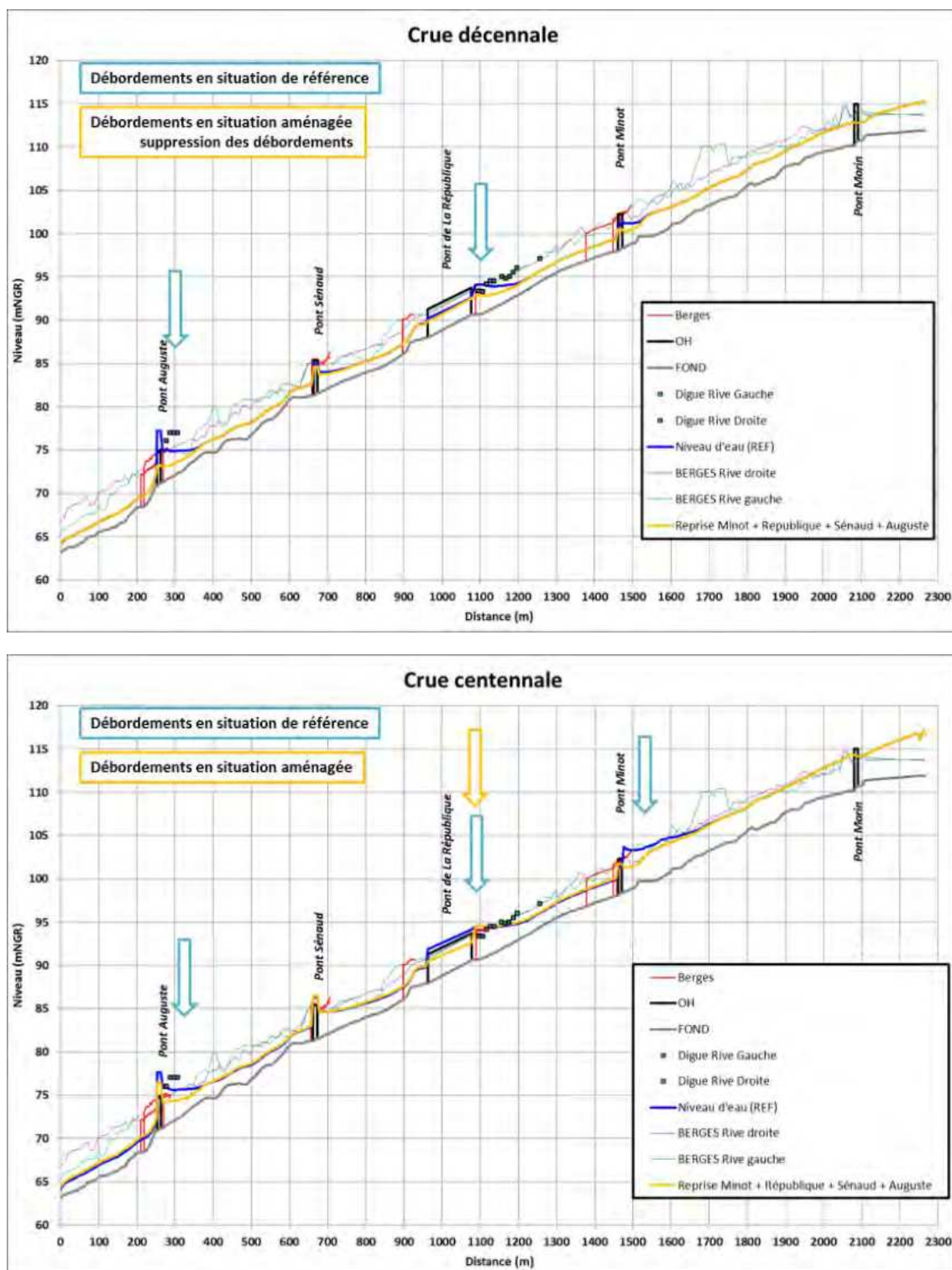


Fig. 58. Lignes d'eau maximales – Crues décennale et centennale – Aménagement 1

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

b) Synthèse des aménagements : suppression des débordements pour différentes occurrences

Les aménagements étudiés sont synthétisés dans les tableaux suivants.

Ces tableaux présentent les différents scénarii étudiés par colonne. Les premières lignes de ce tableau présentent le scénario, puis le niveau de protection (la crue maximale pour laquelle les débordements sont supprimés). Le nombre de logements protégés par ce scénario est ensuite indiqué, ainsi que le coût global estimé des travaux à réaliser pour ce scénario.

Ensuite, chaque ligne correspond à un ouvrage hydraulique, depuis l'amont vers l'aval. Elle présente la crue pouvant être évacuée sans générer de désordre (débordement) et le coût d'aménagement de chaque ouvrage.

Un code couleur permet de visualiser simplement le niveau de protection offert par chaque scénario, depuis le plus faible rouge (Q30ans) au plus fort (vert – Q100ans).

Ensuite, un tableau plus complet est proposé qui présente les dimensionnements des ouvrages hydrauliques retenus.

Tabl. 33 - Synthèse des aménagements de reprise des ouvrages hydrauliques de la Ravine Sèche sans déviation

Ravine Sèche sans dérivation Q10/30/50/100ans à l'amont: 60/98/113/130m3/s				
Scénario :	Situation de référence	Elargissement des OH	Elargissement des OH Pont de La République (Hyp. 2 ou 3 ou 4)	Elargissement des OH Pont de La République (Hyp.2 ou 3 ou 4)
Niveau de protection mini. sur le centre-ville de Saint-André	<Q10ans	Q30ans	Q50ans	Q100ans
Nombre de logements concernés		Ravine Payet traitée : Logements 383 ERP : 27	Ravine Payet traitée : Logements : 534 ERP : 35	Ravine Payet traitée : Logements : 688 ERP : 37
Coût global	-	3 400 000.00 €	5 010 000.00€ 5 435 000.00€	5 535 000.00€ 6 085 000.00€
Pont Morin	> Q100ans			
Pont Minot	Q10ans	Q30ans 660 000.00 €	Q50ans 720 000.00 €	Q100ans 800 000.00 €
Pont de la République	Q15ans Q10/30/50/100ans à l'aval: 60/85/90/96m3/s	Q30ans (élargissement maximal au regard des contraintes du site) 2 000 000.00 €	Q50ans 2 750 000.00€ 3 175 000.00€	Q100ans 3 000 000.00€ 3 550 000.00€
Pont Sénaud	Q30ans (par rapport au débit en amont centre-ville) Q100ans (par rapport au débit local écrêté par les OH amont en situation de référence :Q100ans = 95m3/s) Q10/30/50/100ans à l'aval: 60/85/90/96m3/s		Q50ans 775 000.00 €	Q100ans 880 000.00 €
Pont Auguste	<Q10ans Q10/30/50/100ans à l'aval: 60/65/65/65m3/s	Q30ans 740 000.00 €	Q50ans 765 000.00€ 800 000.00€	Q100ans 855 000.00€ 960 000.00€

166

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Le tableau suivant présente les contraintes associées à ces scénarii.

En synthèse, l'encadré rouge permet d'identifier le scénario et le niveau de protection qui présente la meilleure pertinence au regard de l'indicateur coût de l'aménagement sur nombre de logements protégés.

Tabl. 34 - Synthèse des contraintes

Mesures Reprises des OH Ravine Sèche	Coût	ENJEUX			Contraintes de mise en œuvre	Synthèse
		Centre-ville	Secteur médian	Secteur aval		
Elargissement des OH (Minot, République et Auguste)	3 400k€ HT	Protection du centre-ville jusqu'à Q30ans (FAKIR) 383 logements concernés (56%) 27 ERP (73%)	Débit aval immédiat pont Auguste x 2 Impacts nuls sur le secteur médian		Travaux lourds en centre-urbain Coupures circulations Tirant d'air faibles : problématique embâcles : à coupler avec la gestion douce des embâcles sur le bv	56% log. protégés 3 400 k€ 8,8 k€/log. <i>Contraintes tech. Modérées</i>
Elargissement des OH pour protection Q50ans (Minot, République, Sénaud et Auguste) Aménagement complémentaire du pont de la République	5 010k€ HT à 5 435k€ HT	Protection du centre-ville jusqu'à Q50ans 534 logements concernés (77%) 35 ERP (94%)	Débit aval du pont Auguste x 2,3 Impacts nuls sur le secteur médian	Impact nul	Travaux lourds en centre-urbain Données géotechniques complémentaires pour finaliser les aménagements et le coût associé (République) Tirant d'air faibles : problématique embâcles : à coupler avec la gestion douce des embâcles sur le bv Coupures circulations dans le centre-ville	77% log. protégés 5 400 k€ max 10,1 k€/log. <i>Contraintes tech. fortes</i>
Elargissement des OH pour protection Q100ans (Minot, République, Sénaud et Auguste) Aménagement complémentaire du pont de la République	5 535k€ HT à 6 085k€ HT	Protection du centre-ville jusqu'à Q100ans 658 logements concernés (100%) 37 ERP (100%)	Débit aval du pont Auguste x 2,7 Impacts nuls sur le secteur médian		Impacts associés à l'aménagement du Pont de la République : • Dérivation de la ravine Sèche pour les travaux d'approfondissement • Rachat de terrain pour mise en œuvre de la décharge latérale • Rachat et démolition bâtiment pour élargissement	100% log. protégés 6 085 k€ max 8,8 k€/log <i>Contraintes tech. fortes</i>

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

B. Prise en compte d'une déviation amont de la Ravine Sèche

a) Débits à considérer

La prise en compte de la dérivation amont (cf. chapitre Action 1 : Dérivation de la Ravine Sèche vers la Rivière du Mât) conduit à modifier les hydrogrammes des crues de référence. Ainsi, en amont du centre-ville de Saint-André, les débits de pointes obtenus sont les suivants :

Tabl. 35 - Débits de pointe de la Ravine Sèche avec et sans dérivation amont

	10ans	20ans	30ans	50ans	100ans
Situation de référence (m³/s)	60	80	98	113	132
Avec dérivation (m³/s)	41	54	65	75	88

b) Aménagements

Tout comme précédemment, les figures suivantes illustrent la démarche itérative de dimensionnement des ouvrages hydraulique menées pour cette configuration, avec comme objectif de dimensionnement la suppression des débordements pour la crue centennale sur le centre-ville de Saint-André.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Ravine Sèche : dérivation amont

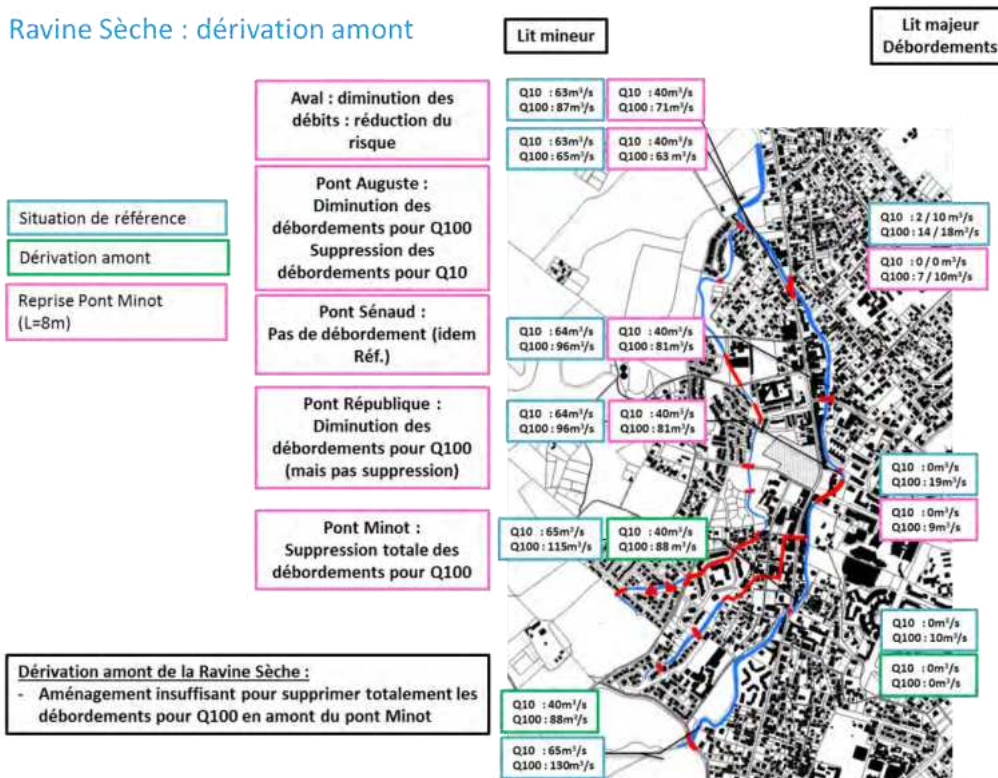


Fig. 59. Etape 1 – Reprise du pont Minot

Ravine Sèche : dérivation amont

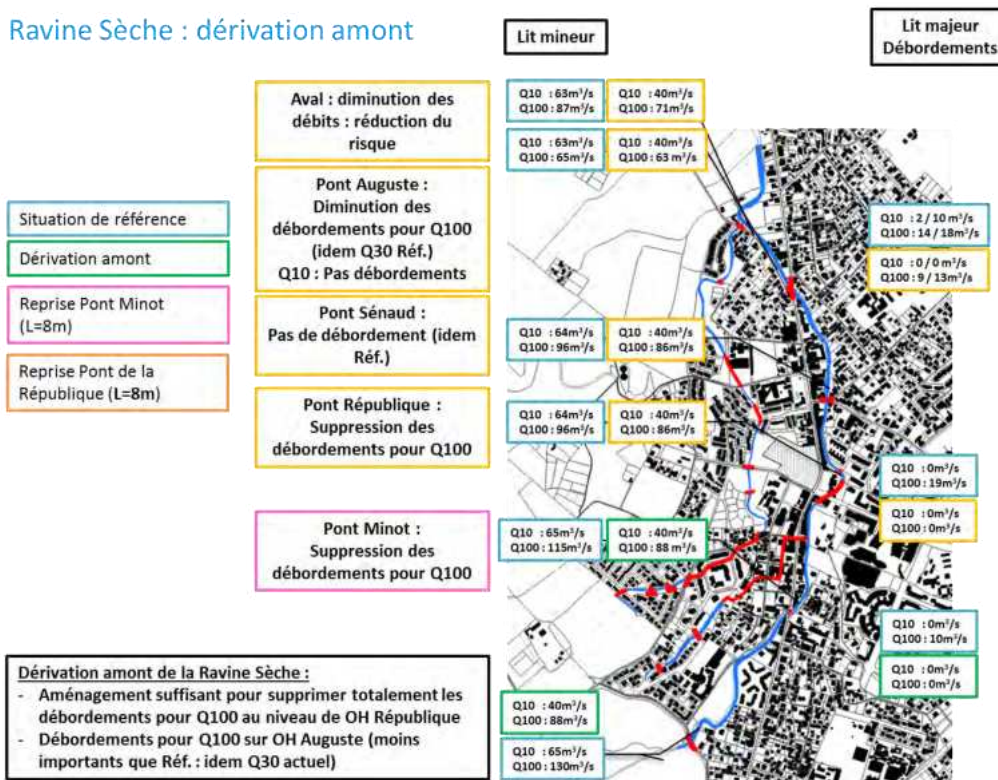


Fig. 60. Etape 2 – Reprise du pont Minot et du pont de La République

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Ravine Sèche : dérivation amont

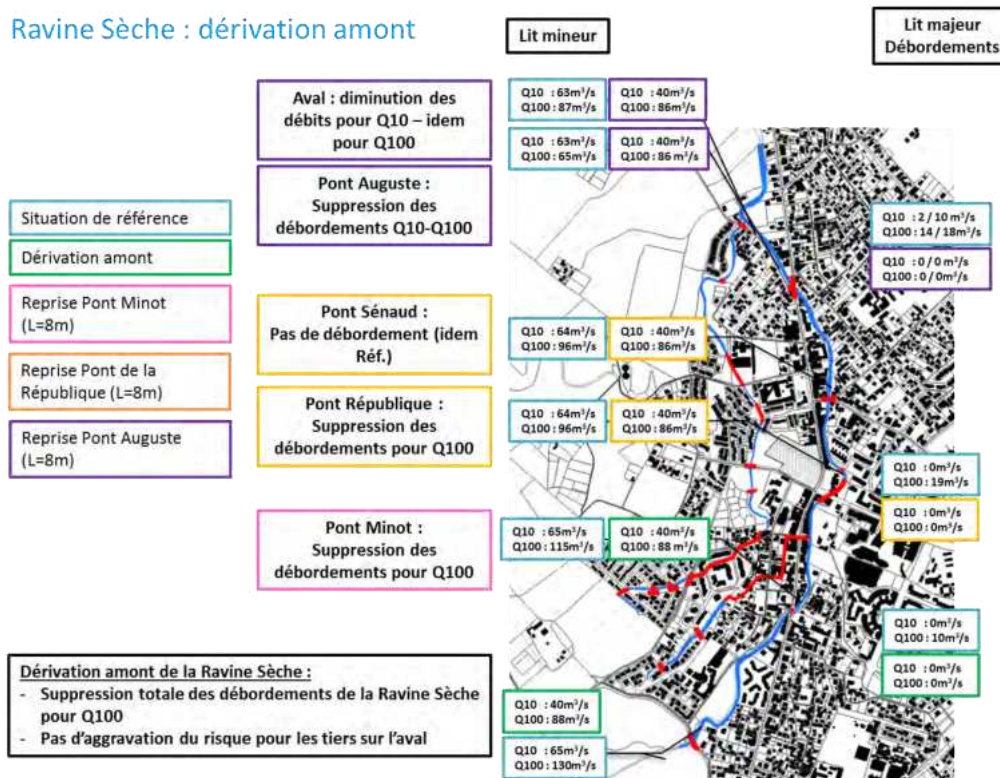


Fig. 61. Etape 3 – Reprise du pont Minot, du pont de La République et du pont Auguste

Les graphiques suivants présentent les lignes d'eau obtenues pour cette configuration d'aménagement du territoire et pour les crues décennale et centennale.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

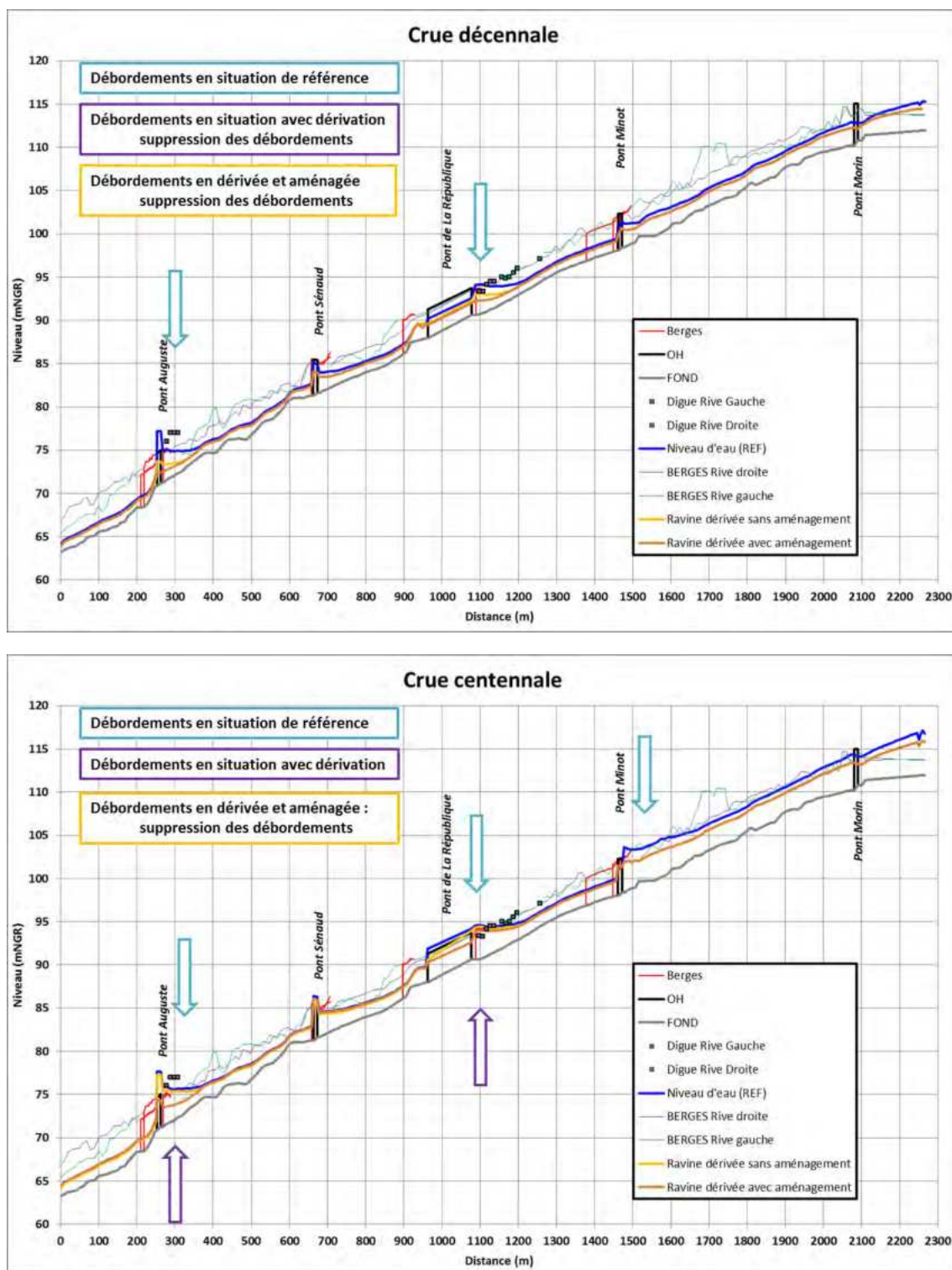


Fig. 62. Lignes d'eau maximales – Crues décennale et centennale – Aménagement 1 et dérivation amont de la Ravine Sèche

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Les scénarii de reprise des ouvrages hydrauliques pour supprimer les débordements dans le centre-ville de Saint-André pour différentes occurrence sont synthétisés dans le tableau suivant :

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 36 - Synthèse des scénarii de reprise des ouvrages hydrauliques avec dérivation de la Ravine Sèche

Ravine Sèche avec dérivation Q10/30/50/100ans à l'amont: 40/65/75/88m3/s					
Scénario :	Situation de référence	Dérivation amont de la Ravine Sèche sans reprise des ouvrages	Dérivation amont de la Ravine Sèche Elargissement des OH	Dérivation amont de la Ravine Sèche Elargissement des OH	Dérivation amont de la Ravine Sèche Elargissement des OH Pont de La République (Hyp.2 ou 3 ou 4)
Niveau de protection mini. Sur le centre-ville de Saint-André	<Q10ans	Q15ans écrêté	Q30ans écrêté	Q50ans écrêté	Q100ans écrêté
Nombre de logements concernés		non estimé	Ravine Payet traitée : 383 logements 27 ERP	Ravine Payet traitée : 534 logements 35 ERP	Ravine Payet traitée : 688 logements 37 ERP
Coût global	-	15 000 000.00 €	16 110 000.00 €	16 205 000.00 €	16 990 000.00 €
Dérivation en amont		Dérivation en amont 15 000 000.00 €	Dérivation en amont 15 000 000.00 €	Dérivation en amont 15 000 000.00 €	Dérivation en amont 15 000 000.00 €
Pont Morin	> Q100ans Q10/30/50/100ans à l'aval: 60/98/113/130m3/s	>> Q100ans écrêté Q10/30/50/100ans à l'aval: 40/65/75/88m3/s			
Pont Minot	Q10ans Q10/30/50/100ans à l'aval: 60/95/110/115m3/s	Q20ans écrêté Peu de débordements pour Q100ans - Peu d'écrêtement Q10/30/50/100ans à l'aval: 40/65/75/88m3/s	Q30ans écrêté 520 000.00 €	Q50ans écrêté 550 000.00 €	Q100ans écrêté 630 000.00 €
Pont République	Q15ans Q10/30/50/100ans à l'aval: 60/85/90/96m3/s	Q50ans écrêté Ecrêtement de Q100ans à l'aval Q10/30/50/100ans à l'aval: 40/65/70/78m3/s			Q100ans écrêté 680 000.00 €
Pont Sénaud	Q30ans (par rapport au débit en amont centre-ville) Q100ans (par rapport au débit local écrêté par les OH amont en situation de référence -Q100ans = 95m3/s) Q10/30/50/100ans à l'aval: 60/85/90/96m3/s	Q100ans écrêté Q10/30/50/100ans à l'aval: 40/65/70/78m3/s			
Pont Auguste	<Q10ans Q10/30/50/100ans à l'aval: 60/65/65/65m3/s	Q15ans écrêté Q10/30/50/100ans à l'aval: 40/60/65/71m3/s	Q30ans écrêté 590 000.00 €	Q50ans écrêté 655 000.00 €	Q100ans écrêté 680 000.00 €

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Scénario :	Situation de référence	Dérivation amont de la Ravine Sèche sans reprise des ouvrages	Dérivation amont de la Ravine Sèche Elargissement des OH	Dérivation amont de la Ravine Sèche Elargissement des OH	Dérivation amont de la Ravine Sèche Elargissement des OH Pont de La République : approfondissement du lit
Niveau de protection mini. Sur le centre-ville de Saint-André	<Q10ans	Q15ans écrêté	Q30ans écrêté	Q50ans écrêté	Q100ans écrêté
Coût global	-	15 000 000.00 €	16 110 000.00 €	16 205 000.00 €	16 990 000.00 €
Remarques	Niveau de protection défini par les ponts Minot, République et Auguste qui possèdent une capacité proche (en période de retour et en prenant en compte les écrêtements de débits des OH amont)	Niveau de protection défini par les ponts Auguste et Minot	Les reprises des ponts Auguste et Minot permettent d'arriver à une protection du centre-ville pour Q30ans écrêté (niveau de protection mini.)	Les reprises des ponts Auguste et Minot permettent d'arriver à une protection du centre-ville pour Q50ans écrêté	Les reprises des ponts Auguste, République et Minot permettent d'arriver à une protection du centre-ville pour Q100ans écrêté. Pas de mesures complémentaire à l'élargissement du pont de La République
Dérivation en amont		Dérivation en amont Débits Ravine Sèche amont centre-ville : Q10/30/50/100ans : 41/65/75/88m3/s 15 000 000.00 €	Dérivation en amont Débits Ravine Sèche amont centre-ville : Q10/30/50/100ans : 41/65/75/88m3/s 15 000 000.00 €	Dérivation en amont Débits Ravine Sèche amont centre-ville : Q10/30/50/100ans : 41/65/75/88m3/s 15 000 000.00 €	Dérivation en amont Débits Ravine Sèche amont centre-ville : Q10/30/50/100ans : 41/65/75/88m3/s 15 000 000.00 €
Pont Morin	11,90-14,90 x 3,40m 160m3/s > Q100ans Q10/30/50/100ans à l'aval: 60/98/113/130m3/s	11,90-14,90 x 3,40m 160m3/s >> Q100ans écrêté Q10/30/50/100ans à l'aval: 40/65/75/88m3/s			
Pont Minot	5,20 x 2,95 - 3,40m 60m3/s Q10ans Q10/30/50/100ans à l'aval: 60/95/110/115m3/s	5,20 x 2,95 - 3,40m 60m3/s Q20ans écrêté Peu de débordements pour Q100ans - Peu d'écèlement Q10/30/50/100ans à l'aval: 40/65/75/88m3/s	5,50 x 3,00m 68m3/s Q30ans écrêté 520 000.00 €	6,00 x 3,00m 76m3/s Q50ans écrêté 550 000.00 €	7,00 x 3,00m 92m3/s Q100ans écrêté 630 000.00 €
Pont République	5,90 x 2,75 - 3,00m 70m3/s Q15ans Q10/30/50/100ans à l'aval: 60/85/90/96m3/s	5,90 x 2,75 - 3,00m 70m3/s Q50ans écrêté Ecrêtement de Q100ans à l'aval Q10/30/50/100ans à l'aval: 40/65/70/78m3/s			8,00 x 2,75m 98m3/s Q100ans écrêté 680 000.00 €
Pont Sénaud	8,50 x 2,40 - 2,80m 100m3/s Q30ans (par rapport au débit en amont centre-ville) Q100ans (par rapport au débit local écrêté par les OH amont en situation de référence : Q100ans = 95m3/s) Q10/30/50/100ans à l'aval: 60/85/90/96m3/s	8,50 x 2,40 - 2,80m 100m3/s Q100ans écrêté Q10/30/50/100ans à l'aval: 40/65/70/78m3/s			
Pont Auguste	5,00 x 2,60m 50m3/s <Q10ans Q10/30/50/100ans à l'aval: 60/65/65/65m3/s	5,00 x 2,60m 50m3/s Q15ans écrêté Q10/30/50/100ans à l'aval: 40/60/65/71m3/s	6,50 x 2,60m 68m3/s Q30ans écrêté 590 000.00 €	7,25 x 2,60m 77m3/s Q50ans écrêté 655 000.00 €	8,00 x 2,60m 88m3/s Q100ans écrêté 680 000.00 €

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 37 - Synthèse des contraintes

Mesures Dérivation de la Ravine Sèche	Coût	ENJEUX			Contraintes de mise en œuvre	Synthèse
		Centre-ville	Secteur médian	Secteur aval		
Dérivation amont de la Ravine Sèche sans reprise des ouvrages	15 000k€ HT	Protection du centre- ville jusqu'à Q15 écrété (< FAKIR) (débordements à Auguste et Minot) Nombre de logements concernés faibles (non estimé)	Impacts conséquent sur le secteur médian :	Impact faible sur La Marine (-1 cm pour Q10ans et Q100ans)	Données complémentaires nécessaires pour finaliser le projet (géotechnique,...) Planning étude long : > 5ans Planning de travaux très long (plusieurs années)	Gains hydrauliques très faibles Contraintes tech. très fortes
Dérivation amont de la Ravine Sèche Elargissement des OH	16 110k€ HT	Protection du centre- ville jusqu'à Q30ans écrété (FAKIR) 383 logements concernés (56%) 27 ERP (73%)	-10 à -20cm en Q10ans	Impact non négligeable mais très faible sur Bois Rouge (-2cm pour Q10ans et -7cm en Q100ans)	Elargissement et reprise des OH réalisé dans un planning plus court que la dérivation <u>Sans dérivation la protection du centre-ville par les reprises d'ouvrages proposées est comprise entre 10 et 20 ans (< FAKIR)</u>	56 % log protégé 16 110 k€ 41 k€/log. Contraintes tech. très fortes
Dérivation amont de la Ravine Sèche Elargissement des OH (Auguste et Minot)	16 205k€ HT	Protection du centre- ville jusqu'à Q50ans 534 logements concernés (78%) 35 ERP (94%)	-50 à -25cm en Q100ans Réduction de la contrainte hydraulique et érosive	Pas d'impact direct sur les enjeux	Contraintes identiques pour la reprise des OH à celles déjà listées pour reprise seule	78 % log protégé 16 205 k€ 30 k€/log. Contraintes tech. très fortes
Dérivation amont de la Ravine Sèche Elargissement des OH (Auguste, République et Minot) République (Hyp. 2, 3 ou 4)	16 990k€ HT	Protection du centre- ville jusqu'à Q100ans 688 logements concernés (100%) 37 ERP (100%)				100 % log. protégés 16 990 k€ 25 k€/log. Contraintes tech. très fortes

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3.2.8. ACTION 2 : REPRISE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES SUR LA RAVINE PAYET**3.3.2.8.1. Analyse des ouvrages et tronçons**

Ce paragraphe rappelle les caractéristiques des ouvrages hydrauliques présents sur le linéaire de la Ravine Payet.

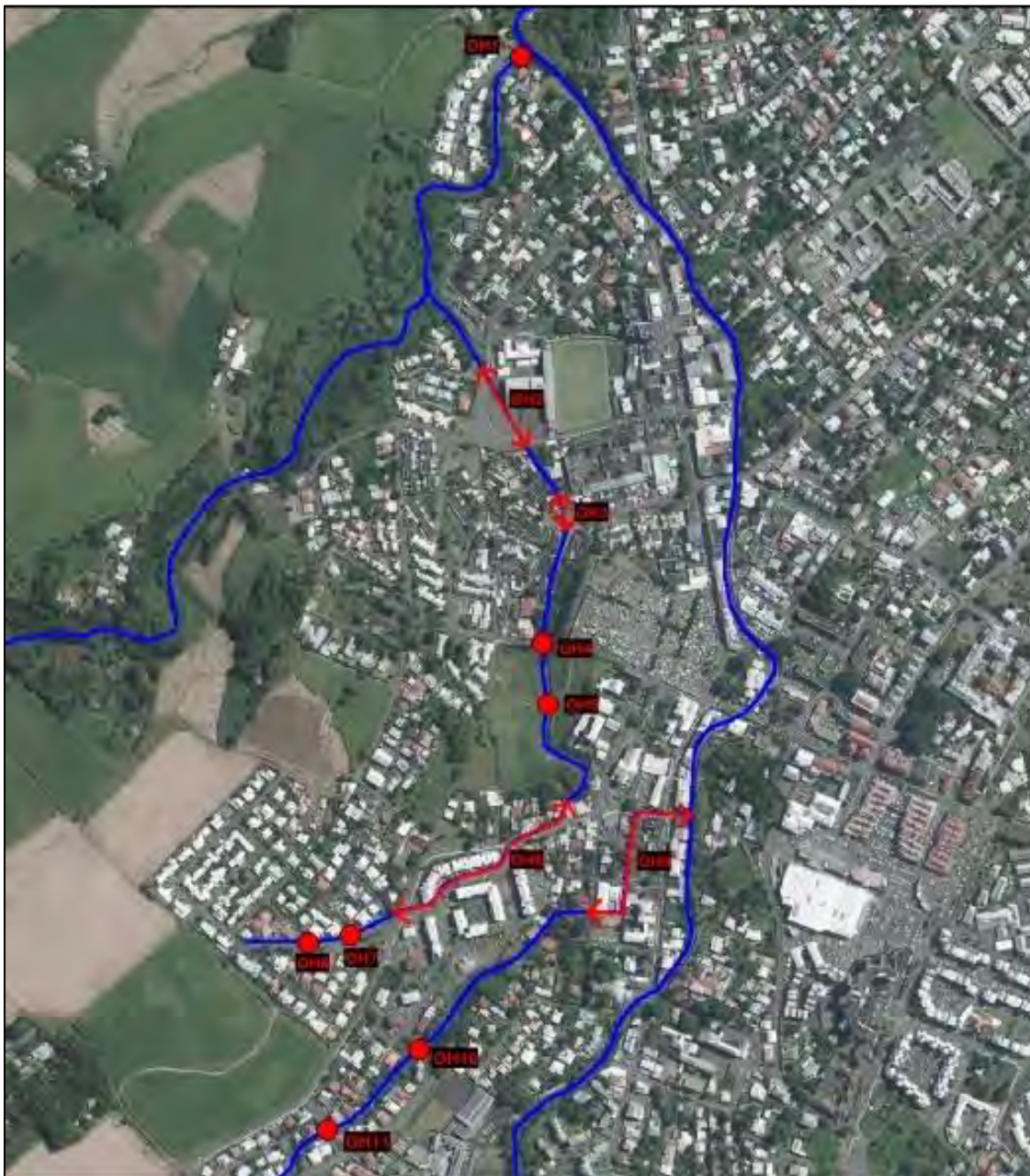


Fig. 63. Ouvrages hydrauliques (OH)

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

A. OH8 / OH7



Fig. 64. Localisation - OH7 et 8

Tabl. 38 - Description de l'ouvrage – OH 7 et OH8

DESCRIPTION	
Dimensions de l'ouvrage	Cadre béton L=2.0 m H=1.25m
Cotes caractéristiques	Non levées
Section hydraulique	2.5 m ²

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Photo.-8. OH8



Photo.-9. OH 7

Tabl. 39 - Analyse hydraulique

Hydraulique	
Débits caractéristiques de la Ravine Payet en amont du centre-ville	$Q_{10} = 6 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{20} = 8 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{30} = 12 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{50} = 15 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{100} = 19 \text{ m}^3/\text{s}$
Débit capable	$Q_{\text{cap}} = 15 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (} Q_{50\text{ans}} \text{)}$

POSSIBILITE D'AMENAGEMENT :

Afin d'éviter les débordements sur ce secteur amont sur la voirie du lotissement, il convient d'augmenter les sections hydrauliques des deux ouvrages situés sous les voiries (OH7 et OH8), ainsi que celle de la noue.

Pour cela, les aménagements suivants sont à envisager :

- reprise des ouvrages hydrauliques : 4,0x1,25 m, pour une capacité de $25 \text{ m}^3/\text{s}$, contre $15 \text{ m}^3/\text{s}$,
- reprise de la noue (élargissement et approfondissement) pour une cohérence de capacité ($20 \text{ m}^3/\text{s}$) : L x h = 10,0 x 1,50m

Le coût de ces aménagements est estimé à 75 000€ HT pour la reprise des ouvrages hydrauliques et de 20 000 € HT pour la reprise de la noue.

Ces coûts s'entendent hors études préalables et réglementaires.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

B. OH6 DN800 – Rue Payet



Fig. 65. Localisation – OH6 Rue Payet



Fig. 66. Localisation de l'OH6

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 40 - Description de l'ouvrage hydraulique – OH6 Rue Payet

DESCRIPTION	
Dimensions de l'ouvrage	Amont
	○ buse béton - $\phi = 800\text{mm}$
	Aval
	○ 2 cadres béton ○ L=2.95/2.30 m - H=1.20/0.75 m
Cotes caractéristiques	Non levées
Section hydraulique	0,5m ² (amont) - 5,0m ² (aval)



Photo.-10. OH6 amont

Tabl. 41 - Analyse hydraulique

Hydraulique	
Débits caractéristiques de la Ravine Payet en amont du centre-ville	Q10 = 6 m ³ /s
	Q20 = 8 m ³ /s
	Q30 = 12 m ³ /s
	Q50 = 15 m ³ /s
	Q100 = 19 m ³ /s
Débit capable	Qcap = 1,5 m ³ /s (<<10ans : 6 m ³ /s)

Cet ouvrage présente une très faible capacité du fait de sa très faible section amont. Il génère donc très rapidement des débordements qui franchissent la Rue Payet et suivent l'axe de l'ouvrage en empruntant les voiries du lotissement Oasis. Ils inondent ensuite le centre-ville, soit en rejoignant l'Avenue de l'Île de France, soit en se dirigeant vers le cimetière.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

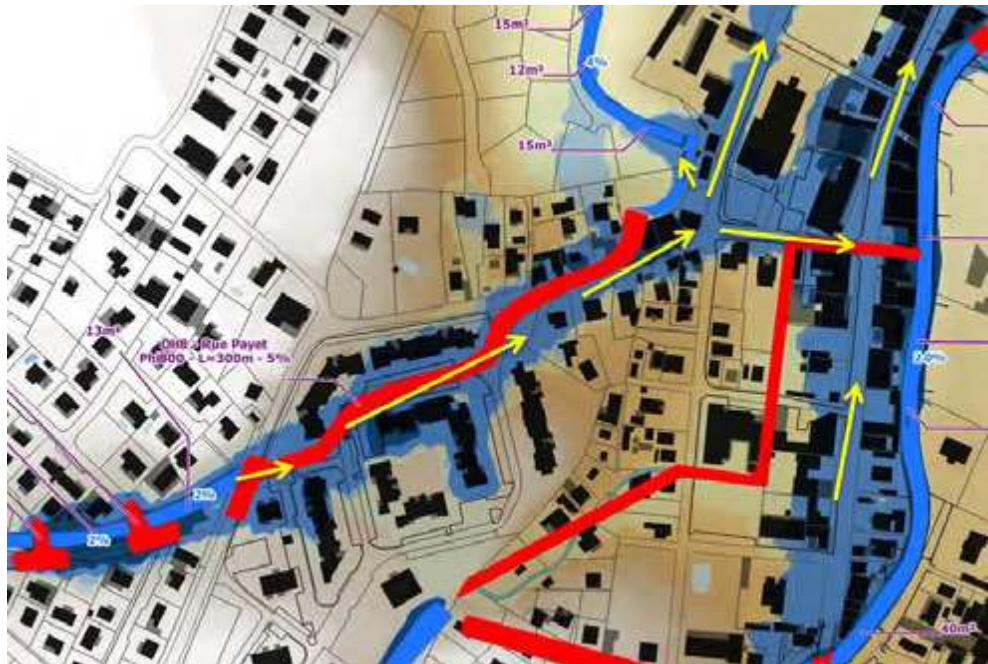


Fig. 67. Directions préférentielles des débordements

La figure suivante présente les débordements observés au niveau de cet ouvrage lors de Fakir.



Fig. 68. Débordements sur la Rue Payet lors de Fakir

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

POSSIBILITE D'AMENAGEMENT :

L'objectif associé à la reprise de cet ouvrage est de **supprimer les débordements vers le centre-ville entre Q30ans et Q100ans.**

L'OH 6 est l'ouvrage qui **génère actuellement de très forts débordements sur l'ensemble du centre-urbain**

La reprise de cet ouvrage consiste à la mise en œuvre d'une buse ou dalot (phi 2000/2500) sur un linéaire de 300 mètres !

La faisabilité technique de réalisation de cet aménagement et une estimation fine des coûts de mise en œuvre nécessite des données complémentaires.

Le chiffrage actuel de reprise de cet ouvrage est de 1 500 à 2 010k€ HT selon le niveau de protection souhaité (Q30ans à Q100ans). Il ne prend pas en compte les études préalables et études réglementaires.

C. OH5

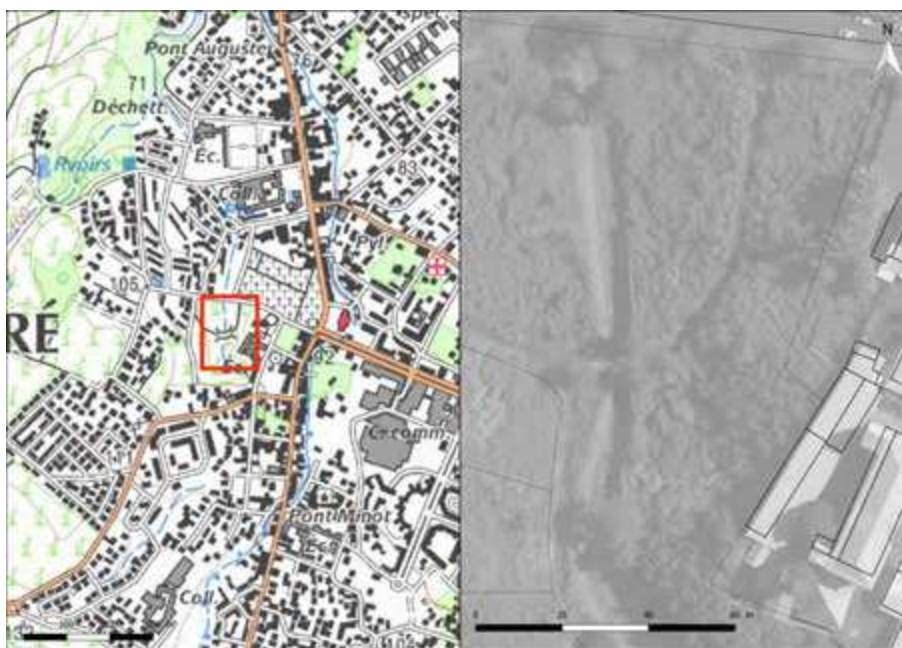


Fig. 69. Localisation - OH 5

Tabl. 42 - Description de l'ouvrage hydraulique

DESCRIPTION	
Dimensions de l'ouvrage	Cadre béton L=2.80m H=2.10m
Cotes caractéristiques	Fond : 84.91 m NGR Plafond : 87,00/87,12 m NGR
Section hydraulique	6 m ²

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

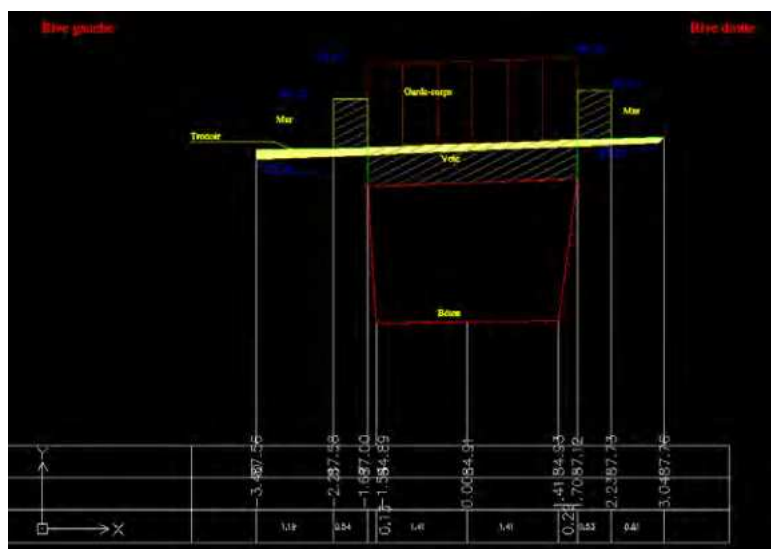


Fig. 70. Plan – OH5

Tabl. 43 - Analyse hydraulique

Analyse hydraulique	
Débits caractéristiques de la Ravine Payet en amont du centre-ville	$Q_{10} = 6 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{20} = 8 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{30} = 12 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{50} = 15 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{100} = 19 \text{ m}^3/\text{s}$
Débit capable	$Q_{\text{cap}} = - \text{ m}^3/\text{s}$

POSSIBILITE D'AMENAGEMENT :

Cet ouvrage présente une faible section hydraulique au regard de la section amont du lit mineur de la ravine (15 à 20m²). Toutefois, ce pont se situe dans une zone encaissée, et les éventuels débordements générés sur ce secteur ne concernent pas d'enjeux.

Il convient donc de conserver le dimensionnement de cet ouvrage de manière à ne pas accélérer les écoulements vers l'aval et à favoriser la rétention sur ce secteur. La zone est à sanctuariser jusqu'au pont de la Rue du Père Répond (OH4).

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

D. OH4 – Père Répond

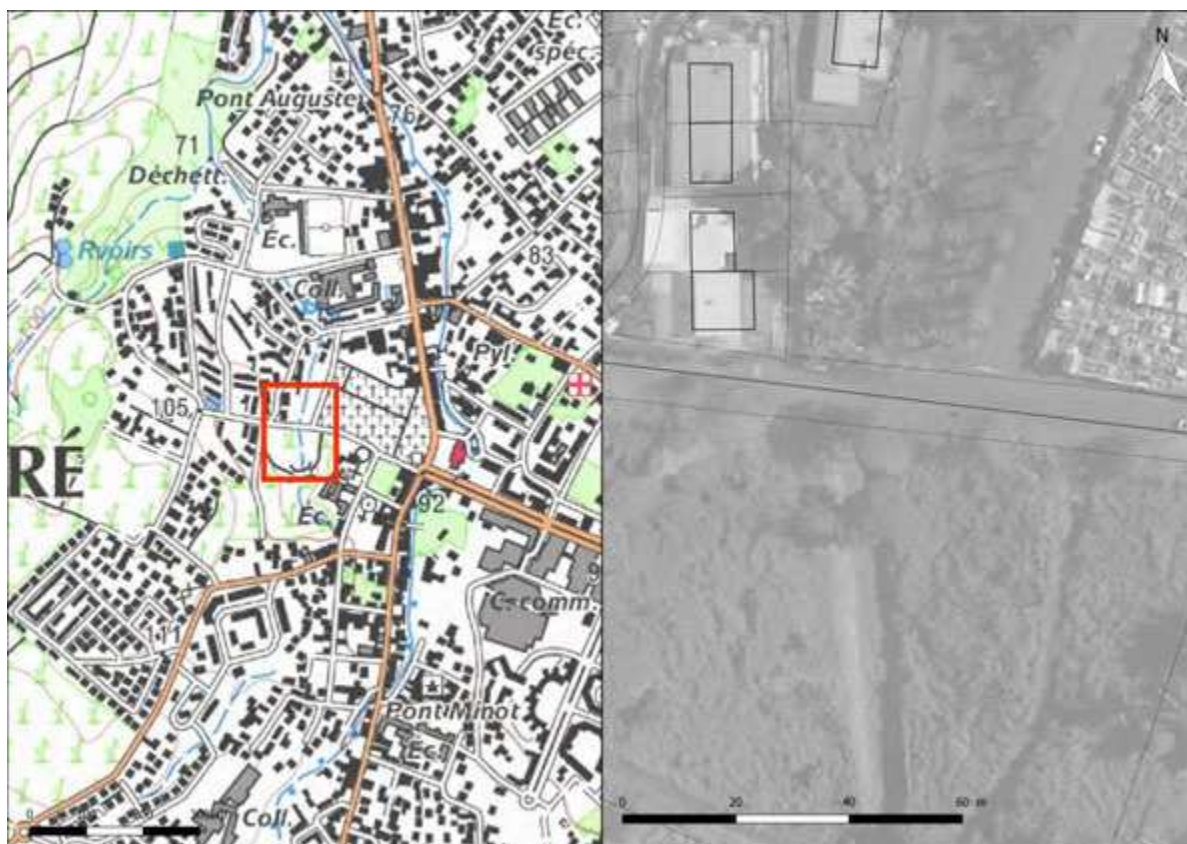


Fig. 71. OH 4 – Rue du Père Répond

Tabl. 44 - Description de l'ouvrage – OH4 Rue du Père Répond

DESCRIPTION	
Dimensions de l'ouvrage	Buse métal Phi=2200mm
Cotes caractéristiques	Plafond : 85.29 m NGR Fond : 82.96 m NGR H : 2.34 / L = 2.06 m
Section hydraulique	3,8 m ²

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

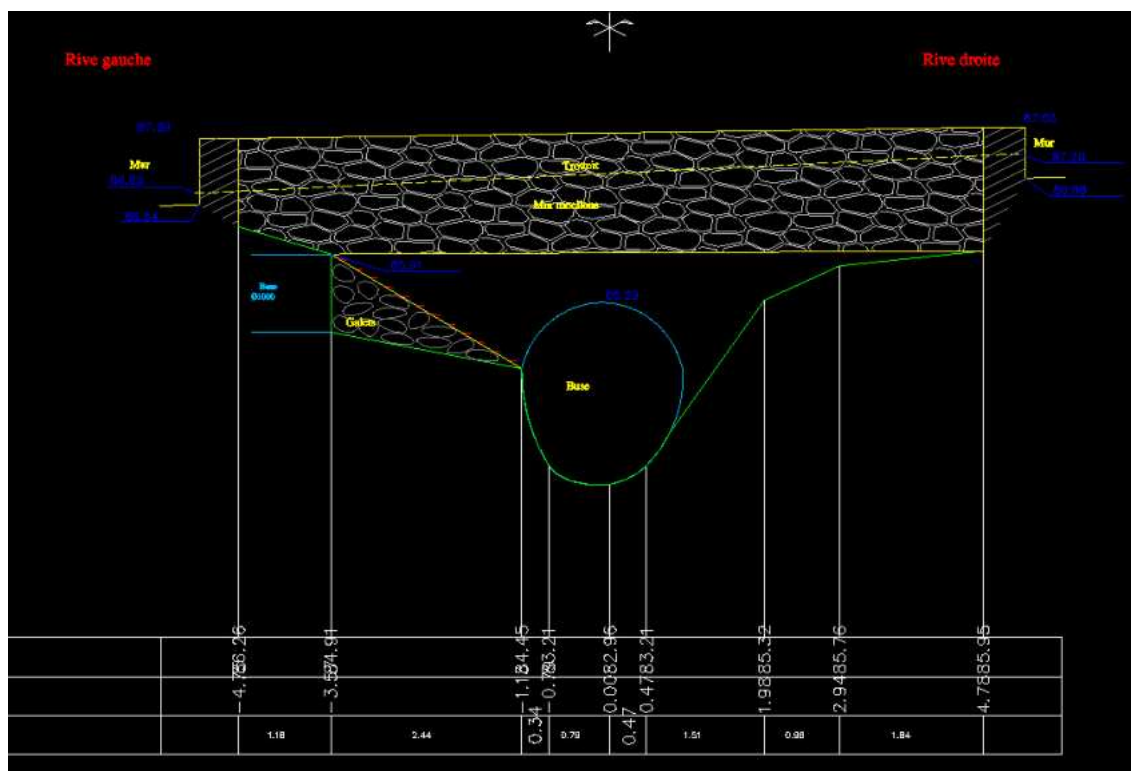


Fig. 72. Plan OH4

Tabl. 45 - Analyse hydraulique

Analyse hydraulique	
Débits caractéristiques de la Ravine Payet en amont du centre-ville	Q10 = 6 m ³ /s Q20 = 8 m ³ /s Q30 = 12 m ³ /s Q50 = 15 m ³ /s Q100 = 19 m ³ /s
Débit capable	Qcap = 10 m ³ /s

Cet ouvrage présente une section hydraulique cohérente avec les sections du lit mineur en amont et en aval. Le secteur en amont est un secteur favorable à la rétention des eaux et au ralentissement dynamique (secteur encaissé sans enjeux). Actuellement, ce secteur n'est pas concerné par des débordements jusqu'à la crue centennale.

La zone comporte des enjeux situés juste en aval du pont, en rive gauche de la ravine Payet, comme présenté sur la figure suivante.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

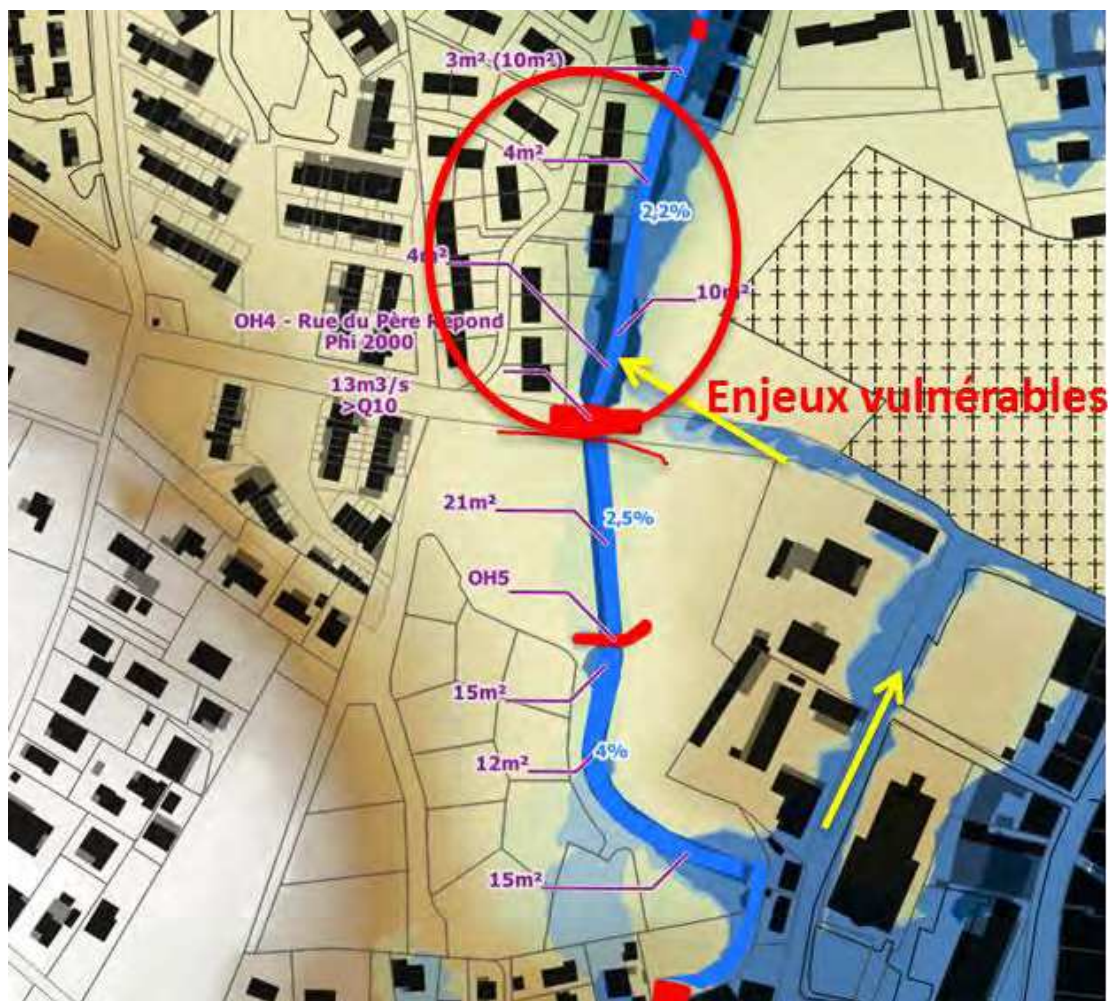


Fig. 73. Localisation des enjeux et directions préférentielles des débordements sur la zone

POSSIBILITE D'AMENAGEMENT :

Il n'est pas préconisé la reprise de cet ouvrage étant donné qu'aucun enjeu en amont n'est concerné par un éventuel sous-dimensionnement de celui-ci.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

E. OH3 et OH2

a) OH3 – Rue Cazal

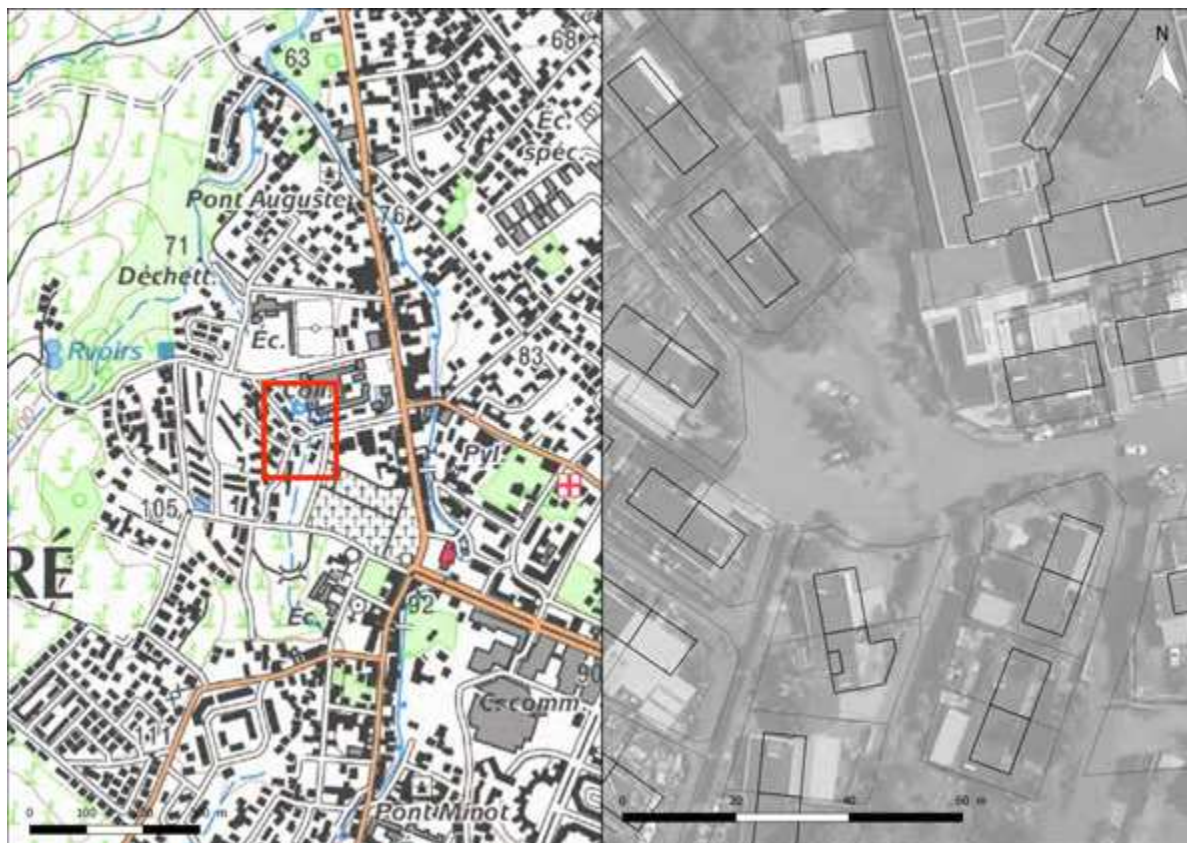


Fig. 74. Localisation - OH3 – Rue Cazal

Tabl. 46 - Description de l'ouvrage hydraulique – Rue Cazal

DESCRIPTION	
Dimensions de l'ouvrage	Cadre béton L=1.9m H=2.0m
Cotes caractéristiques	Fond : 77.58 m NGR Plafond 79.58 m NGR L= 1.86 m
Section hydraulique	3,8 m ²

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

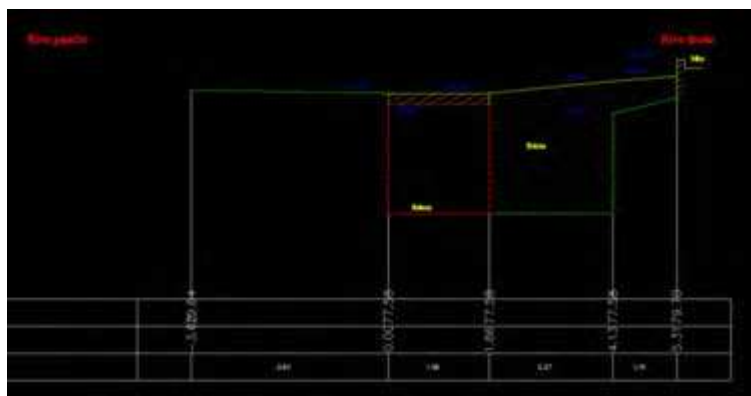


Fig. 75. Plan OH3

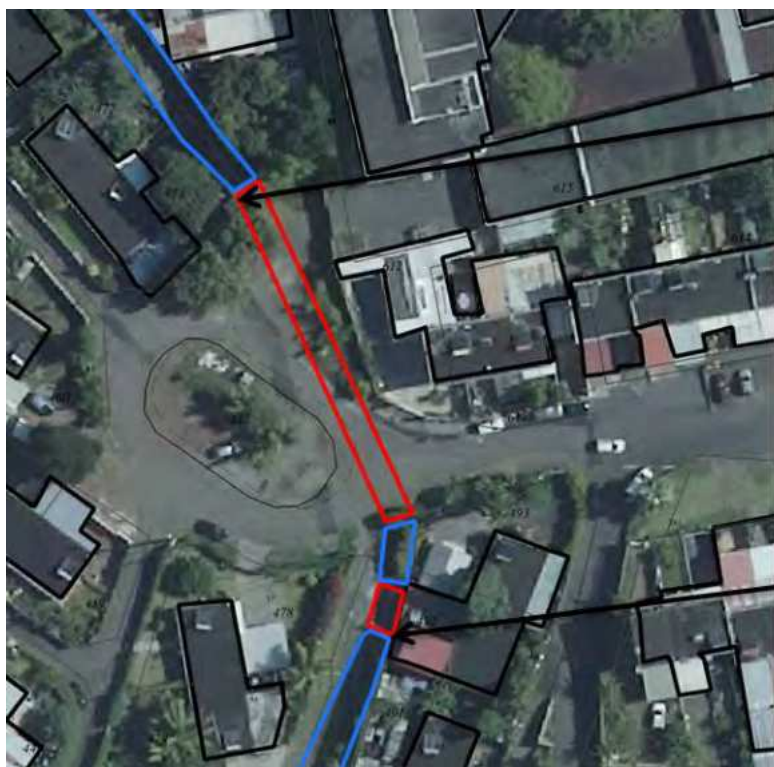


Photo.-11. OH3

Tabl. 47 - Analyse hydraulique – OH3

Analyse hydraulique	
Débits caractéristiques de la Ravine Payet en amont du centre-ville	Q10 = 6 m ³ /s Q20 = 8 m ³ /s Q30 = 12 m ³ /s Q50 = 15 m ³ /s Q100 = 19 m ³ /s
Débit capable	Qcap = 10 m ³ /s (20/30ans)

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Cet ouvrage est enterré et débouche au niveau du collège. Il existe un ouvrage en amont de celui-ci qui permet l'accès à un garage privé (cf. photo précédente). Ce dernier ouvrage génère les premiers débordements sur le secteur, qui concernent de nombreux enjeux urbains : habitations et collège.

A noter que ce secteur est également touché par les débordements issus de la Ravine Sèche.

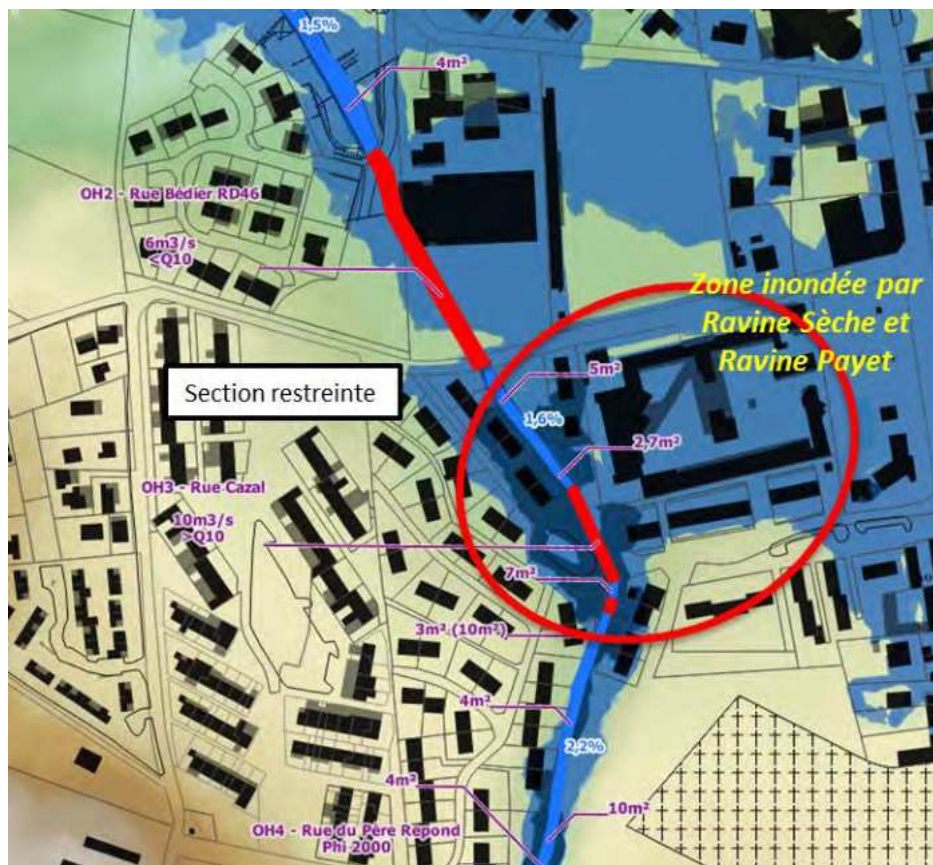


Fig. 76. Emprise inondée par la ravine Sèche et par la ravine Payet en crue centennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

b) OH2 – Rue du Stade

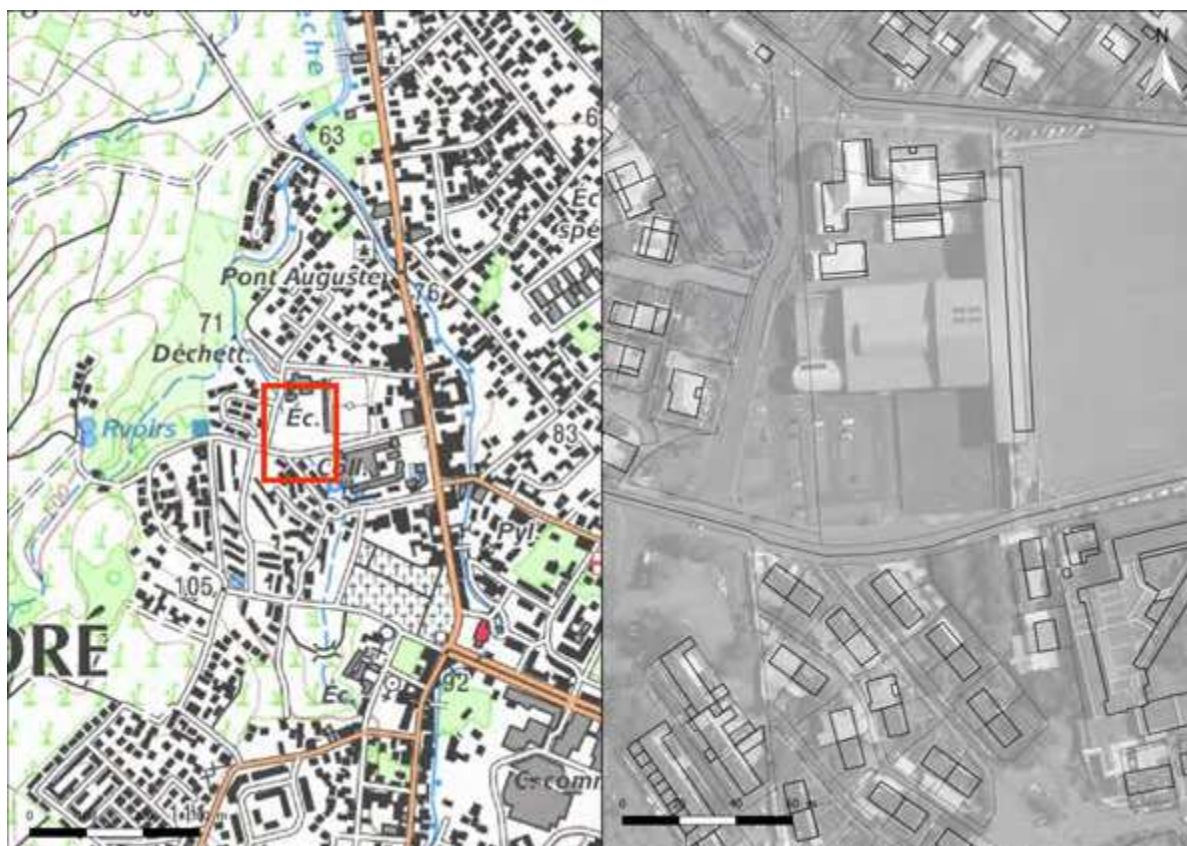


Fig. 77. Localisation - OH2 – Rue du stade

Tabl. 48 - Description de l'ouvrage hydraulique

DESCRIPTION	
Dimensions de l'ouvrage	Cadre béton L= 1,60 m H=1,60 m
Cotes caractéristiques	Fond : 76.20 m NGR / 73.97 m NGR Largeur=1.61 m Plafond : 77.80 m NGR/75.95 m NGR Longueur : 120m Pente : 0.0185m/m
Section hydraulique	2,60 m ²

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

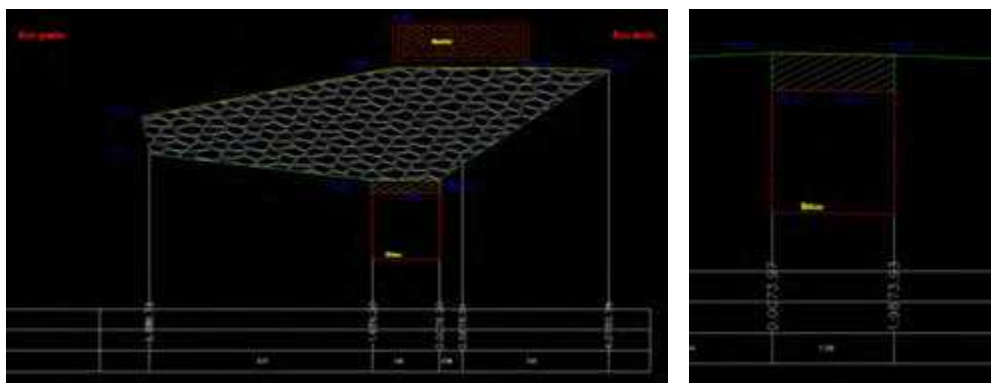


Fig. 78. Plan OH2



Photo.-12. Photos – OH3 Rue du Stade

Tabl. 49 - Analyse hydraulique

Analyse hydraulique	
Débits caractéristiques de la Ravine Payet en amont du centre-ville	$Q_{10} = 6 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{20} = 8 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{30} = 12 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{50} = 15 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{100} = 19 \text{ m}^3/\text{s}$
Débit capable	$Q_{\text{cap}} = 6 \text{ m}^3/\text{s}$ (~10 ans)

Le lit mineur de la ravine Payet à l'aval de cet ouvrage est très réduit, ce qui provoque des débordements fréquents sur cette zone.

Les débordements générés par cet ouvrage en crue centennale étendent en direction du nord-est à travers la zone urbaine et concernent de nombreux enjeux.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

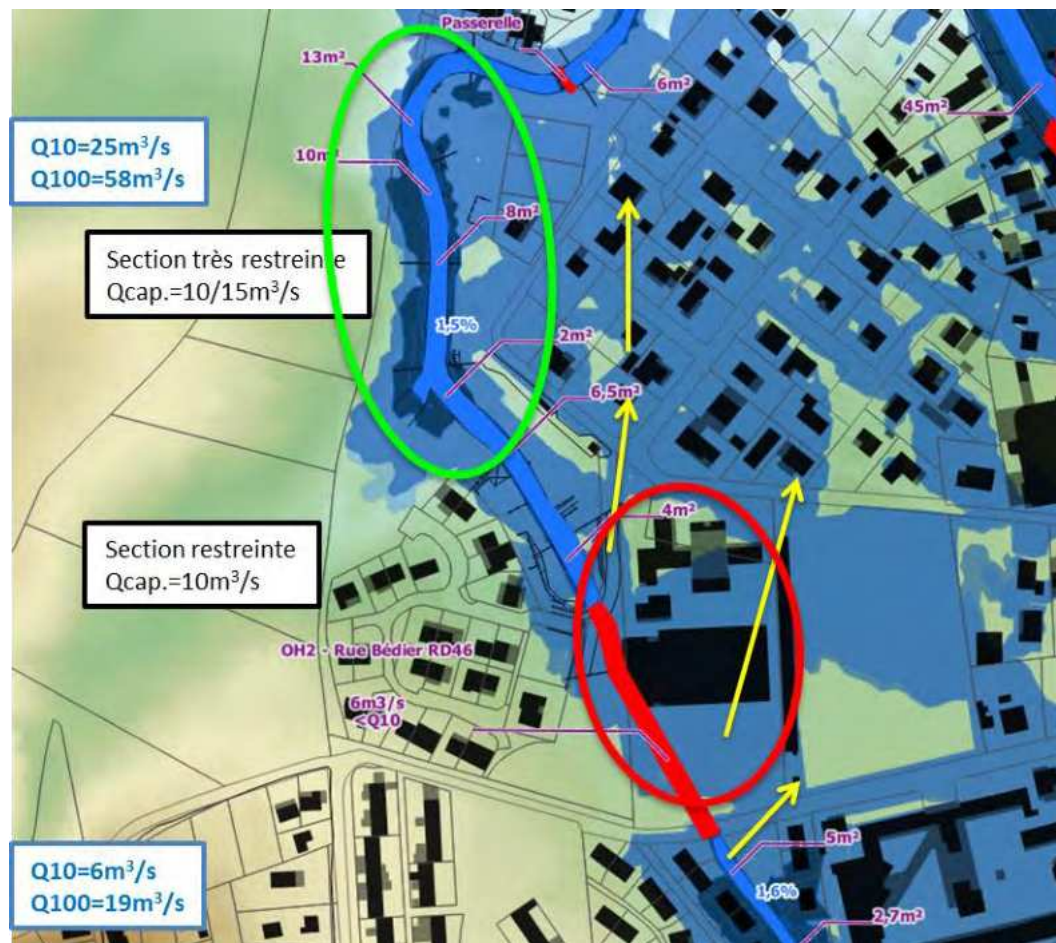


Fig. 79. Zones de débordements et directions préférentielles des débordements

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

POSSIBILITE D'AMENAGEMENT :

L'aménagement de ce secteur concerne la reprise des OH2 et des OH3.

Les figures suivantes détaillent les possibilités d'aménagement pour cet ouvrage.

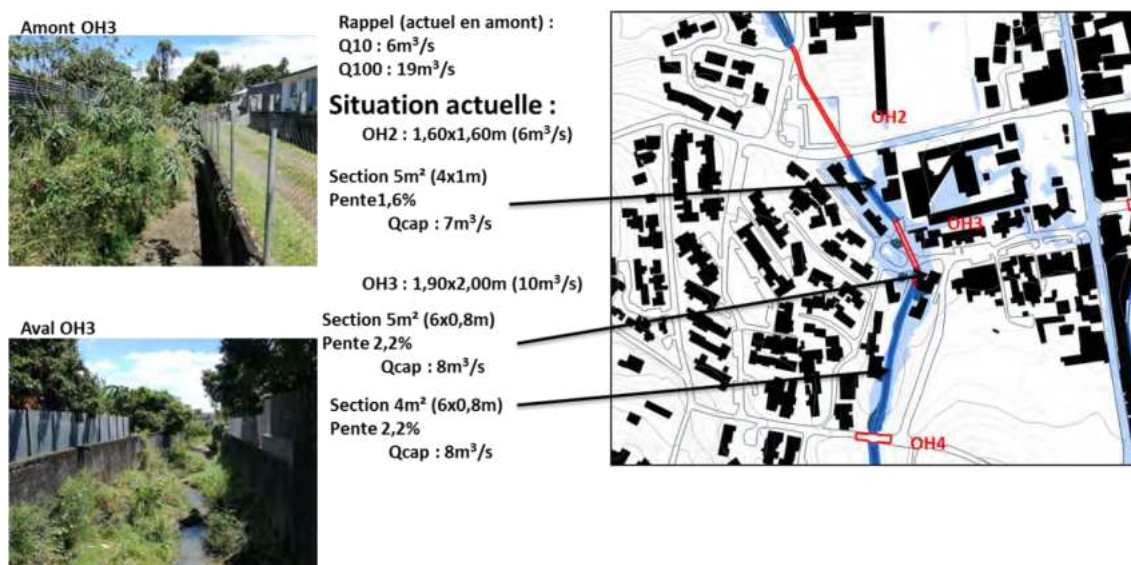


Fig. 80. Configuration actuelle de l'OH3 et de l'OH2

Reprise des OH et recalibrage lit mineur

- OH : 5x1,0m
- Lit mineur
 - Fond naturel : 8x1,60m
 - Fond béton : 5x1,0m

Vérification emprise : bâtiments en limite d'emprise : fond béton

Augmentation de section :

- ⇒ Endiguements latéraux
- ⇒ Approfondissement du lit

Bâtiment pour 8m



Fig. 81. Reprise de l'OH 3 et de l'OH2 et du lit mineur à surface libre sur le secteur du collège

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Ces aménagements à mettre en œuvre pour supprimer totalement les débordements sur ce secteur sont donc les suivants :

- Reprise des OH2 et 3 :
 - OH (x2) : 5,00x1,0 m
- Lit mineur à reprendre (élargissement et approfondissement) :
 - Fond naturel : L x h : 8,0 x 1,60m
 - Ou Fond béton : L x h : 5,0x1,0m
 - Linéaire : 160m + 75m
- Réalisation de levés topographiques complémentaires nécessaires pour affiner l'aménagement et notamment caractériser les implantations des bâtiments de part et d'autre de la ravine, localiser les parties souterraine de ces deux ouvrages. Ces données sont indispensables pour s'assurer de la faisabilité des aménagements envisagés ici.

Les coûts des aménagements envisagés sont estimés à :

- OH3 : 500 k€ HT
- OH2 : 988k€ à 1 300 k€ HT
- Reprise lit mineur (béton) : 300k € à 450k€ HT
- **soit un coût total compris entre 1 288k€ (Q30ans) et 2 300 k€ HT (Q100ans).**

La figure suivante illustre la reprise altimétrique (approfondissement= des portions du lit mineur à ciel ouvert.

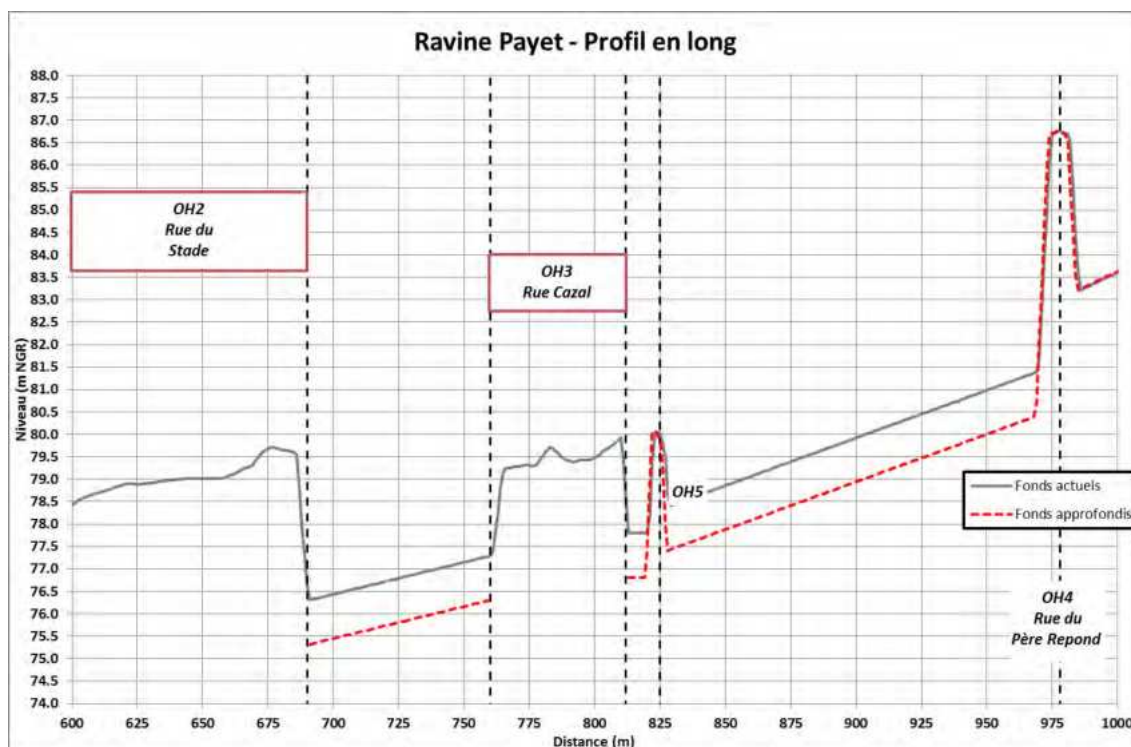


Fig. 82. Schématisation de la reprise des fonds étudiée

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

F. OH1 – Chemin Miguel

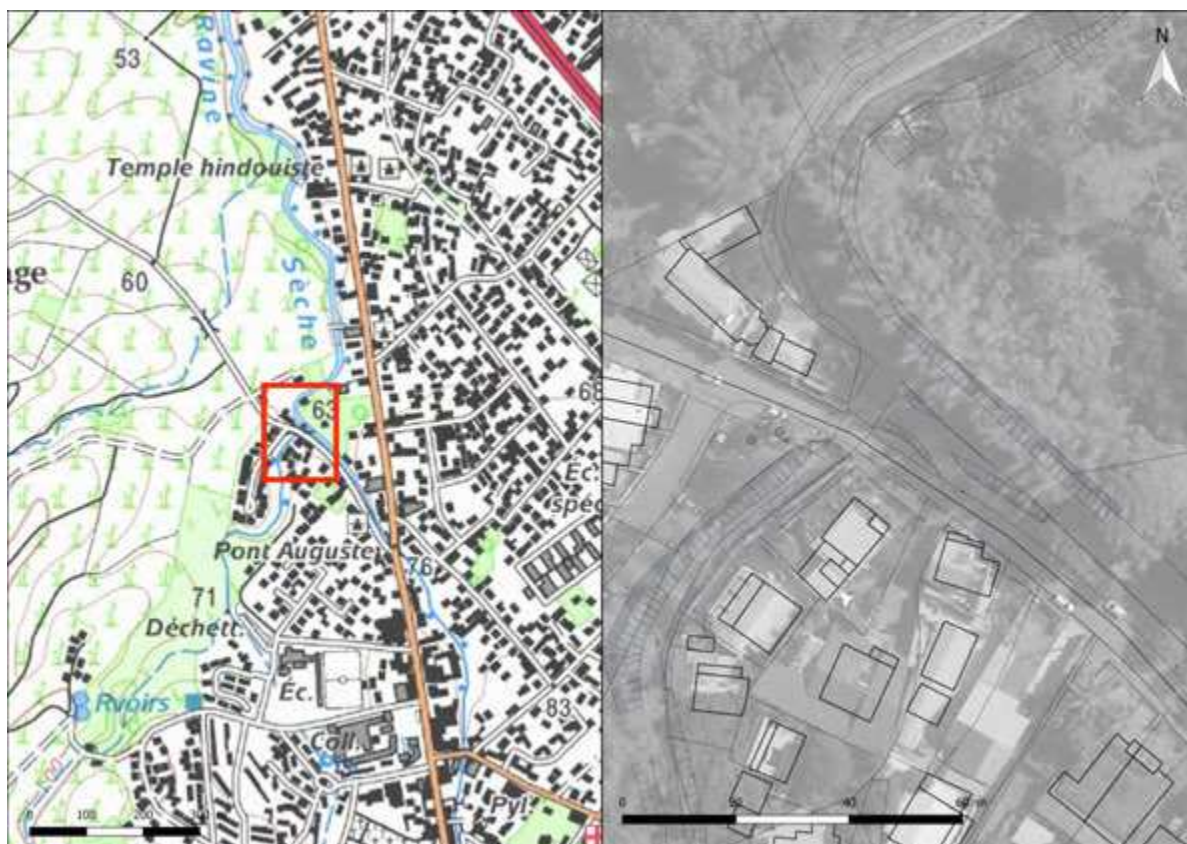


Fig. 83. Localisation - OH1

Tabl. 50 - Description de l'ouvrage hydraulique

DESCRIPTION	
Dimensions de l'ouvrage	Cadre béton L = 4.60m H = 2.0 m
Cotes caractéristiques	Plafond = 66.15 m NGR Fond = 64.10 m NGR L = 4.59m
Section hydraulique	9,20 m ²

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

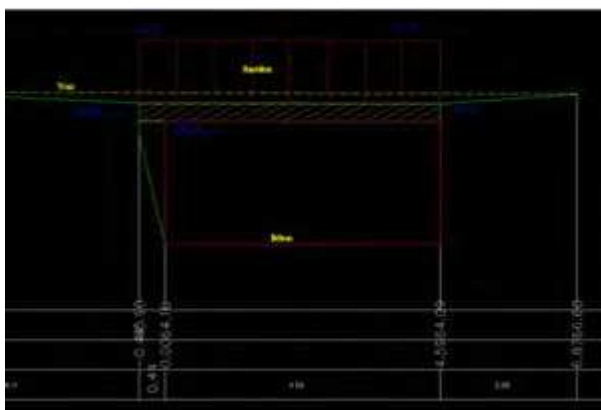


Fig. 84. Plan OH1

Tabl. 51 - Analyse hydraulique – OH Chemin Miguel

Analyse hydraulique	
Débits caractéristiques de la Ravine Payet en amont du centre-ville	$Q_{10} = 16 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{20} = 18 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{30} = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{50} = 40 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{100} = 45 \text{ m}^3/\text{s}$
Débit capable	$Q_{\text{cap}} = 35 \text{ m}^3/\text{s}$ (30 à 50 ans)

Le dimensionnement de cet ouvrage est cohérent avec les sections du lit mineur aux abords de celui-ci. Les enquêtes de terrain font remonter des désordres au niveau des habitations situées en amont immédiat de la confluence avec la Ravine Sèche, comme présenté ci-après.



Fig. 85. Localisation des désordres

POSSIBILITE D'AMENAGEMENT :

Il n'est pas proposé de reprise du pont. Le secteur fera l'objet de mesures de protections collectives.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

G. Synthèse du fonctionnement hydraulique actuel

La figure suivante présente la synthèse des débits de pointe observés sur le secteur d'étude en amont des ouvrages hydrauliques et prenant en compte les effets d'écèlement actuellement observés sur la Ravine Payet.

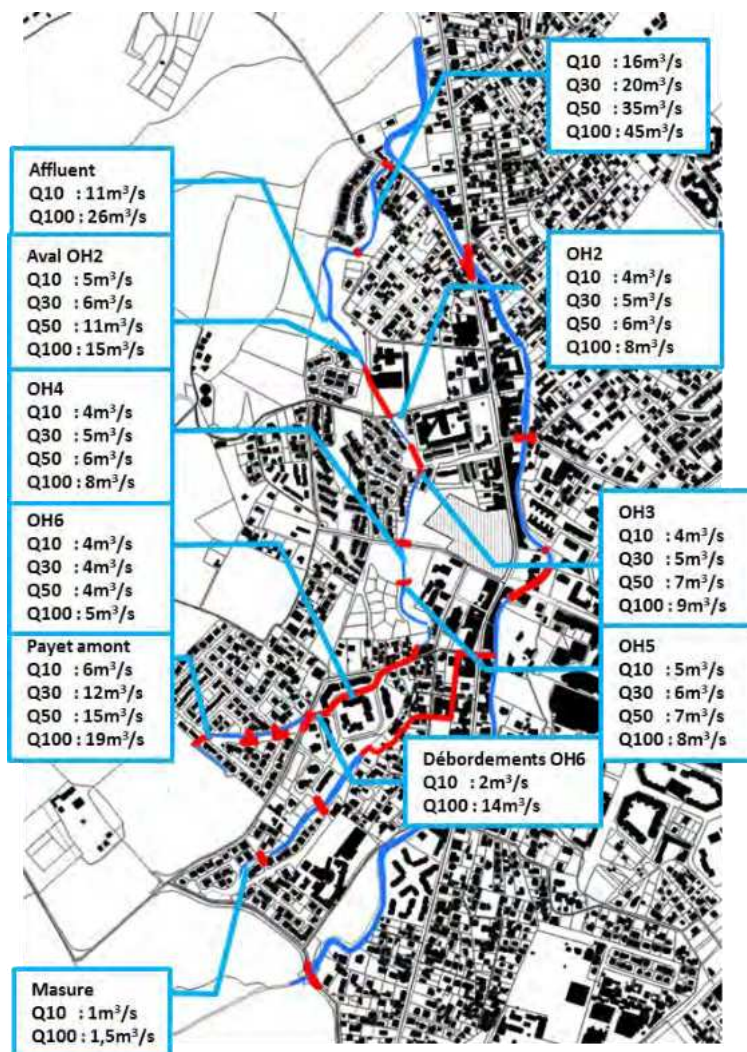


Fig. 86. Débits de pointe sur la Ravine Payet – Configuration sans dérivation amont

Fig. 87. Fonctionnement hydraulique des ponts du centre-ville de Saint-André

Pont	1 ^{er} débordement	Débordement Q 100 ans
Ravine Payet		
OH1 (ch Miguel)	30 à 50 ans	23 m³/s
OH2 (stade)	10 ans	13 m³/s
OH3 (rue Cazal)	> 10 ans	9 m³/s
OH4 (Père répond)	> 10 ans	9 m³/s
OH5	-	-
OH6 (DN800)	<< Q10	18 m³/s
OH7	Q100	4 m³/s
OH8	Q100	4 m³/s

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

- Pour Q10, il n'y a pas d'influence des apports de la Ravine Sèche
- Pour Q100, la Ravine Sèche influe uniquement sur la partie aval : secteur collège (aval OH3) touché par les débordements des ravines Payet et Sèche.
- Les impacts des apports de la Ravine Sèche sur les niveaux d'eau en lit mineur de la Ravine Payet en crue centennale sont de : $\sim +20$ à $+50$ cm sur l'aval du stade.

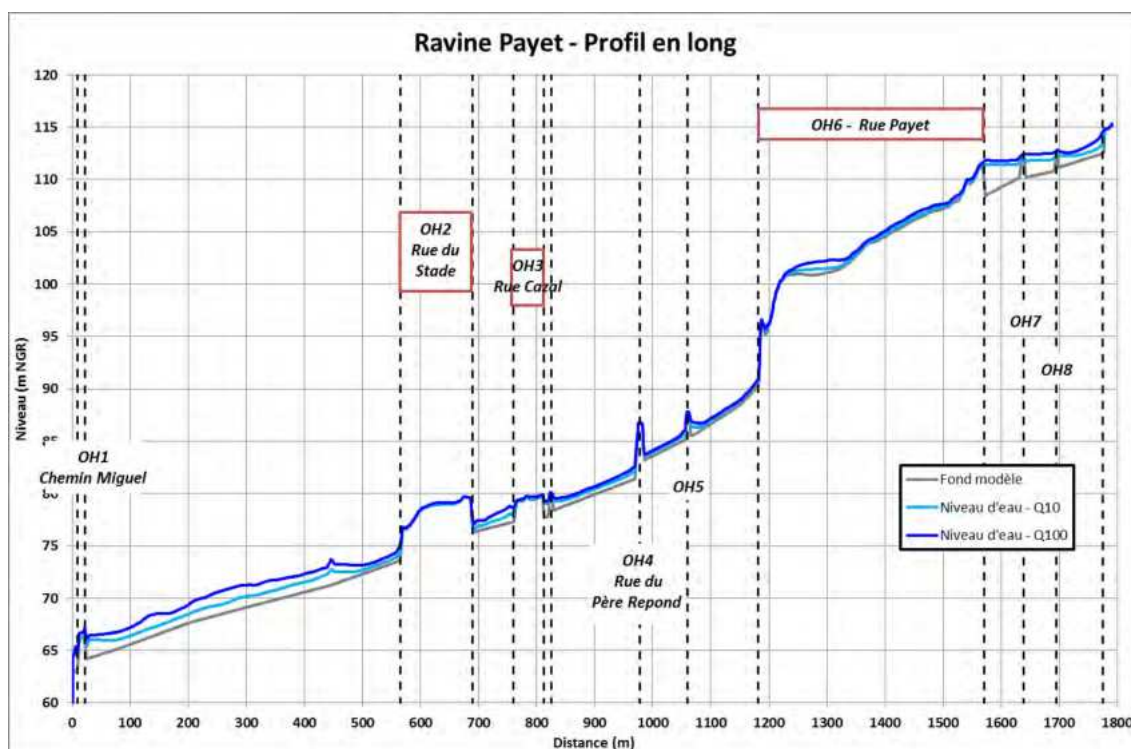


Fig. 88. Profils en long des lignes d'eau pour les crues décennale et centennale de la Ravine Payet – Configuration de référence

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-SuzannePhase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3.2.8.2. Description des aménagements**A. Sans dérivation amont**

Le tableau suivant présente les différents scénarii étudiés dans le cadre de cette configuration.

Il présente la même structure que celle proposée et détaillée précédemment concernant la Ravine Sèche.

a) Scénarii d'aménagements étudiés

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 52 - Synthèse des scénarii de reprise des OH sur la Ravine Payet sans dérivation

Ravine Payet sans apport de la Ravine Sèche Q10/30/50/100ans à l'amont: 6/12/15/19m3/s					
Scénario :	Situation de référence	Reprise OH6	Elargissement des OH	Elargissement des OH	Reprise des OH amont Protections individuelles à l'aval
Niveau de protection mini. Sur le centre-ville de Saint-André	<<Q10ans	Q30ans	Q50ans	Q100ans	Q100ans amont Q15ans aval (si pas de protections)
Nombre de logements concernés		Ravine Sèche traitée : 120 logements 7 ERP	Ravine Sèche traitée : 147 logements 8 ERP	Ravine Sèche traitée : 190 log 8 ERP	Ravine Sèche traitée : 178 logements - reste 121 logements à protéger localement 8 ERP
Coût global	45 000.00 €	2 833 000.00 €	3 951 000.00 €	4 600 000.00 €	2 150 000.00 €
Dérivation le long de la RD46	Q20ans (bv amont RD46) 45 000.00 €				
OH7-OH8 et tronçons	Q50ans			Q100ans 95 000.00 €	Q100ans 95 000.00 €
OH6	<<Q10ans Débordements très importants dans le centre-ville	Q30ans 1 500 000.00 €	Q50ans 1 800 000.00 €	Q100ans 2 010 000.00 €	Q100ans 2 010 000.00 €
OH5	> Q100ans (par rapport au débit amont du centre-ville)				
OH4 Rue du Père Repond	Q25ans (par rapport au débit amont du centre-ville)		Q50ans 117 000.00 €	Q100ans 150 000.00 €	Protections individuelles des bâtiments Zone inondable résiduelle
Tronçon entre OH4 et OH3	Q15ans (par rapport au débit amont du centre-ville)	30ans 180 000.00 €	50ans 216 000.00 €	Q100ans 270 000.00 €	
OH3 Rue Cazal	Q25ans (par rapport au débit amont du centre-ville)		50ans 550 000.00 €	Q100ans 550 000.00 €	
Tronçon entre OH3 et OH2	Q15ans (par rapport au débit amont du centre-ville)	30ans 120 000.00 €	50ans 144 000.00 €	Q100ans 180 000.00 €	
OH2 Rue du Stade	Q10ans (par rapport au débit amont du centre-ville)	30ans 988 000.00 €	50ans 1 079 000.00 €	Q100ans 1 300 000.00 €	
OH1 Chemin Miguel	Q100ans				

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Scénario :	Situation de référence	Reprise OH6	Elargissement des OH	Elargissement des OH	Reprise des OH amont Protections individuelles à l'aval
Niveau de protection mini. Sur le centre-ville de Saint-André	<<Q10ans	Q30ans	Q50ans	Q100ans	
Coût global	45 000.00 €	2 833 000.00 €	3 951 000.00 €	4 600 000.00 €	Q15ans aval si pas de mesures
Remarques	OH6 déborde très rapidement et génère une zone inondée d'emprise très conséquente dans le centre-ville de Saint-André				La reprise des OH amont permet de supprimer en très grande partie la zone inondée dans le centre-ville. Seul le secteur aux abords du collège reste inondé et un nombre très restreint de bâtiment est concerné (10 bâtiments).
Dérivation le long de la RD46	Recalibrage de l'OH existant (phi800 => phi 1800mm) pour Q20ans Débits Ravine Payet : Q10/30/50/100ans à l'aval: 6/12/15/19m3/s Q20ans (bv amont RD46) 45 000.00 €				
OH7-OH8 et tronçons	2OH - 2,00 x 1,25m Canal : 2,0 - 8,0 x 1,50m - L=200ml 15m3/s Q50ans Q10/30/50/100ans à l'aval: 6/12/15/19m3/s			2OH - 4,00 x 1,25m Canal : 3,0 - 10,0 x 1,50m - L=200ml 20m3/s Q100ans 95 000.00 €	2OH - 4,00 x 1,25m Canal : 3,0 - 10,0 x 1,50m - L=200ml 20m3/s Q100ans 95 000.00 €
OH6	phi800mm L=300ml 15m3/s <Q10ans Débordements très importants dans le centre-ville Très fort érotement des débits dans le lit mineur en aval Q10/30/50/100ans à l'aval: 4/4/4/5m3/s	phi2000mm ou 2,25 x 1,50m L=900ml 13m3/s Q30ans 1 500 000.00 €	phi2200mm ou 2,5 x 1,50m L=900ml 17m3/s Q50ans 1 800 000.00 €	phi2300mm ou 3,0 x 1,50m L=300ml 19m3/s Q100ans 2 010 000.00 €	phi2300mm ou 3,0 x 1,50m L=300ml 19m3/s Q100ans 2 010 000.00 €
OH5	2,80 x 2,10m 20m3/s > Q100ans (par rapport au débit amont du centre-ville) Q10/30/50/100ans à l'aval: 5/6/7/8m3/s (retours de débordements dans le lit mineur)				
OH4 Rue du Père Repond	Phi2200mm L=10ml 10m3/s Q25ans (par rapport au débit amont du centre-ville) Q10/30/50/100ans à l'aval: 4/5/6/8m3/s		Phi2500mm L=10ml 15m3/s Q50ans 117 000.00 €	Phi2800mm ou 2,50 x 2,50m L=10ml 19m3/s Q100ans 150 000.00 €	
Tronçon entre OH4 et OH3	Section : 2,5 à 5m² L=120ml 7m3/s Q15ans (par rapport au débit amont du centre-ville) Q10/30/50/100ans à l'aval: 4/5/6/8m3/s	Elargissement du profil de 2,0m L=120ml 13m3/s 30ans 180 000.00 €	Elargissement du profil de 3,0m L=120ml 15m3/s 50ans 216 000.00 €	Elargissement du profil de 4,5m L=120ml 20m3/s Q100ans 270 000.00 €	
OH3 Rue Cazal	1,90 x 2,00m - L=50ml 10m3/s Q25ans (par rapport au débit amont du centre-ville) Q10/30/50/100ans à l'aval: 4/5/7/9m3/s		2,75 x 2,00m - L=50ml 16m3/s 50ans 550 000.00 €	2,75 x 2,00m - L=50ml 16m3/s Q100ans 550 000.00 €	
Tronçon entre OH3 et OH2	Section : 2,5 à 5m² L=80ml 7m3/s Q15ans (par rapport au débit amont du centre-ville) Q10/30/50/100ans à l'aval: 4/5/6/8m3/s	Elargissement du profil de 2,0m L=80ml 13m3/s 30ans 120 000.00 €	Elargissement du profil de 3,0m L=80ml 15m3/s 50ans 144 000.00 €	Elargissement du profil de 4,5m L=80ml 20m3/s Q100ans 180 000.00 €	
OH2 Rue du Stade	1,60 x 1,60m L=130ml 6m3/s Q10ans (par rapport au débit amont du centre-ville) Q10/30/50/100ans à l'aval: 5/6/11/15m3/s (retours de débordements dans le lit mineur)	Phi2200mm L=130ml 14m3/s 30ans 988 000.00 €	Phi2300mm L=130ml 16m3/s 50ans 1 079 000.00 €	Phi2500mm ou 2,50 x 2,50m L=130ml 19m3/s Q100ans 1 300 000.00 €	
OH1 Chemin Miguel	4,60 x 2,0m 35m3/s Q100ans Q10/30/50/100ans à l'aval: 16/20/35/45m3/s (aval affluent de la Ravine Payet)				

Protections individuelles des bâtiments

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 53 - Synthèse des contraintes

Mesures Reprises des OH Ravine Payet	Coût	ENJEUX		Contraintes de mise en œuvre	Synthèse
		Centre-ville	Secteur médian Secteur aval		
Reprise OH6 uniquement	2 833k€ HT	Protection du centre-ville jusqu'à Q30ans (FAKIR) 120 logements concernés (63%) 7 ERP (87%)	Impacts négligeables au regard de la contribution de la Ravine Payet aux débits de crue sur ces secteurs	Reprise de l'OH sous un linéaire important de voirie (300m) Contraintes très fortes – Manque d'informations (topographiques, géotechniques...) pour cadrer l'intervention	63% log. protégés 2 800 k€ 24 k€/log. Contraintes tech. modérées
Reprise des OH	3 951k€ HT	Protection du centre-ville jusqu'à Q50ans 147 logements concernés (77%) 8 ERP (100%)		Idem précédent Reprise de l'OH2 sous 80m de voirie	77% log. protégés 3 900 k€ 27 k€/log. Contraintes tech. modérées
Reprise des OH	4 600k€ HT	Protection du centre-ville jusqu'à Q100ans 190 logements concernés (100%) 8 ERP (100%)		Idem précédent Reprise OH3 sous 50m de voirie	100 % log. protégés 4 600 k€ 24 k€/log. Contraintes tech. modérées
Reprise des OH amont Protections individuelles à l'aval (à définir)	2 150k€ HT	Protection totale du centre- ville jusqu'à Q100ans sur l'amont Protection actuelle (Q15ans) sur le secteur du collège (12 log.) si pas de mesures de protections spécifiques		Protections individuelles non chiffrées (12 bâtiments concernés) Acceptation d'une zone inondée résiduelle restreinte sur la voirie sans création d'îlot de vulnérabilité ni d'impact fort sur la continuité de circulation de la zone (déviations et accès aux bâtiments possibles)	94 % log. protégés 2 150 k€ 12 k€/log Contraintes tech. modérés

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

b) Efficacité hydraulique

Les cartes suivantes présentent les impacts de la reprise de l'OH6 sur l'emprise des zones inondées sur le centre-ville de Saint-André pour les crues décennale et centennale.

Elles mettent bien en évidence le rôle majeur joué par cet ouvrage sur l'inondation de la partie amont du centre-ville et la nécessité de proposer une reprise de celui-ci. La reprise de cet ouvrage ne permet pas à lui seul de supprimer totalement les débordements.



Fig. 89. Impacts de la reprise de l'OH6 sur les zones inondées

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Les figures suivantes présentent les impacts sur les niveaux d'eau maximaux associés à la reprise de l'OH6 pour la crue décennale et pour la crue centennale.

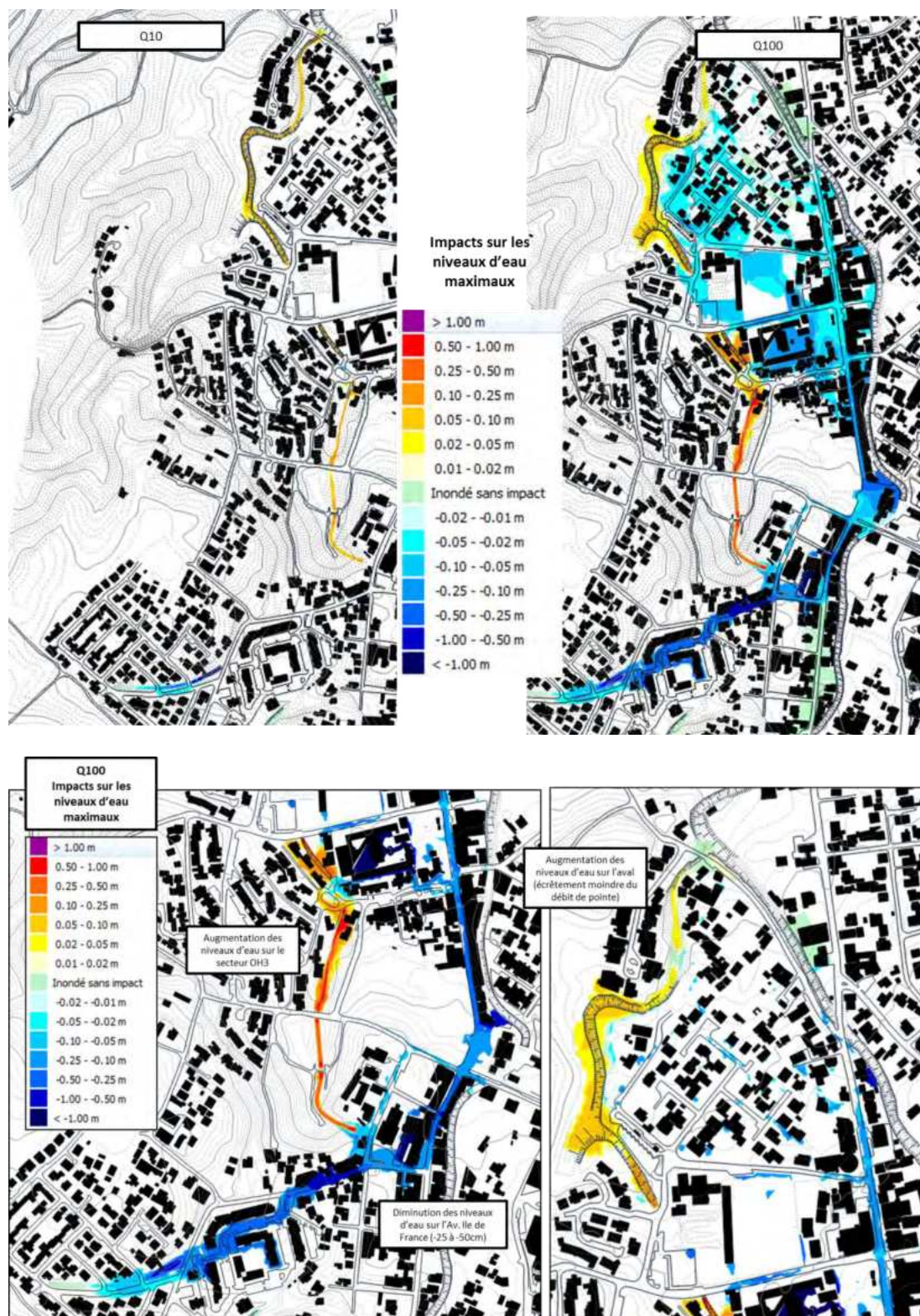


Fig. 90. Impacts de la reprise de l'OH6 sur les niveaux aval

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

La figure suivante montre que la reprise des ouvrages amont (OH8, OH7 et OH6) permet bien de supprimer totalement les débordements sur la partie amont du centre-ville pour une crue centennale.

Avec la reprise de l'OH6, les seuls débordements qui subsistent pour une crue centennale de la Ravine Payet se situent sur le secteur du collège. Les débordements restent cantonnés à ce secteur et à la proximité du lit mineur de la ravine.

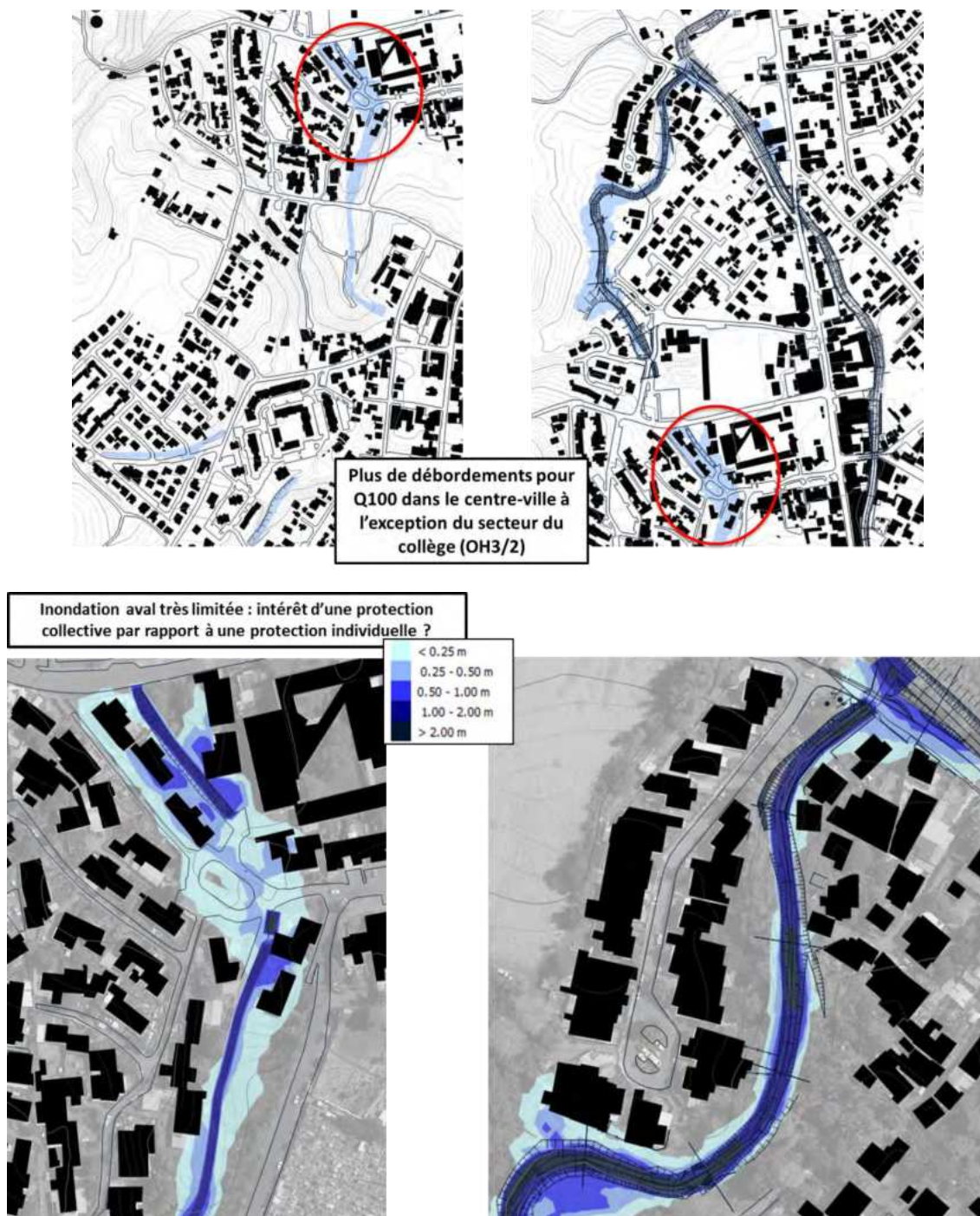


Fig. 91. Zone inondée résiduelle après reprise des ouvrages OH8, OH7 et OH6 – Crue centennale sans apports de la Ravine Sèche

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

La figure suivante présente la suppression de zones inondées générée par la reprise des ouvrages 8, 7 et 6. Elle illustre parfaitement la forte réduction de la vulnérabilité du territoire proposée par cet aménagement.

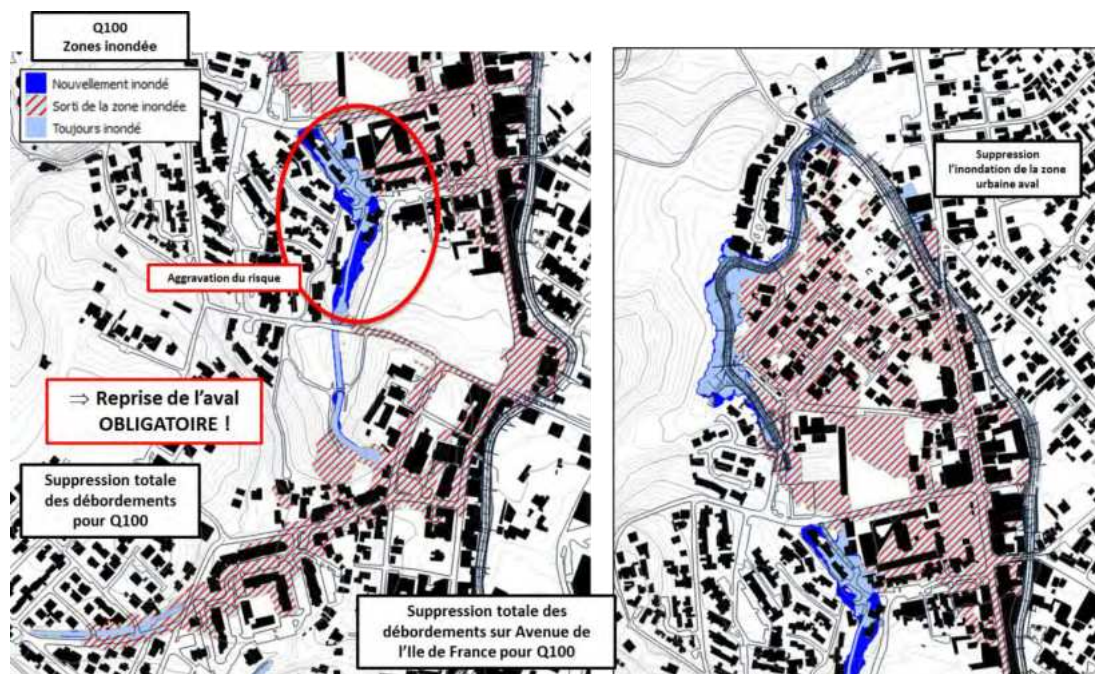


Fig. 92. Impacts de la reprise des OH 6, 7 et 8 sur les emprises inondées en crue centennale – Sans débordements de la Ravine Sèche

Les impacts hydrauliques associés à la reprise de ces ouvrages amont sur les niveaux d'eau obtenus en crue centennale sont présentés ci-après :

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

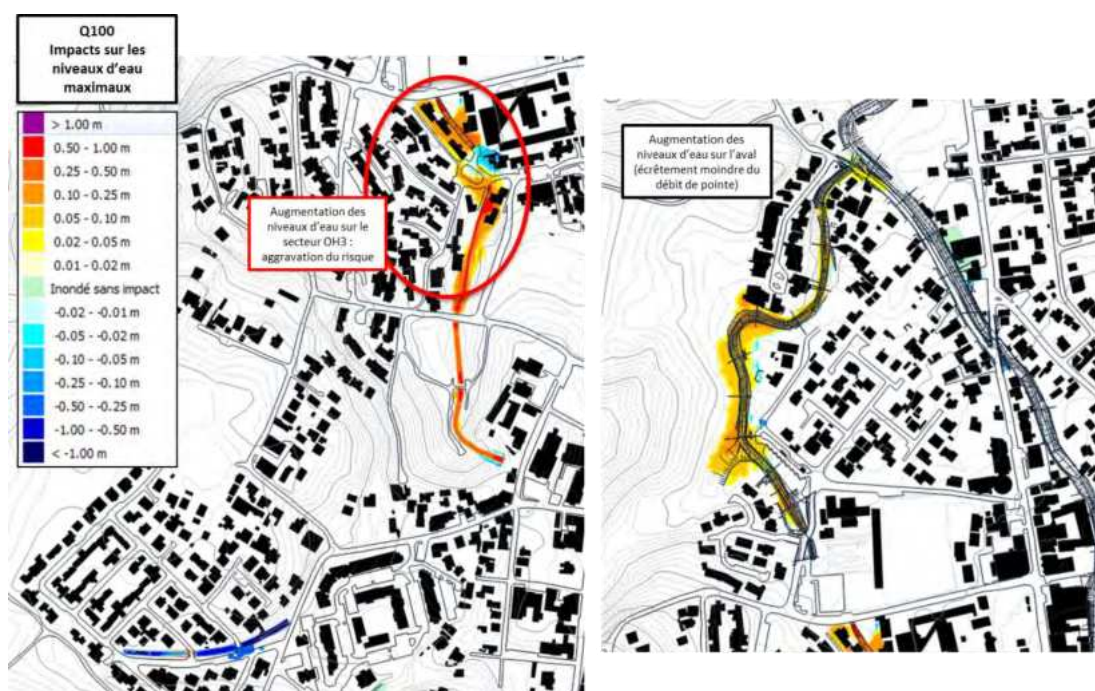


Fig. 93. Impacts de la reprise des OH 6, 7 et 8 sur les niveaux d'eau maximaux – Crue centennale

Ainsi, au niveau du collège, la zone d'inondation résiduelle suivante est observée pour la crue centennale. Au total, avec la reprise des ouvrages amont, il reste sur ce secteur **12 logements individuels touchés** (situés en bordure de la zone inondable) :

- 4 sont concernés par des hauteurs d'eau inférieures à 25 cm,
- 4 sont concernés par des hauteurs d'eau comprises entre 25 et 50cm,
- 4 sont concernés par des hauteurs d'eau comprises entre 0.50 et 1.00m]

Au regard du coût de reprise et du nombre d'enjeux touchés se pose la question de la mise en mesures de protections locales en lieu et place de la reprise des deux ouvrages aval (OH3 et OH2 et des portions de lit mineur à surface libre : coût estimé des travaux d'environ 2,1M€ HT)

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

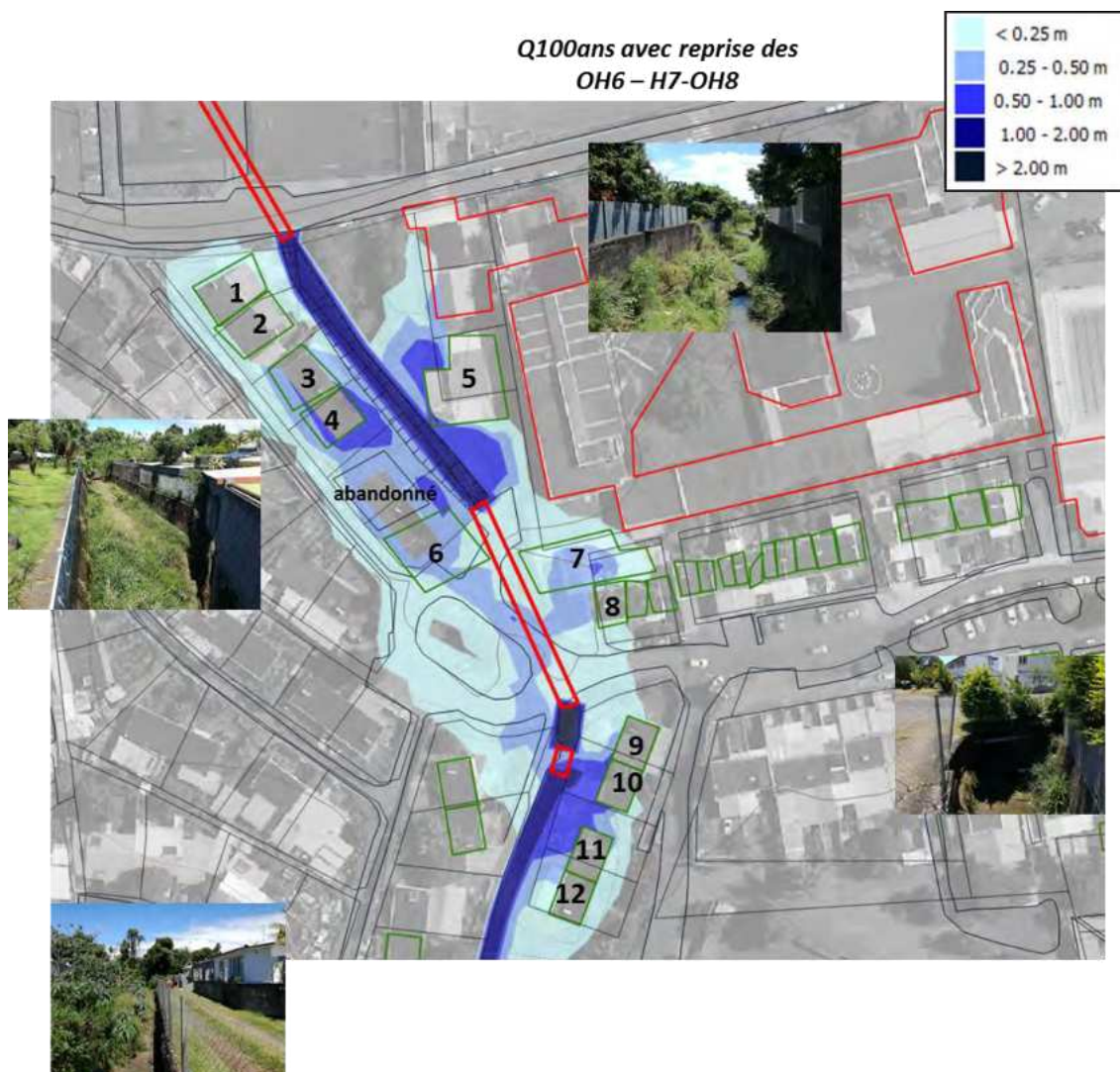


Fig. 94. Logements impactés en crue centennale avec la reprise des ouvrages amont – Configuration sans dérivation amont de la Ravine Payet

Les débits de pointe observés sur le secteur d'étude pour la configuration avec reprise des ouvrages amont sont présentés sur la figure suivante :

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

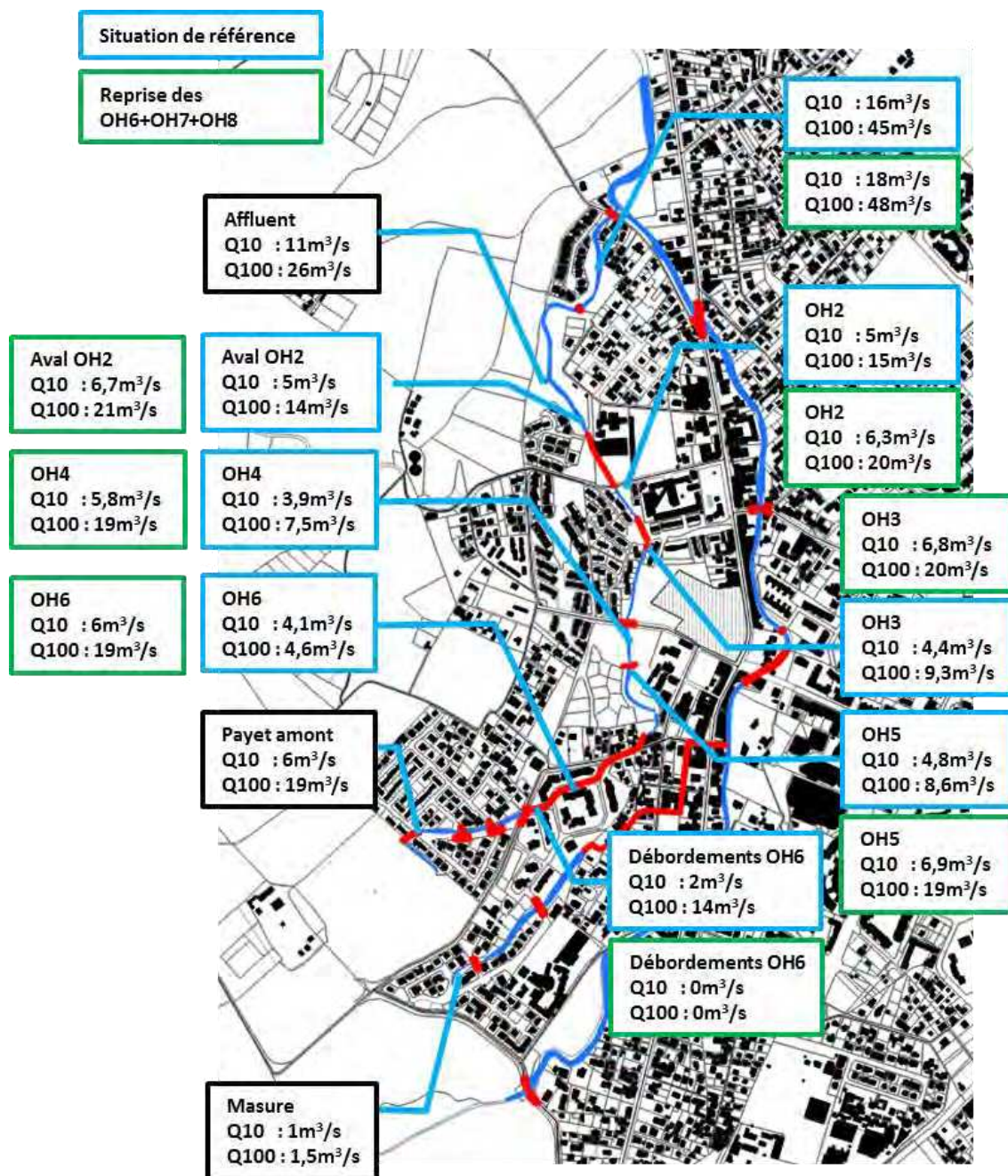


Fig. 95. Débits de pointe de la Ravine Payet en situation de référence et en situation avec reprise des OH8,7 et 6 – Configuration sans dérivation amont

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

B. Prise en compte d'une dérivation des apports amont

a) Scénarii d'aménagement étudiés

Avec la mise en œuvre des travaux de dérivation en amont, les débits de pointe de la Ravine Payet à considérer sont les suivants :

Tabl. 54 - Débits de pointe de la Ravine Payet pour les différentes configurations de dérivation des apports amont

	10ans	20ans	30ans	50ans	100ans
1 - Situation de référence réelle (OH Phi 800 limitant) : débordements vers l'aval du bv	11	14	18	23	27
2 - Situation de référence avec OH repris pour Q20 (vers Ravine Sèche)	6	8	12	15	19
3 – Dérivation totale des apports amont vers la Ravine Sèche	5	6,4	7,6	8,8	10,3

Les différents aménagements étudiés pour cette configuration sont présentés dans les tableaux suivants :

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 55 - Synthèse des scénarii de reprise des OH sur la Ravine Payet avec dérivation totale

Ravine Payet sans apport de la Ravine Sèche Dérivation totale des apports du bassin en amont de la RD46 vers la Ravine Sèche Q10/30/50/100ans à l'amont: 6/12/15/19m3/s						
Scénario :	Situation de référence	Aménagement amont uniquement : Interception et dérivation totale vers la Ravine Sèche des apports du bassin amont de la Ravine Payet pour Q100ans	Dérivation amont totale Reprise des OH	Dérivation amont totale Reprise des OH	Dérivation amont totale Reprise des OH	Dérivation amont totale Reprise des OH amont Protection individuelle à l'aval
Niveau de protection mini. Sur le centre-ville de Saint-André	<<Q10ans	<<Q10ans	Q30ans	Q50ans	Q100ans	Q100ans amont Q25ans aval (si pas de protections)
Nombre de logements concernés		Très faible (non estimé)	Ravine Sèche traitée : 120 logements 7 ERP	Ravine Sèche traitée : 147 logements 8 ERP	Ravine Sèche traitée : 190 logements 8 ERP	Ravine Sèche traitée : 178 logements - 12 logements à protéger 8 ERP
Coût global	45k€ HT	718k€ HT	2 663 000.00 €	2 989 000.00 €	3 326 000.00 €	2 068 000.00 €
Dérivation le long de la RD46	45 000.00 €	718 000.00 €	718 000.00 €	718 000.00 €	718 000.00 €	718 000.00 €
OH7-OH8 et tronçons	Q50ans	Q100ans				
OH6	<<Q10ans Débordements très importants dans le centre-ville Très fort écoulement des débits dans le lit mineur en aval	<<Q10ans Débordements très importants dans le centre-ville Très fort écoulement des débits dans le lit mineur en aval	Q30ans	Q50ans	Q100ans	Q100ans
			1 230 000.00 €	1 290 000.00 €	1 350 000.00 €	1 350 000.00 €
OH5	> Q100ans (par rapport au débit amont du centre-ville)	> Q100ans (par rapport au débit amont du centre-ville)				
OH4 Rue du Père Repond	Q25ans (par rapport au débit amont du centre-ville)	Q100ans (par rapport au débit amont du centre-ville)				
Tronçon entre OH4 et OH3	Q15ans (par rapport au débit amont du centre-ville)	Q30ans (par rapport au débit amont du centre-ville)		Q50ans 344 000.00 €	Q100ans 162 000.00 €	Protections individuelles des bâtiments Zones inondées résiduelles
OH3 Rue Cazal	Q25ans (par rapport au débit amont du centre-ville)	Q100ans (par rapport au débit amont du centre-ville)				
Tronçon entre OH3 et OH2	Q15ans (par rapport au débit amont du centre-ville)	Q30ans (par rapport au débit amont du centre-ville)		Q50ans 96 000.00 €	Q100ans 108 000.00 €	
OH2 Rue du Stade	Q10ans (par rapport au débit amont du centre-ville)	Q25ans (par rapport au débit amont du centre-ville)	Q30ans 715 000.00 €	Q50ans 741 000.00 €	Q100ans 988 000.00 €	
OH1 Chemin Miguel	Q100ans	Q100ans				

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Scénario :	Situation de référence	Aménagement amont uniquement : Interception et déviation totale vers la Ravine Sèche des apports du bassin amont de la Ravine Payet pour Q100ans	Dérivation amont totale Reprise des OH	Dérivation amont totale Reprise des OH	Dérivation amont totale Reprise des OH	Dérivation amont totale Reprise des OH amont Protection individuelle à l'aval
Niveau de protection mini. Sur le centre-ville de Saint-André	<<Q10ans	<<Q10ans	Q30ans	Q50ans	Q100ans	Q100ans amont Q25ans aval (si pas de protections)
Coût global	45k€ HT	718k€ HT	2 663 000.00 €	2 989 000.00 €	3 326 000.00 €	2 068 000.00 €
Remarques	OH6 déborde très rapidement et génère une zone inondée d'emprise très conséquente dans le centre-ville de Saint-André.	Abaissement de Q100ans de 50% Aménagement insuffisant pour protéger le centre-ville pour Q10ans (OH6 déborde)				La reprise des OH amont permet de supprimer en très grande partie la zone inondée dans le centre-ville. Seul le secteur aux abords du collage reste inondé et un nombre très restreint de bâtiment est concerné (10 bâtiments).
Dérivation le long de la RD46	Recalibrage de l'OH existant (phi800 => phi 1800mm) pour Q20ans	Recalibrage de l'OH et du fossé existant pour dériver une partie du bv amont jusqu'à Q100ans OH : phi 2000mm fossé repris 2,0 x 1,25 / 2,0 x 1,0 L=350 + 300ml + création muret : L=250ml - H=1,0m + fossé béton 2,50 x 1,0m - L=200ml + OH franchissement (phi 1000mm)	Recalibrage de l'OH et du fossé existant pour dériver une partie du bv amont jusqu'à Q100ans OH : phi 2000mm fossé repris 2,0 x 1,25 / 2,0 x 1,0 L=350 + 300ml + création muret : L=250ml - H=1,0m + fossé béton 2,50 x 1,0m - L=200ml + OH franchissement (phi 1000mm)	Recalibrage de l'OH et du fossé existant pour dériver une partie du bv amont jusqu'à Q100ans OH : phi 2000mm fossé repris 2,0 x 1,25 / 2,0 x 1,0 L=350 + 300ml + création muret : L=250ml - H=1,0m + fossé béton 2,50 x 1,0m - L=200ml + OH franchissement (phi 1000mm)	Recalibrage de l'OH et du fossé existant pour dériver une partie du bv amont jusqu'à Q100ans OH : phi 2000mm fossé repris 2,0 x 1,25 / 2,0 x 1,0 L=350 + 300ml + création muret : L=250ml - H=1,0m + fossé béton 2,50 x 1,0m - L=200ml + OH franchissement (phi 1000mm)	Recalibrage de l'OH et du fossé existant pour dériver une partie du bv amont jusqu'à Q100ans OH : phi 2000mm fossé repris 2,0 x 1,25 / 2,0 x 1,0 L=350 + 300ml + création muret : L=250ml - H=1,0m + fossé béton 2,50 x 1,0m - L=200ml + OH franchissement (phi 1000mm)
	12m3/s	20m3/s	20m3/s	20m3/s	20m3/s	20m3/s
	Débites Ravine Payet : Q10/30/50/100ans à l'aval: 6/12/15/19m3/s	Débites Ravine Payet : Q10/30/50/100ans à l'aval: 5/8/9/10m3/s	Débites Ravine Payet : Q10/30/50/100ans à l'aval: 5/8/9/10m3/s	Débites Ravine Payet : Q10/30/50/100ans à l'aval: 5/8/9/10m3/s	Débites Ravine Payet : Q10/30/50/100ans à l'aval: 5/8/9/10m3/s	Débites Ravine Payet : Q10/30/50/100ans à l'aval: 5/8/9/10m3/s
	45 000.00 €	718 000.00 €	718 000.00 €	718 000.00 €	718 000.00 €	718 000.00 €
OH7-OH8 et tronçons	2OH - 2,00 x 1,25m Canal : 2,0 - 8,0 x 1,50m - L=200ml	2OH - 2,00 x 1,25m Canal : 2,0 - 8,0 x 1,50m - L=200ml				
	15m3/s	15m3/s				
	Q50ans	Q100ans				
	Q10/30/50/100ans à l'aval: 6/12/15/19m3/s	Q10/30/50/100ans à l'aval: 5/8/9/10m3/s				
OH6	phi800mm L=300ml 1,5m3/s <<Q10ans Débordements très importants dans le centre-ville Très fort excès de débits dans le lit mineur en aval Q10/30/50/100ans à l'aval: 4/4/4/5m3/s	phi800mm L=300ml 1,5m3/s <<Q10ans Débordements très importants dans le centre-ville Très fort excès de débits dans le lit mineur en aval Toujours des débordements très conséquents qui concernent une emprise très importante et un grand nombre de bâtiments du centre-ville	phi1600mm L=300ml 7,5m3/s Q30ans	phi1700mm L=300ml 9m3/s Q50ans	phi1800mm ou 2,00 x 1,50m L=300ml 10m3/s Q100ans	phi1800mm ou 2,00 x 1,50m L=300ml 10m3/s Q100ans
			1 230 000.00 €	1 290 000.00 €	1 350 000.00 €	1 350 000.00 €
OH5	2,80 x 2,10m 20m3/s > Q100ans (par rapport au débit amont du centre-ville) Q10/30/50/100ans à l'aval: 5/6/7/8m3/s (retours de débordements dans le lit mineur)	2,80 x 2,10m 20m3/s > Q100ans (par rapport au débit amont du centre-ville)				
OH4 Rue du Père Repond	Phi2200mm L=10ml 10m3/s Q25ans (par rapport au débit amont du centre-ville) Q10/30/50/100ans à l'aval: 4/5/6/8m3/s	Phi2200mm L=10ml 10m3/s Q100ans (par rapport au débit amont du centre-ville)				
Tronçon entre OH4 et OH3	Section : 2,5 à 5m² L=120ml 7m3/s Q15ans (par rapport au débit amont du centre-ville) Q10/30/50/100ans à l'aval: 4/5/6/8m3/s	Section : 2,5 à 5m² L=120ml 7m3/s Q30ans (par rapport au débit amont du centre-ville)		Elargissement du profil de 1,0m L=120ml 9,8m3/s Q50ans 144 000.00 €	Elargissement du profil de 1,5m L=120ml 11m3/s Q100ans 162 000.00 €	Protections individuelles des bâtiments
OH3 Rue Cazal	1,90 x 2,00m L=50ml 10m3/s Q25ans (par rapport au débit amont du centre-ville) Q10/30/50/100ans à l'aval: 4/5/7/9m3/s	1,90 x 2,00m L=50ml 10m3/s Q100ans (par rapport au débit amont du centre-ville)				
Tronçon entre OH3 et OH2	Section : 2,5 à 5m² L=80ml 7m3/s Q15ans (par rapport au débit amont du centre-ville) Q10/30/50/100ans à l'aval: 4/5/6/8m3/s	Section : 2,5 à 5m² L=80ml 7m3/s Q30ans (par rapport au débit amont du centre-ville)		Elargissement du profil de 1,0m L=80ml 9,8m3/s Q50ans 96 000.00 €	Elargissement du profil de 1,5m L=80ml 11m3/s Q100ans 108 000.00 €	
OH2 Rue du Stade	1,60 x 1,60m L=130ml 6m3/s Q30ans (par rapport au débit amont du centre-ville) Q10/30/50/100ans à l'aval: 5/6/11/15m3/s (retours de débordements dans le lit mineur)	1,60 x 1,60m L=130ml 6m3/s Q20ans (par rapport au débit amont du centre-ville) Débordements qui restent cantonnés à proximité du lit mineur (pas de propagation dans le centre-ville)	Phi1800mm L=130ml 8,2m3/s Q30ans	Phi 1900mm L=130ml 9,5m3/s Q50ans	Phi2000mm L=130ml 11m3/s Q100ans	
			715 000.00 €	741 000.00 €	988 000.00 €	
OH1 Chemin Miguel	4,60 x 2,0m 35m3/s Q100ans Q10/30/50/100ans à l'aval: 16/20/35/45m3/s (aval affluent de la Ravine Payet)	4,60 x 2,0m 35m3/s Q100ans				

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 56 - Synthèse des contraintes

Mesures Dérivation partielle de la Ravine Payet	Coût	ENJEUX		Contraintes de mise en œuvre	Synthèse
		Protections Centre-ville	Impacts Centre- ville et secteurs médian et aval		
Dérivation totale des apports amont de la Ravine Payet Sans reprise des ouvrages	718k€ HT	Protection <<Q10ans Diminution de Q100ans de : 50% Faible évolution de la situation actuelle		Création d'un système d'endiguement à déclarer pour la dérivation totale A confirmer DEAL	<i>Non acceptable (protection < FAKIR) A valider</i>
Dérivation totale des apports amont de la Ravine Payet Reprise des ouvrages	2 663k€HT <i>2,8M€ sans dériv.</i>	Protection du centre-ville jusqu'à Q30ans écrêté (FAKIR) 120 logements concernés (63%) 7 ERP (87%)	Centre-ville : Augmentation négligeable du débit dans la Ravine Sèche Q100ans : +6,9% Décalage des pics de crue entre Ravine Payet et Ravine Sèche	Non impact environnemental de la déviation à démontrer Reprise des ouvrages : mêmes contraintes que celles décrites précédemment	63 % log. protégés 2 800 k€ 23 k€/log. Contraintes tech. modérées
Dérivation totale des apports amont de la Ravine Payet Reprise des ouvrages	2 989k€ H <i>3,9M€ sans dériv.</i>	Protection du centre-ville jusqu'à Q50ans 147 logements concernés (77%) 8 ERP (100%)			77 % log. protégés 3 500 k€ 24 k€/log Contraintes tech. modérées
Dérivation totale des apports amont de la Ravine Payet Reprise des ouvrages	3 326k€ HT <i>4,6M€ sans dériv.</i>	Protection du centre-ville jusqu'à Q100ans 190 logements concernés (100%) 8 ERP (100%)	Impact compensé par la mise en œuvre des mesures douces de ralentissement dynamique en amont		100 % log. protégés 3 800 k€ 20 k€/log Contraintes tech. modérées
Dérivation totale des apports amont de la Ravine Payet Reprise des ouvrages amont Protections individuelles à l'aval	2 068k€ HT <i>2,1M€ sans dériv.</i>	Protection du centre-ville jusqu'à Q100ans en amont Secteur collège : protection Q20ans (Q25ans) si pas de mesures de protections spécifiques 178 logements concernés (93%) 12 logements sont concernés par les mesures individuelles	Secteurs médian et aval : impacts nuls	Protections individuelles non chiffrées (12 bâtiments concernés) Acceptation d'une zone inondée résiduelle restreinte sur la voirie (possibilité de déviation via voies connexes) Sans enclavement des habitations inondées	94 % log. protégés 2 000 k€ 11 k€/log Contraintes tech. modérées

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

b) Efficacité hydraulique

Les figures suivantes présentent, pour la configuration intégrant la dérivation totale des apports amont de la Ravine Payet, les zones d'inondation résiduelles obtenues avec et sans prise en compte des travaux de reprise de l'ouvrage 6 et pour la crue centennale.

La reprise de l'OH6 pour cette configuration permet de supprimer les débordements sur le secteur amont. Quelques débordements subsistent sur le secteur du collège, ces débordements restent très proches de ceux observés pour la configuration sans dérivation des apports amont de la Ravine Payet (cf. paragraphes précédents).

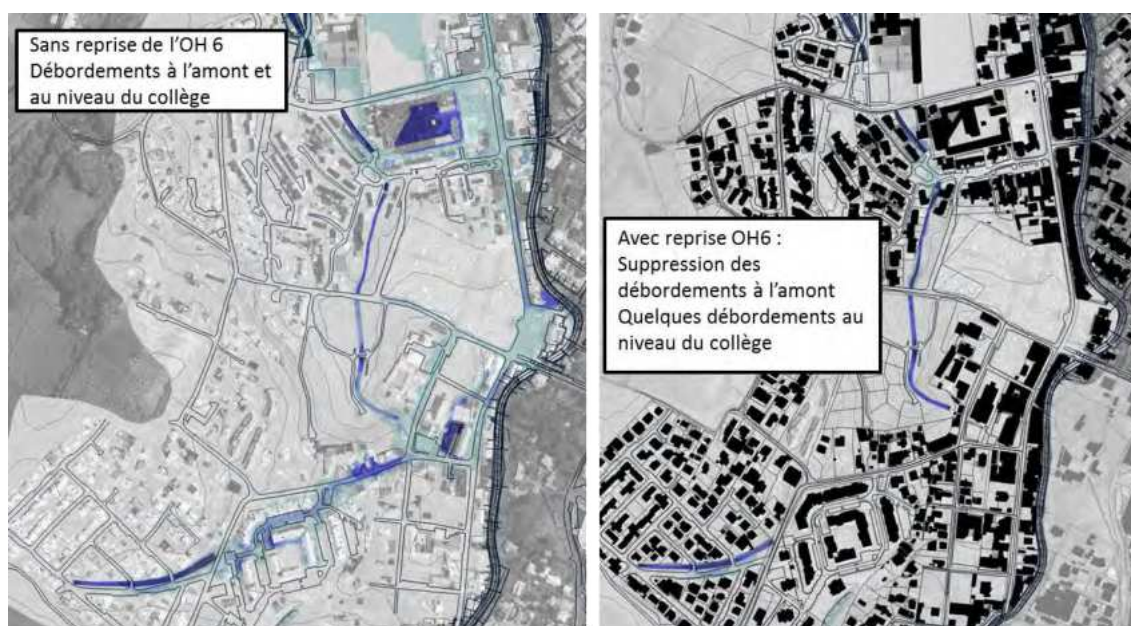


Fig. 96. Impacts de la reprise de l'OH6 e de la dérivation totale des apports amont de la Ravine Payet sur les inondations – Crue centennale sans apports de la Ravine Sèche

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3.3. Mesures de protections collectives : systèmes d'endiguement

Ces mesures sont définies à la fin du processus itératif de définition des 3 scénarii.

3.3.3.1. OBJECTIFS ET STRATEGIES

L'objectif de ce principe d'action est de protéger les enjeux des secteurs médian et aval du risque inondation. Pour cela, des mesures visant à empêcher les débordements d'atteindre les zones à enjeux sont mis en œuvre (principalement sous la forme d'endiguements en lit majeur).

3.3.3.2. PRINCIPES

Sur les secteurs présentant une forte densité d'enjeux vulnérables et situés en retrait du lit mineur, il est préférable de mettre en œuvre des mesures de protections collectives pour assurer la protection de ces enjeux. Ces mesures se traduisent généralement par la mise en œuvre de digues, diguettes ou des merlons de protections en lit majeur.

Ce principe de protection présente les avantages suivants :

- conservation de l'emprise maximale de la zone d'expansion des crues dans des zones d'écoulements non actifs, ce qui limite l'aggravation du risque pour les tiers,
- limitation des hauteurs des protections à mettre en œuvre et des sollicitations hydrauliques auxquelles ces aménagements sont soumis du fait de l'éloignement du lit mineur et des zones d'écoulement fort (par rapport à une protection en bordure de lit mineur).

Afin de :

- **caractériser la pertinence ou non de la mise en œuvre de ce principe de protection collective sur les différents secteurs étudiés,**
- **comparer l'efficacité des différents systèmes entre eux,**

nous nous sommes basés sur l'indicateur suivant : coût des travaux / nombre de logements protégés. Cet indicateur nous a permis d'argumenter nos préconisations concernant la prise en compte ou non des actions étudiées dans le cadre cet axe.

3.3.3.3. CONTRAINTES ASSOCIEES

Ce principe de mesures collectives se traduit par la création d'un risque nouveau lié à la possibilité de défaillance de ces nouvelles protections ou à leur surverse pour des évènements supérieurs aux évènements de dimensionnement.

L'effet de l'inondation est alors encore plus soudain et rapide que ce qui est observé actuellement, pour des territoires sur lesquels les populations peuvent perdre au fil du temps la notion de risque du fait du bon fonctionnement de ces protections pour des crues de faibles occurrences.

La mise en œuvre de nouveaux systèmes d'endiguements va entraîner une reprise des zonages réglementaire pour les secteurs en arrière de ceux-ci. L'emprise de la zone arrière à considérer comme une zone inconstructible est de 50 m a minima (réglementation en cours d'évolution – à définir avec les services de la DEAL).

La mise en œuvre de ces systèmes d'endiguement ne peut donc pas permettre l'ouverture à l'urbanisation de zones actuellement inondables.

La création d'un système d'endiguement nécessite également l'identification de la structure gestionnaire et la déclaration de celui-ci.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3.3.4. ACTIONS : MESURES DE PROTECTIONS COLLECTIVES ENVISAGEES

La réflexion à mener concernant la mise en œuvre de ce principe d'aménagement est identique pour tous les secteurs à protéger. Sur la base du recensement de la vulnérabilité des enjeux (principalement des enjeux bâtis), **les emprises des zones à protéger par la mise en œuvre de mesures collectives retenues sont définies de manière large afin de déterminer l'impact maximal à attendre.**

Ces emprises sont affinées par la suite au regard du comportement hydraulique local identifié, sur proposition argumentée de notre part et de manière concertée avec le Maître d'Ouvrage dans la suite de la Phase 2.

Les simulations sont menées en considérant les protections comme totalement insubmersibles, ce qui permettra ainsi de définir les niveaux d'eau maximaux pouvant être atteints au droit de celles-ci pour les différentes crues étudiées (la crue centennale dans les scénarii d'aménagements préliminaires).

Si ce principe de protection est retenu pour ce secteur dans les scénarii finaux, la protection de cette zone contre les inondations fluviales ne devra pas créer une cuvette pouvant se remplir en cas de problématique de submersion marine depuis l'aval, et créer ainsi une zone de grand danger potentiel en ne prévoyant aucune évacuation possible pour les eaux pénétrant éventuellement sur le site.

3.3.3.4.1. Action 1 : Protection des secteurs d'habitat dense

Les secteurs de commune Bègue, du Quartier Français et du Quartier de La Marine concentrent essentiellement des enjeux d'habitat sur les secteurs médian et aval.

Du fait de leur éloignement l'un de l'autre, les impacts associés à la protection de ces deux secteurs sont fortement indépendants et peuvent ainsi être déterminés à partir d'un même calcul.

L'analyse de la protection collective des enjeux de ces deux secteurs peut donc être menée dans la même modélisation

Celle-ci permettra de mettre en évidence les éventuels impacts de la protection des secteurs urbanisés sur le site industriel de Bois Rouge, enjeux d'importance de la zone.

A. Commune Bègue

La protection des enjeux vulnérables identifiés sur la commune Bègue nécessite la mise en œuvre d'un endiguement spécifique le long de la ravine affluent de rive gauche de la Grande Rivière Saint-Jean sur 300 m environ, la reprise de la rive sur un linéaire de 300 m environ et la création de 2 ouvrages hydrauliques au niveau des voiries existantes qui seront à surélever au niveau de l'endiguement.

La hauteur des endiguements sur ce secteur est d'environ 50 cm.

Cet aménagement nécessite :

- une intervention en parcelles privées
- la création et la déclaration d'un système d'endiguement, ce qui implique: création d'une zone de sur-aléa en arrière d'urbanisation très contrainte (voire interdite) et la définition d'un gestionnaire,

Le coût de mise en œuvre de cet aménagement est d'environ 415k€ HT, hors coût d'acquisition foncière et des études préalables.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Le ratio d'efficacité de cet aménagement est de 14k€/logement protégé, ce qui permet de préconiser la mise en œuvre de cet aménagement dans le cadre du scénario à retenir.

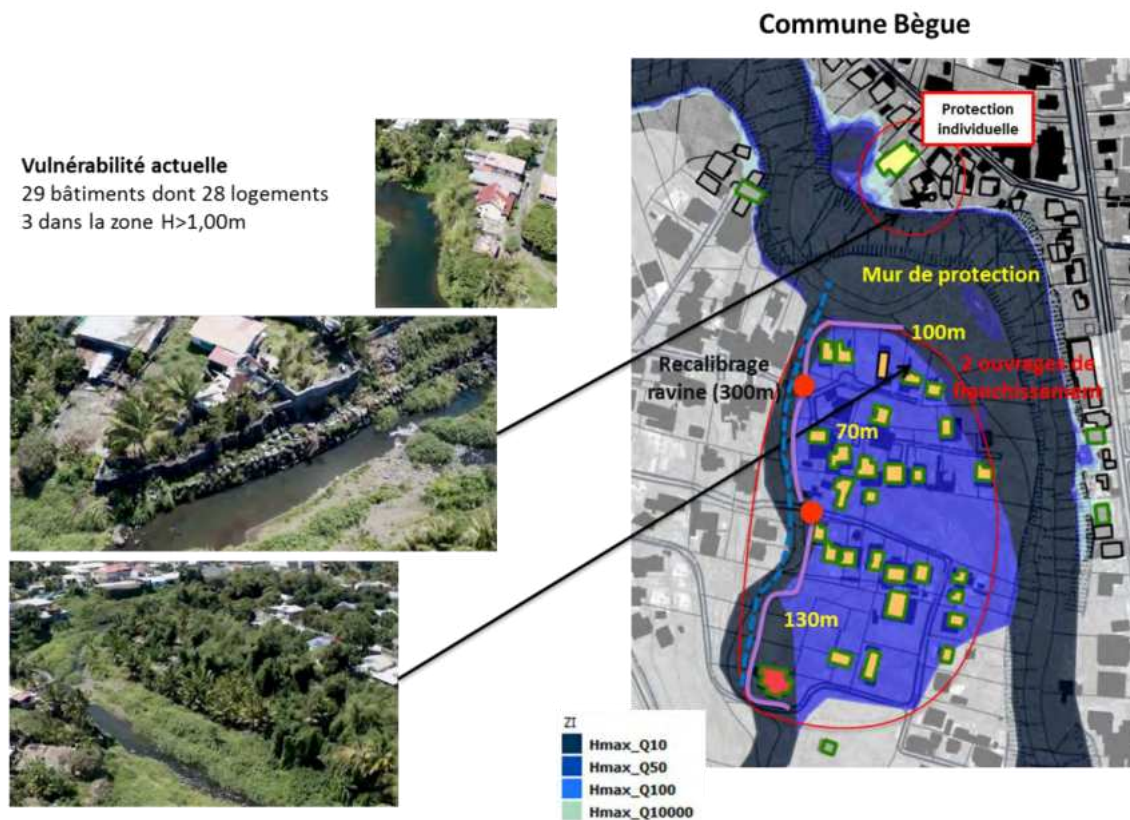


Fig. 97. Secteur Commune Bègue

B. Quartier Français

Le Quartier Français se situe en partie dans une zone où l'emprise de la zone inondable est restreinte et limitée aux abords de la Grande Rivière Saint-Jean. La mise en œuvre de mesures de protections collectives va donc se traduire par des impacts conséquents sur les écoulements en période de crue et par des effets induits sur de nouveaux secteurs (impacts liés à la modification des directions des écoulements préférentiels).

Ce secteur peut être découpé en trois sous-secteurs comme présenté sur la figure suivante :

Les figures qui suivent présentent les caractéristiques des aménagements de protections prévus et étudiés sur les sous-secteurs de ce territoire.

Les coûts de travaux en fonction des différents niveaux de protections sont également présentés sur ces figures.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

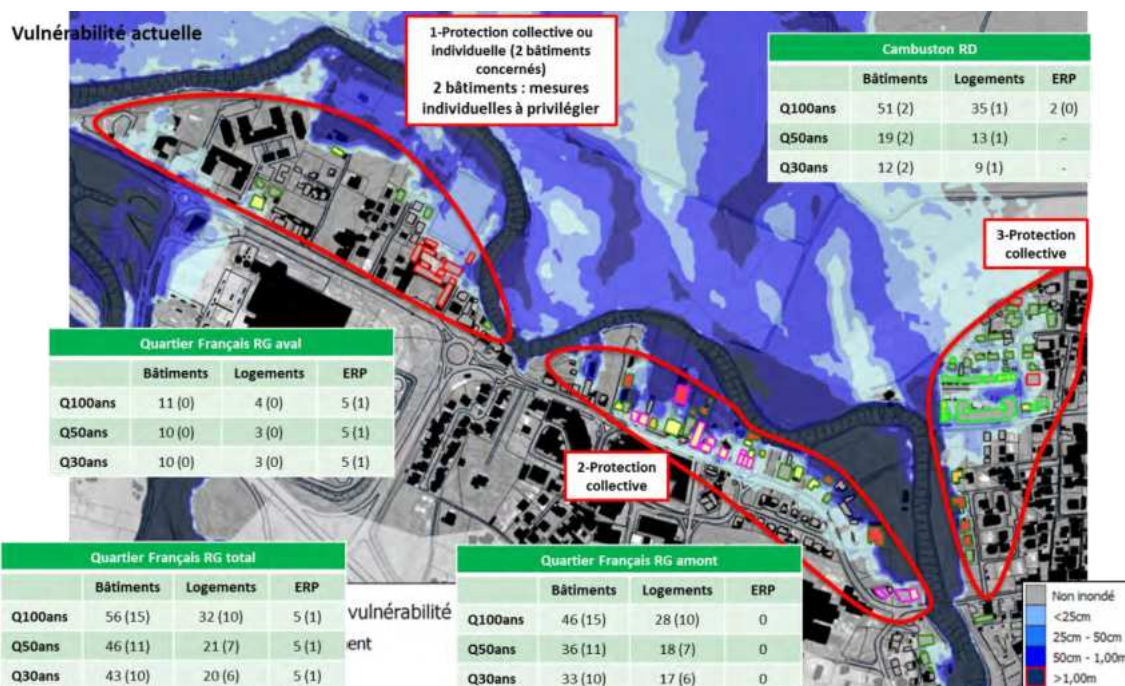


Fig. 98. Décomposition des secteurs urbains du Quartier Français en sous-secteurs

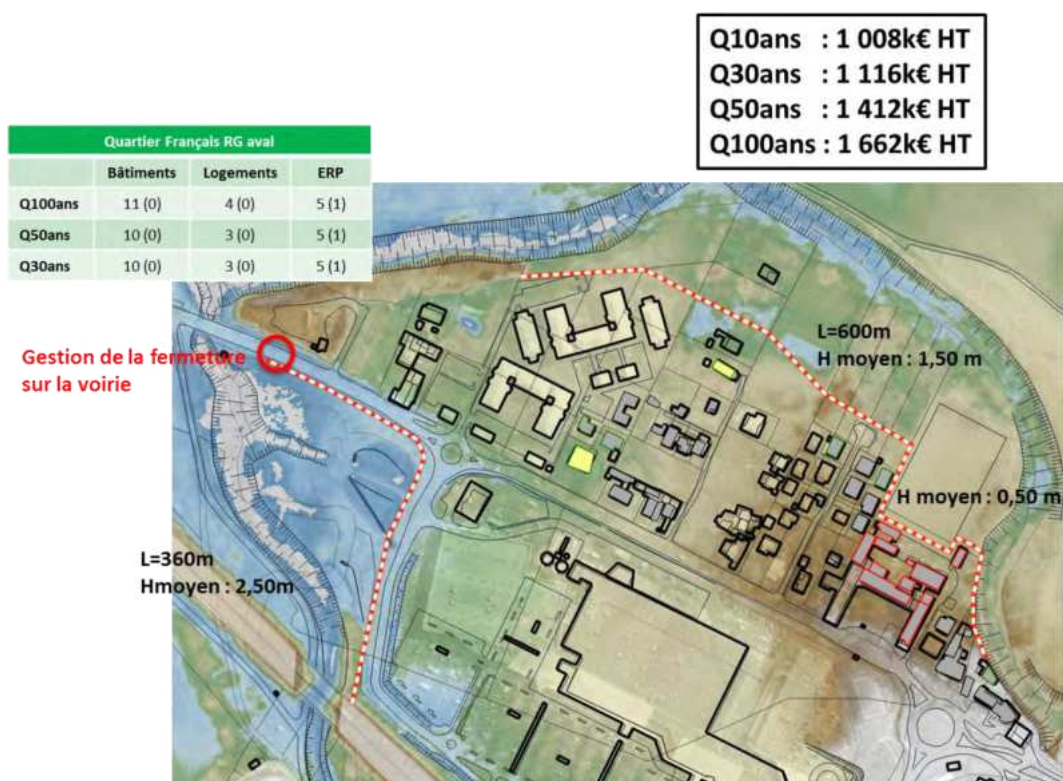


Fig. 99. Protections collectives du Secteur Quartier Français aval

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

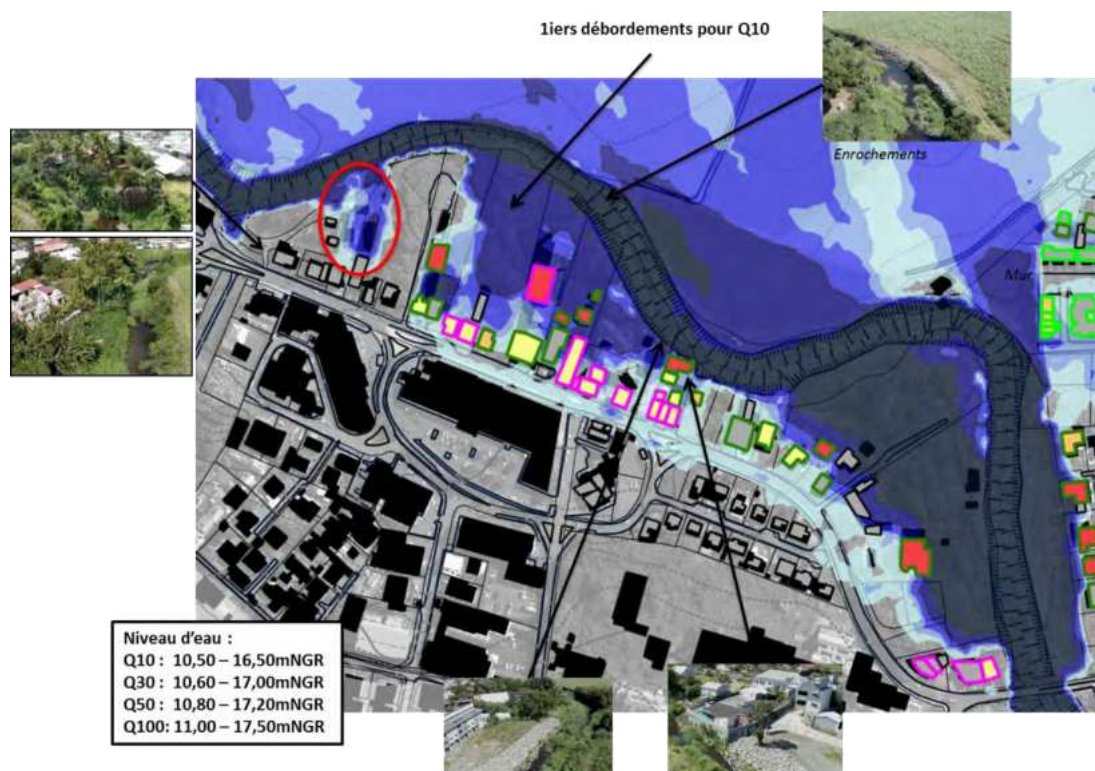


Fig. 100. Localisation des bâtiments vulnérables – Secteur médian

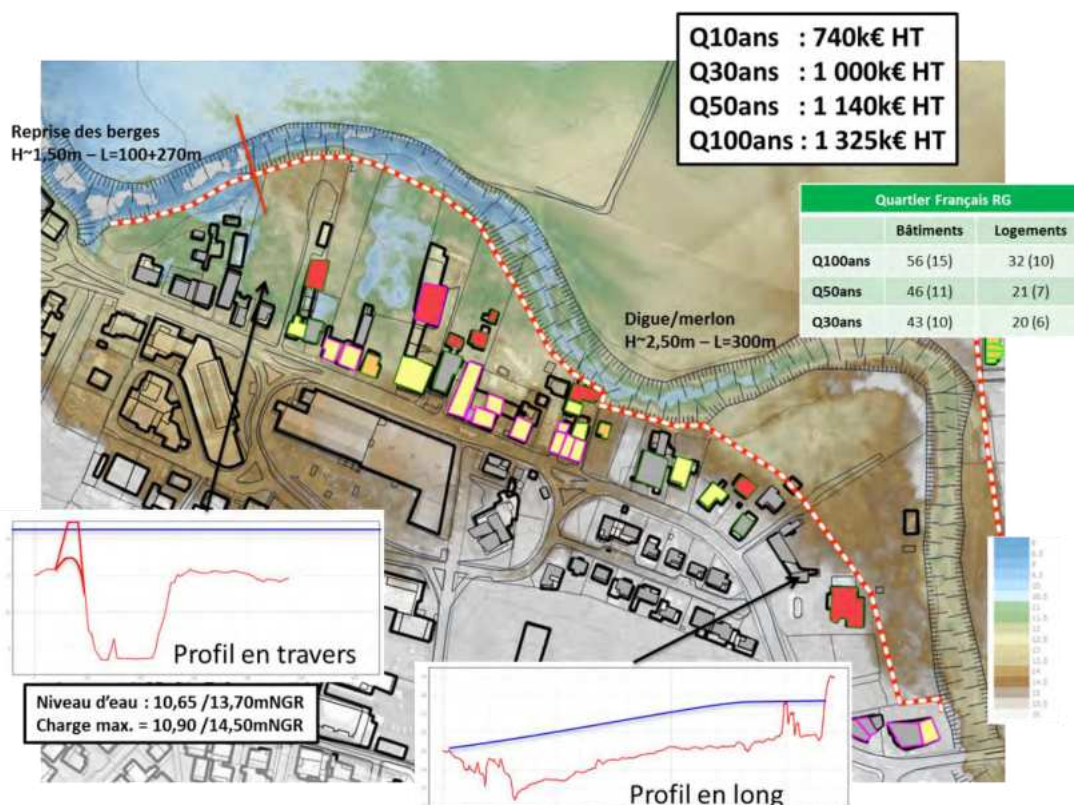


Fig. 101. Protections collectives du Secteur Quartier Français médian

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

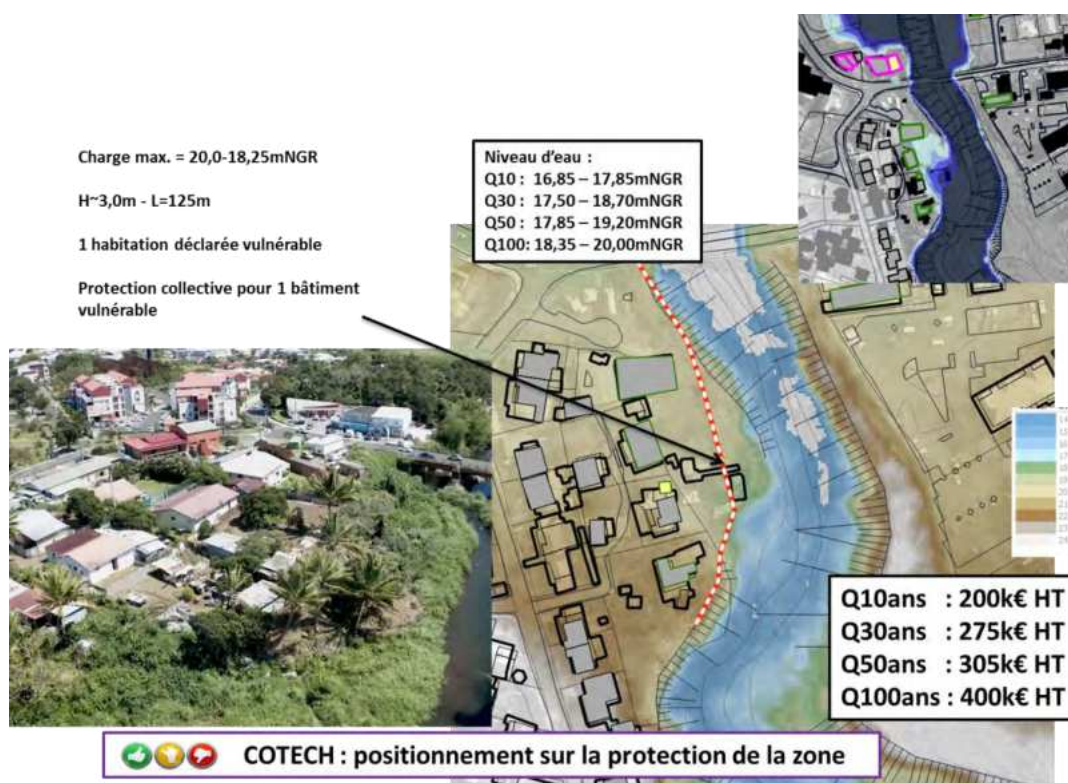


Fig. 102. Protections collectives du Secteur Quartier Français amont

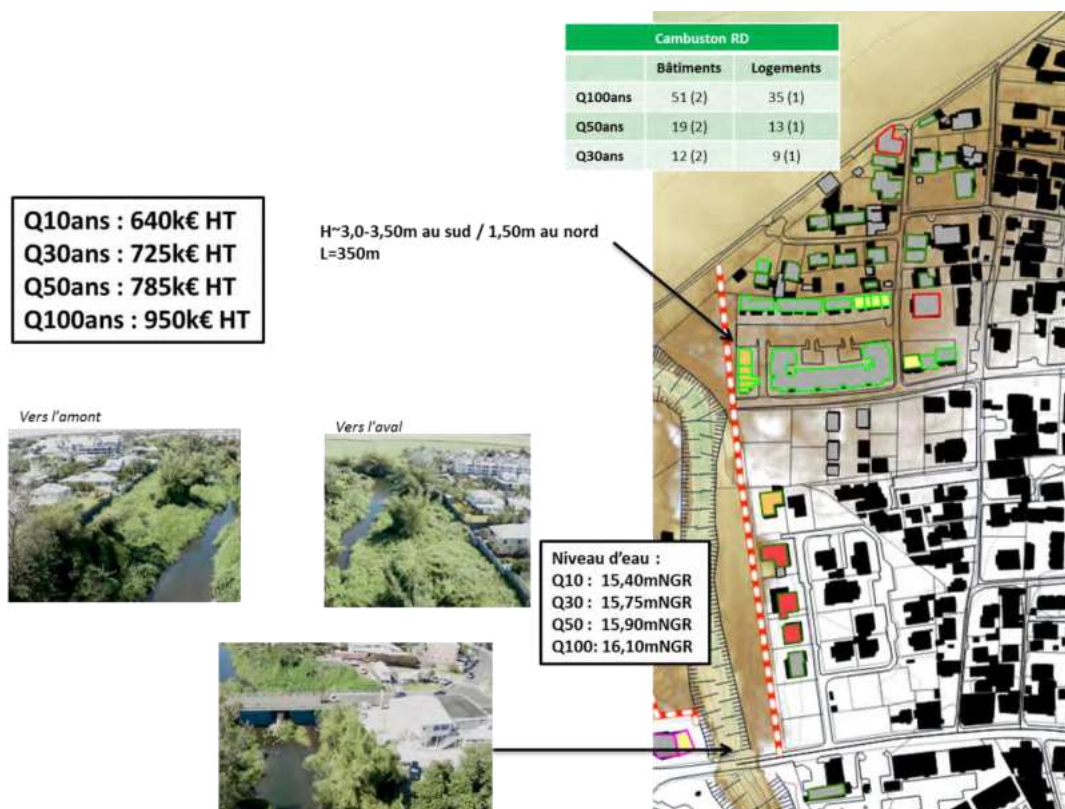


Fig. 103. Protections collectives du Secteur Cambuston

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Le tableau suivant présente la synthèse des actions de protection collective sur le secteur médian.

Tabl. 57 - Synthèse – Protections collectives sur le secteur médian

Mesures	Coût	ENJEUX		Contraintes de mise en œuvre	Synthèse
		Enjeux protégés	Impacts		
Protection du Quartier Français Aval RG	1 008k€ HT – Q10ans 1 116k€ HT – Q30ans 1 412k€ HT – Q50ans 1 662k€ HT – Q100ans	10 à 11 bâtiments 5 ERP	Légers impacts sur Bois Rouge à compenser si pas de protection du site (+1,5cm en Q100ans)	Assurer l'accès et la circulation : mise en œuvre de fermetures mobiles sur la voirie : Plan de gestion de crise à mettre en œuvre + Gestionnaire de fermeture du système à définir + Astreinte + Système d'alerte ⇒ Opérationnalité à assurer ⇒ Risque de non fonctionnement si défaillance de mise en œuvre	Entre 100 et 160k€/log. 4 à 10 fois plus que sur l'amont ! Décomposition possible entre la partie sud et la partie nord ⇒ Privilégier les protections individuelles
Protection du Quartier Français Médian RG	740k€ HT – Q10ans 1 000k€ HT – Q30ans 1 140k€ HT – Q50ans 1 325k€ HT – Q100ans	Protection des bâtiments Logements concernés Q30ans : 17 Q50ans : 18 Q100ans : 28	Augmentation des niveaux d'eau en zone agricole (+2cm en Q100ans sur la partie est)	Parcelles privées Création d'un système d'endiguement : création d'une zone de sur-aléa en arrière d'urbanisation très contrainte (voirie interdite) Système à déclarer	58k€/log. Q30ans – 60% 63k€/log. Q50ans – 64% 47k€/log. Q100ans – 100%
Protection du Quartier Français Amont RG	200k€ HT – Q10ans 275k€ HT – Q30ans 305k€ HT – Q50ans 400k€ HT – Q100ans	Protection des bâtiments Logements concernés Q50ans et moins : 0 Q100ans : 1			400k€/log. ⇒ Privilégier les protections individuelles
Protection du Quartier Français - Cambuston Médian RD	640k€ HT – Q10ans 725k€ HT – Q30ans 785k€ HT – Q50ans 950k€ HT – Q100ans	Protection des bâtiments Logements concernés Q30ans : 9 Q50ans : 13 Q100ans : 35		Travaux à intégrer avec les mesures de protection contre l'érosion des berges	80k€/log. Q30ans – 25% 60k€/log. Q30ans – 37% 27k€/log. Q100ans – 100%

Cette analyse permet de préconiser la mise en œuvre de protections collectives sur les secteurs :

- médian du Quartier Français (commune de Sainte-Suzanne)
- Cambuston (commune de Saint-André).

Pour les autres secteurs, des mesures de protections individuelles sont à privilégier au regard des ratios coût d'aménagement / nombre de logement protégés obtenus.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

C. Quartier de la Marine

Sur ce secteur, également sous l'influence de la Rivière Saint-Suzanne, les enjeux concernés sont essentiellement des habitations et de l'activité. Ce secteur est inondé dès la crue décennale.

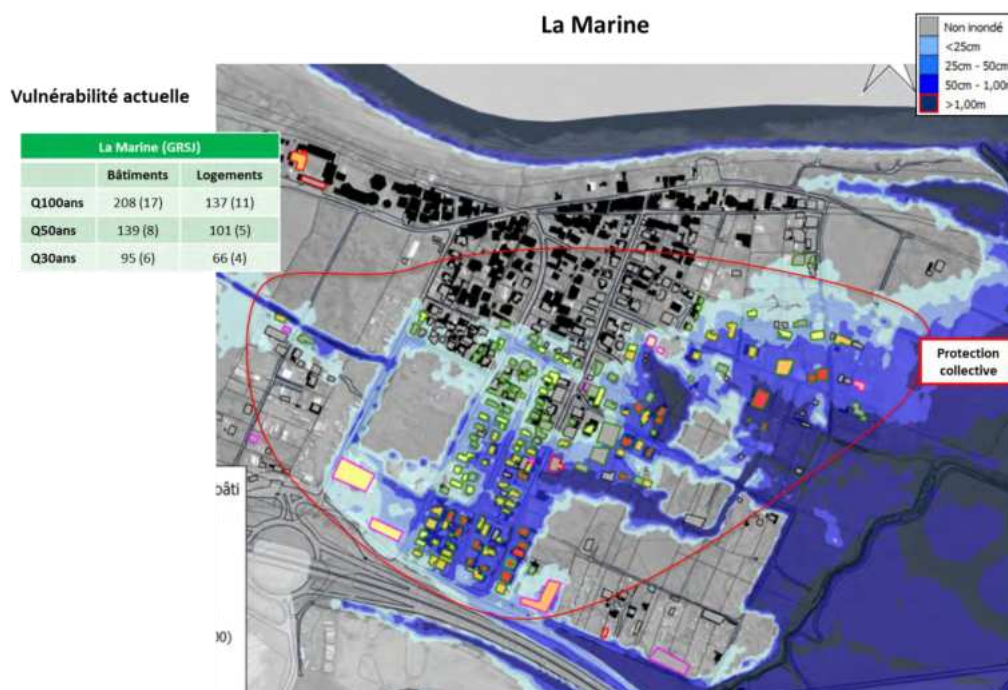


Fig. 104. Vulnérabilité actuelle des enjeux du Quartier de La Marine

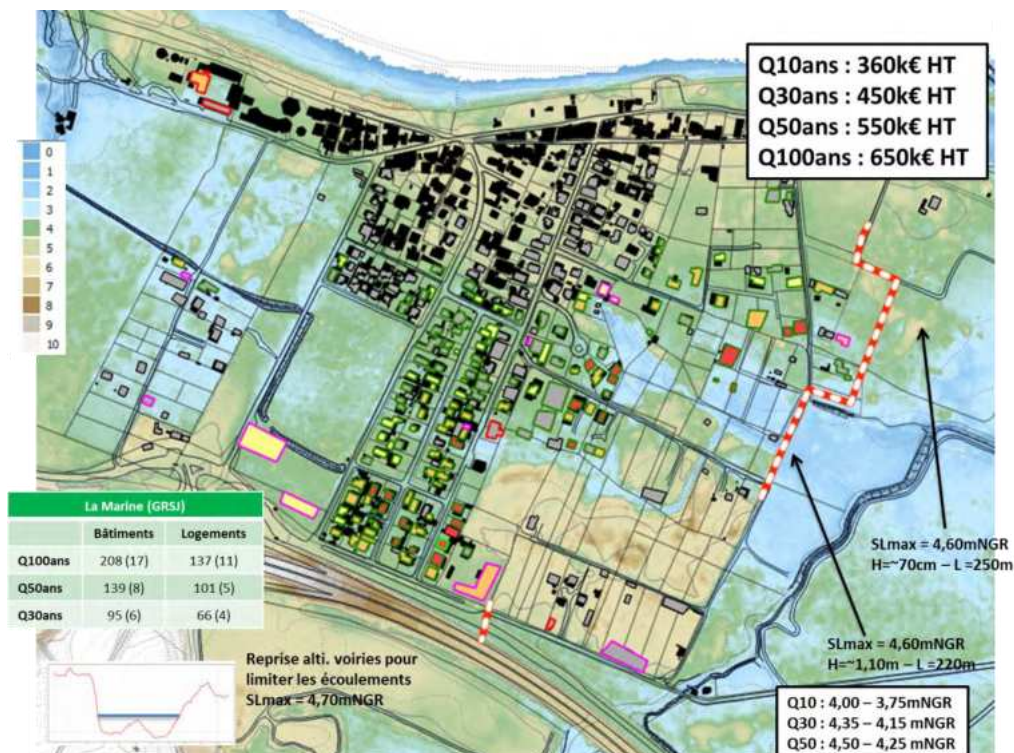


Fig. 105. Protections collectives du Quartier de La Marine

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 58 - Synthèse - Protection du Quartier de La Marine

Mesures	Coût	ENJEUX		Contraintes de mise en œuvre	Synthèse
		Enjeux protégés	Impacts		
Protection du secteur de La Marine	360k€ HT – Q10ans 450k€ HT – Q30ans 550k€ HT – Q50ans 650k€ HT – Q100ans	Protection des bâtiments Logements concernés Q30ans : 66 Q50ans : 101 Q100ans : 137 2 ERP Q10ans à Q100ans	Légers impacts sur Bois Rouge à compenser si pas de protection du site +1,5cm en Q100ans Incidence faible sur le coût de la protection : +1% Augmentation des niveaux d'eau en zone agricole +2cm en Q100ans	Parcelles privées Création d'un système d'endiguement: création d'une zone de sur-aléa en arrière d'urbanisation très contrainte (voire interdite) Système à déclarer Prévoir le ressuyage – Attention en cas de surverse de la protection : cuvette : zone d'extrême danger Inondation des parcelles via la Rivière Ste Suzanne	30 ans : 7k€/log - 48% 50 ans : 5k€/log - 74% 100 ans : 5k€/log - 100% Ratio extrêmement faible – Nombre habitations élevé Contraintes ressuyage + inondation Ste Suzanne à intégrer dans l'aménagement

L'indicateur d'efficacité de l'aménagement de protection collective de ce secteur est très favorable. Cet aménagement est préconisé dans le cadre du scénario final à retenir.

D. Impacts hydrauliques

Ce paragraphe détaille les simulations spécifiques menées au cours de cette phase 2 avec pour objectif la caractérisation des impacts associés à la mise en œuvre de mesures de protections collectives sur les secteurs urbains des parties médiane et aval du territoire d'étude.

Les analyses préalables menées répondent aux points suivants :

- Enjeux aval en bordure de la Plaine inondable : protections semi-collectives rapprochées (conserver le volume d'expansion des crues),
- Analyse préalable à la définition des scénarii : aide à la décision pour le dimensionnement des solutions pour la protection des secteurs aval,
- **Apporter les éléments de réponse aux questions du dernier COPIL sur les interdépendances liées aux mesures de protection collective,**
- Quantifier les impacts respectifs des protections sur les enjeux voisins.

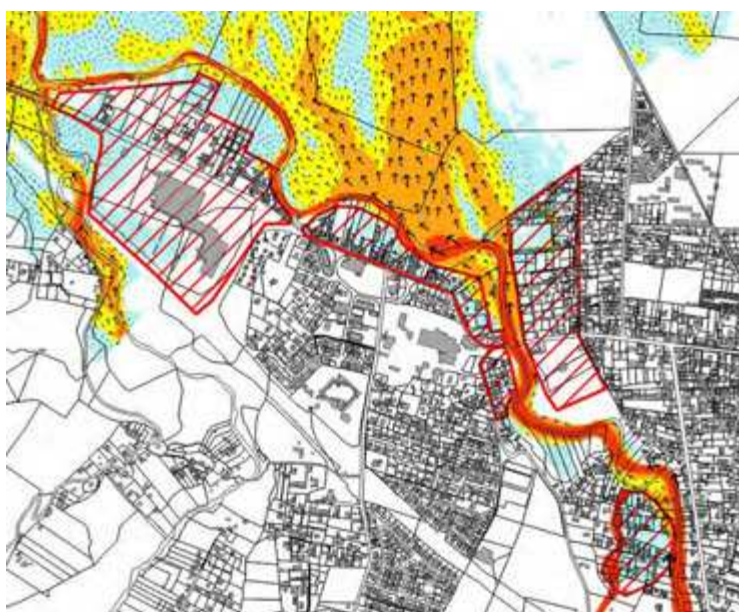


Fig. 106. Quartier Français – Vitesses des écoulements en crue centennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Les emprises des zones protégées retenues pour les analyses préalables sont présentées sur les figures suivantes.

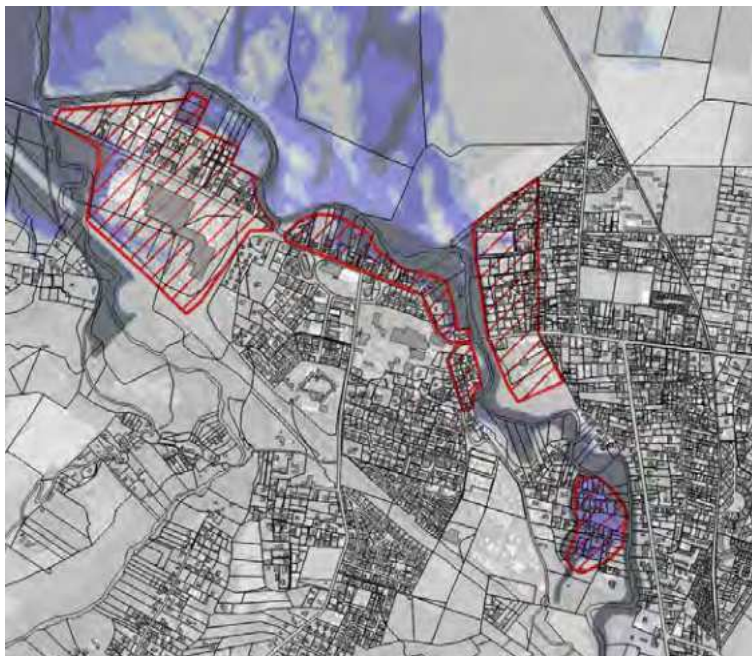


Fig. 107. Quartier Français – Localisation des zones à protéger (zone « large »)

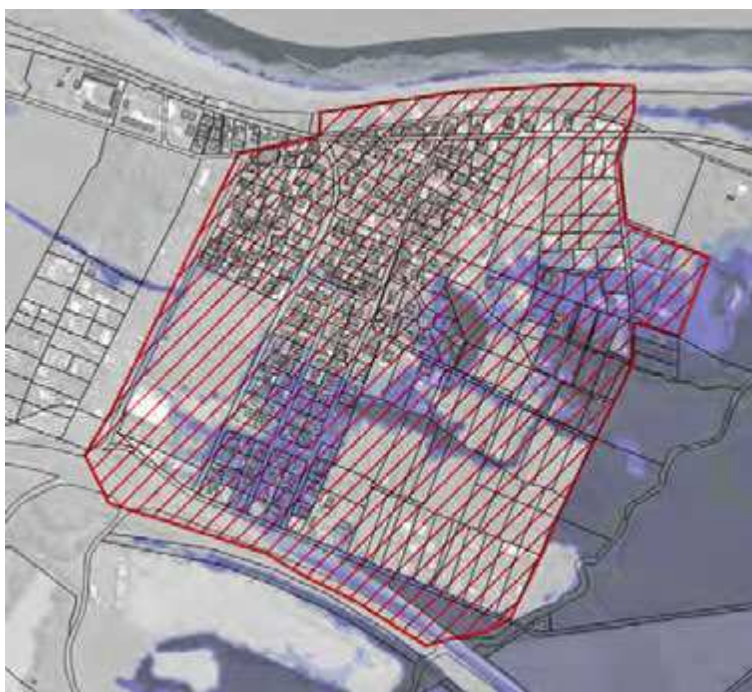


Fig. 108. Quartier de La Marine – Localisation des zones à protéger (zone « large »)

Les figures suivantes présentent les cartographies des impacts sur les niveaux d'eau maximaux de la mise en œuvre des protections collectives « larges » sur les secteurs urbains du territoire, pour les crues décennale et centennale.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

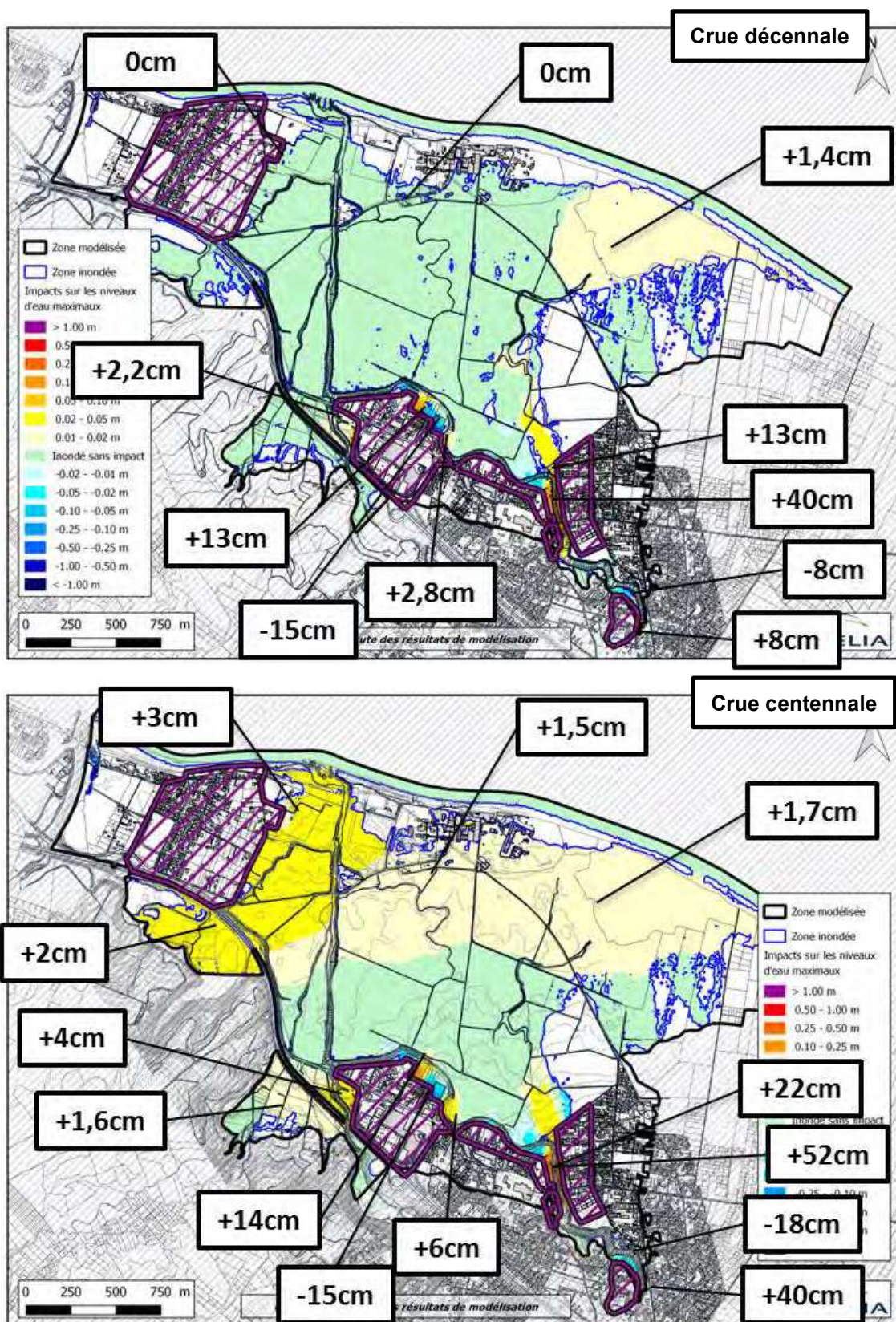


Fig. 109. Impacts de la mise en œuvre des protections collectives « large » des secteurs urbains

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

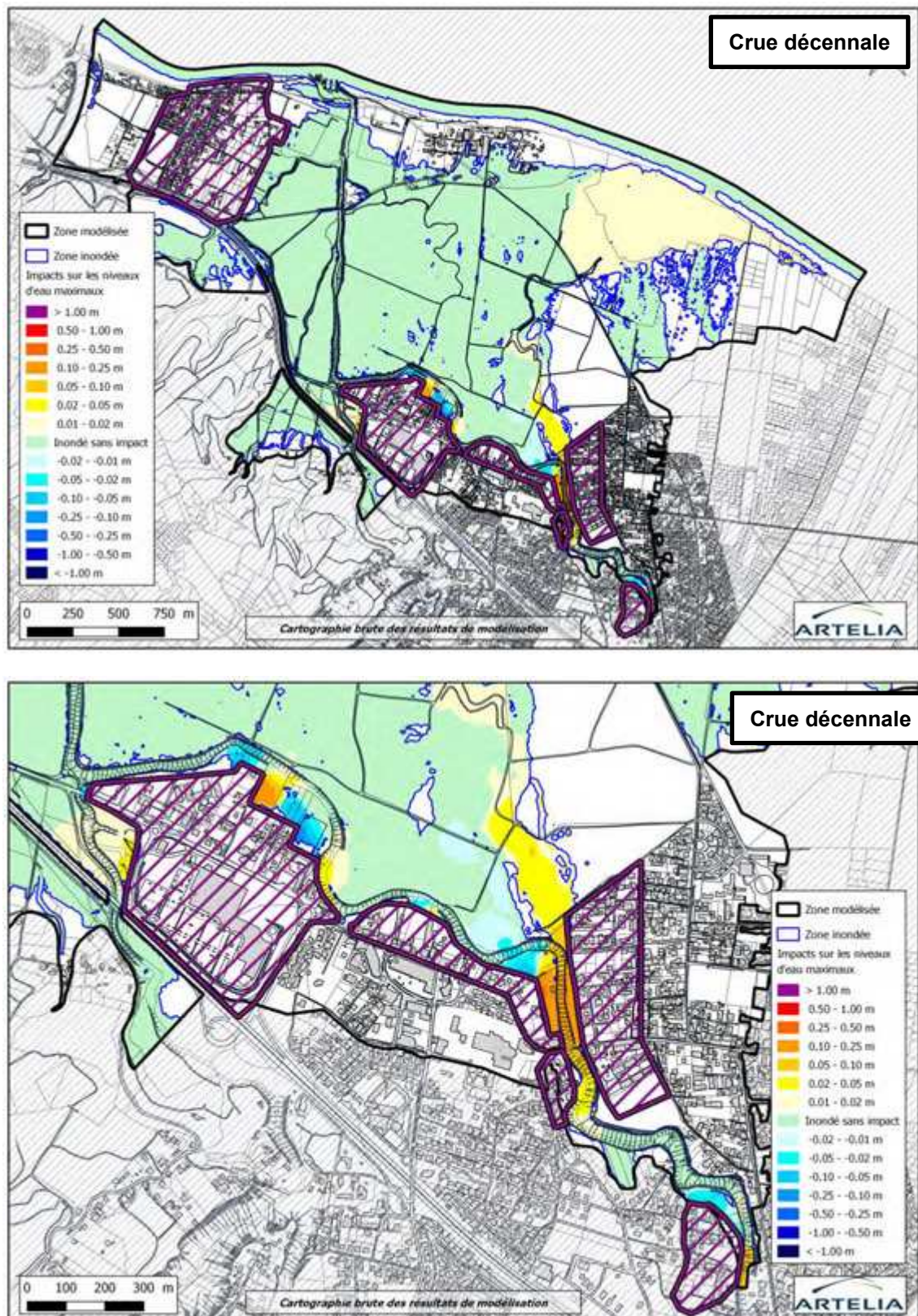


Fig. 110. Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue décennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

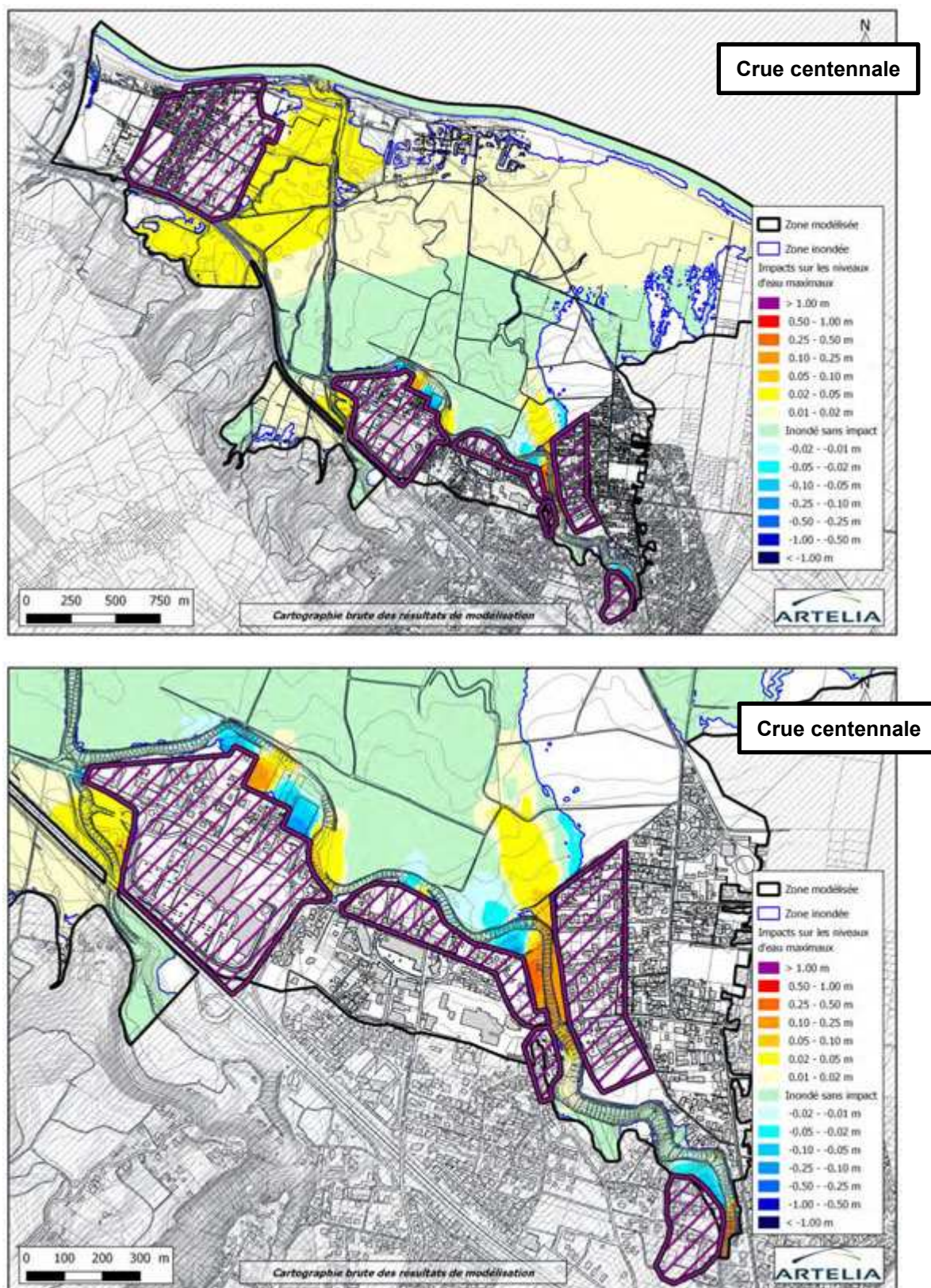


Fig. 111. Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue centennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 59 - Impacts de la protection collective des enjeux urbains des secteurs médian et aval

	Q10	Q100
La Marine	Protection	Protection
Quartier Français	Protection	Protection
Site Bois Rouge	-	+1,5cm

E. Contraintes

Les principales contraintes identifiées concernant ces principes d'aménagement sont les suivantes :

- implantation des aménagements sur des parcelles privées, ce qui nécessite à la maîtrise d'ouvrage de s'assurer en préalable de la maîtrise foncière sur l'emprise des secteurs concernés par les protections à mettre en œuvre,
- les aménagements de protection vont se traduire par la création d'un système d'endiguement: ce système est à déclarer. Le gestionnaire doit alors définir le niveau de protection associé, l'emprise de la zone protégée et la population associée. Il doit également réaliser l'étude de danger du système d'endiguement et élaborer les consignes de surveillance et d'exploitation en période de crue.
- l'entretien de ce système est à la charge de son gestionnaire,
- la définition d'un système d'endiguement et de son niveau de protection associé implique la **création d'une zone de sur-aléa en arrière des digues dans les documents réglementaires (PPRI, rendant les possibilités d'urbanisation de ces zones (nouvelle ou extension de l'existant) très contrainte (voire interdite)**
- ces principes d'action nécessitent de prévoir le ressuyage des secteurs protégés, de manière à évacuer les eaux qui pourraient éventuellement surverser par-dessus les protections (événement supérieur à l'évènement de dimensionnement), les eaux pluviales ou les eaux issues des submersions marines pour les secteurs en bordure littorale ;
- en cas de surverse de la protection, les zones protégées se présentent sous la forme de cuvettes pouvant se remplir de manière extrêmement rapidement et créant ainsi une **zone d'extrême danger pour les populations y résidant. Il convient donc de réaliser un plan de gestion de crise de ces secteurs de manière à prévoir l'évacuation de ces secteurs à intégrer au PCS des communes.**

F. Synthèse

Ce principe d'action présente les impacts hydrauliques suivants ;

- Impact faible sur Bois Rouge
- Impacts faibles sur La Marine : pas de rehausse forte des endiguements à prévoir,
- Impacts variables sur Quartiers Français : point d'arrêt des écoulements, zone dynamique : analyse sur la charge hydraulique. Ces impacts sont intégrés dans le dimensionnement des mesures de protection collectives et dans les mesures individuelles

Les analyses menées et les impacts hydrauliques obtenus ici (faibles) confortent notre préconisation de retenir ces mesures dans le scénario final du PAPI.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3.3.4.2. Action 2 : Protection collective du site de Bois Rouge

A. Vulnérabilité actuelle

Cette plaine est inondable dès la crue décennale et présente des enjeux essentiellement agricoles et industriels au nord.

Les aménagements de protections collectives doivent permettre de protéger les installations industrielles actuelles et les projets d'extensions connus pour ces activités.

Concernant les activités agricoles, celles-ci ne pourront pas être protégées mais pourront être concernées par une diminution de la durée de submersion des terres (accélération du retour à la normale). En cas d'augmentation des durées de submersion ou des hauteurs d'eau sur ces secteurs, des conventions spécifiques devront être concertées, définies et passées entre la structure porteuse du PAPI et les propriétaires et exploitants des parcelles concernées.

A noter que la protection de cette zone pour les inondations fluviales de l'aval ne devra pas créer une cuvette pouvant se remplir en cas de problématique de submersion marine depuis l'aval, et créer ainsi une zone de grand danger potentiel en ne prévoyant aucune évacuation possible pour les eaux pénétrant éventuellement sur le site. Les aménagements doivent donc prévoir des mesures de ressuyages adaptées (clapets anti-retour).

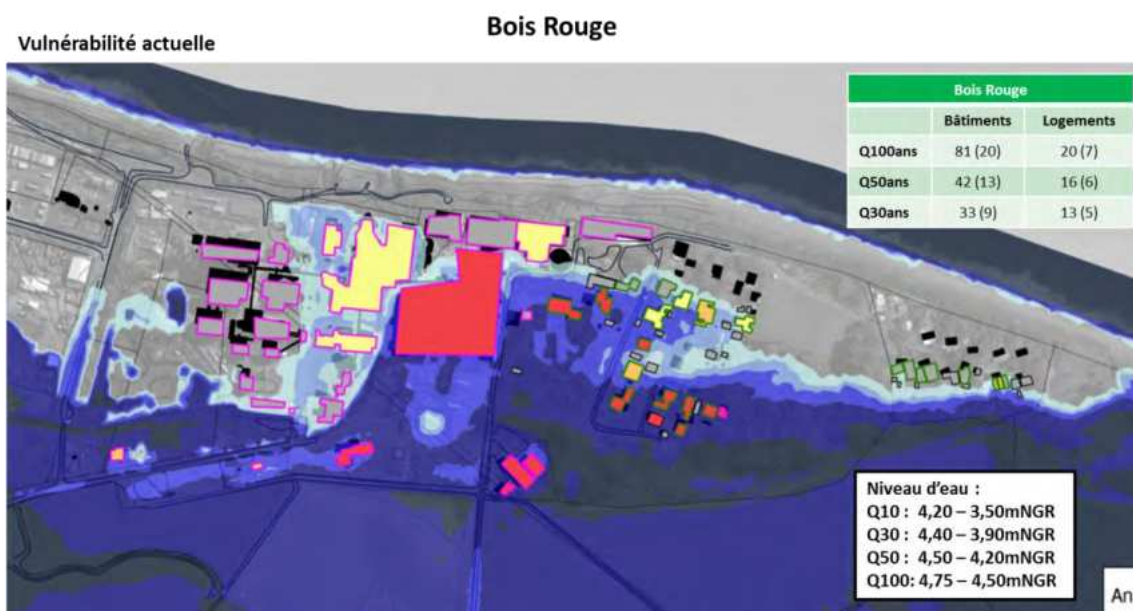


Fig. 112. Vulnérabilité des bâtiments du secteur Bois Rouge

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

B. Description de l'aménagement

La figure suivante présente les hauteurs d'eau observées pour la crue centennale en différents points aux alentours du site de Bois Rouge. Ces données permettent de définir les hauteurs minimales des digues à mettre en œuvre pour assurer la protection des enjeux du site.

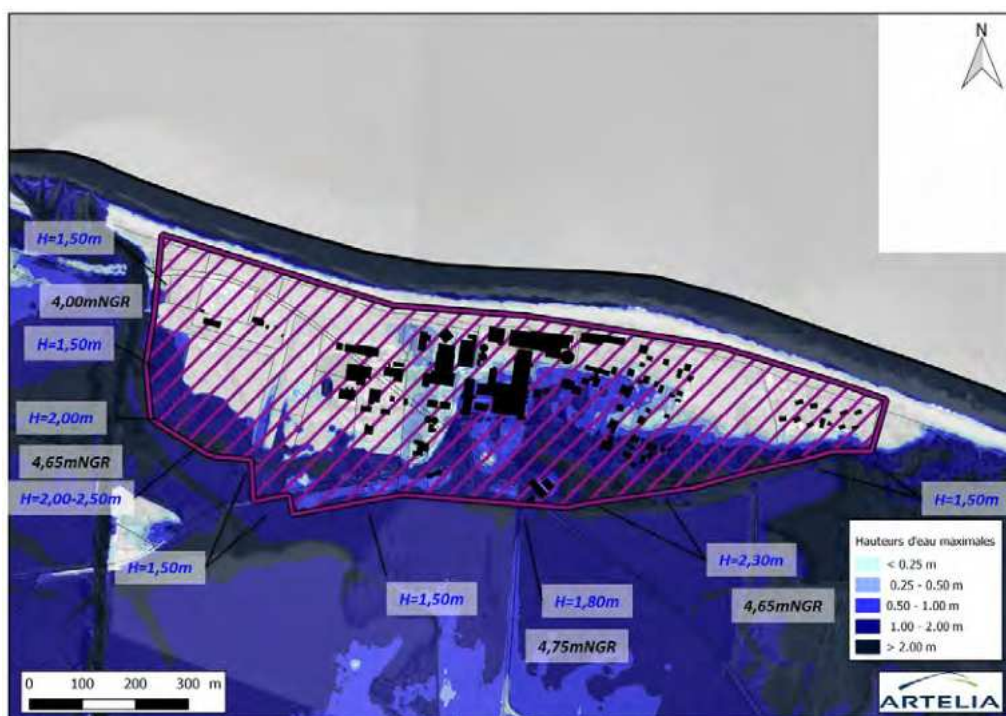


Fig. 113. Hauteurs d'eau (crue centennale)

Problématique : assurer l'accessibilité aux sites dans un fonctionnement quotidien

Mise en œuvre de portails étanches
Sinon remonter la voirie de 1,50m : non réaliste
⇒ Procédure d'alerte et de gestion de crise pour les différents sites

Bois Rouge		
	Bâtiments	Logements
Q100ans	81 (20)	20 (7)
Q50ans	42 (13)	16 (6)
Q30ans	33 (9)	13 (5)

Q10ans : 1 250k€ HT
Q30ans : 1 515k€ HT
Q50ans : 1 735k€ HT
Q100ans : 2 020k€ HT



Fig. 114. Protections collectives du site de Bois Rouge

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

C. Contraintes

- Création d'un système d'endiguement: création d'une zone de sur-aléa en arrière d'urbanisation très contrainte (voire interdite)
- système de protection à déclarer
- Protections mobiles prévues au niveau des voiries : Plan de gestion de crise à mettre en œuvre + Gestionnaire de fermeture du système à définir + Astreinte + Système d'alerte : complexité d'avoir une mise en œuvre opérationnelle de la fermeture du système : risque de non fonctionnement si défaillance de mise en œuvre :

Point de fragilité de la mesure de protection

- **Variante possible : reprise des voiries (altimétrie) pour les faire passer au niveau altimétrique de fermeture du système : plus coûteux mais système toujours opérationnel et indépendant d'une intervention humaine : plus grande sécurité**
- Prévoir le ressuyage – Attention en cas de surverse de la protection (origine fluviale ou océanique) : cuvette : zone d'extrême danger
- Zone impactée par submersion marine : système de ressuyage à prévoir et dimensionner en conséquence de la sollicitation de la zone.

D. Impacts

Ce secteur fait l'objet d'une analyse spécifique, déconnectée des analyses menées sur les secteurs d'habitat du Quartier de La Marine et de Quartier Français.

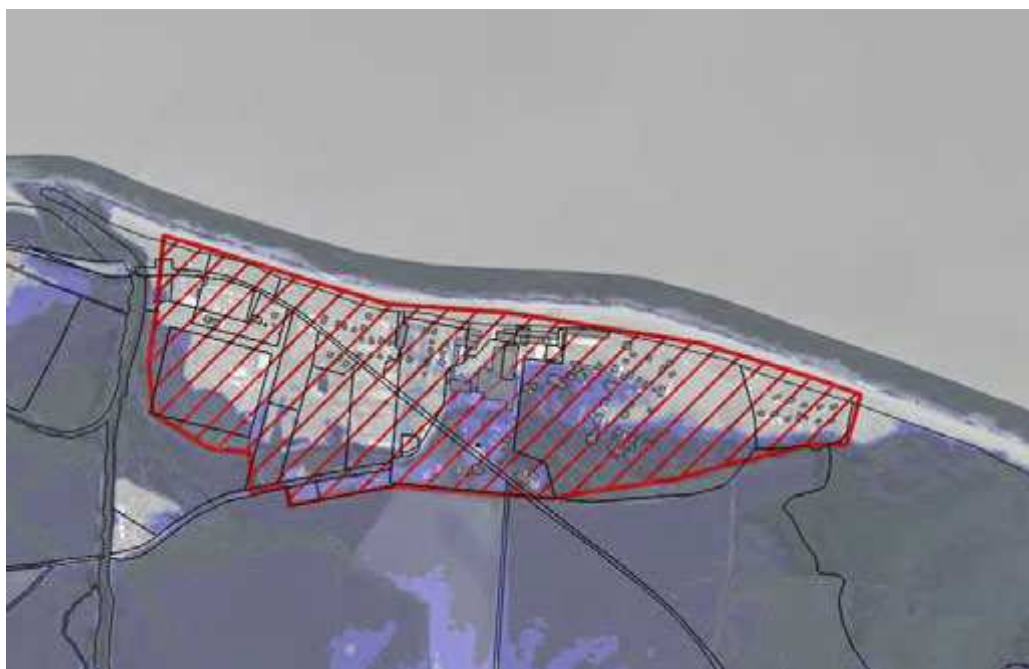


Fig. 115. Bois Rouge : zone protégée « large »

Les figures suivantes présentent les cartographies des impacts sur les niveaux d'eau maximaux de la mise en œuvre des protections collectives « larges » sur le site de Bois Rouge, pour les crues décennale et centennale.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

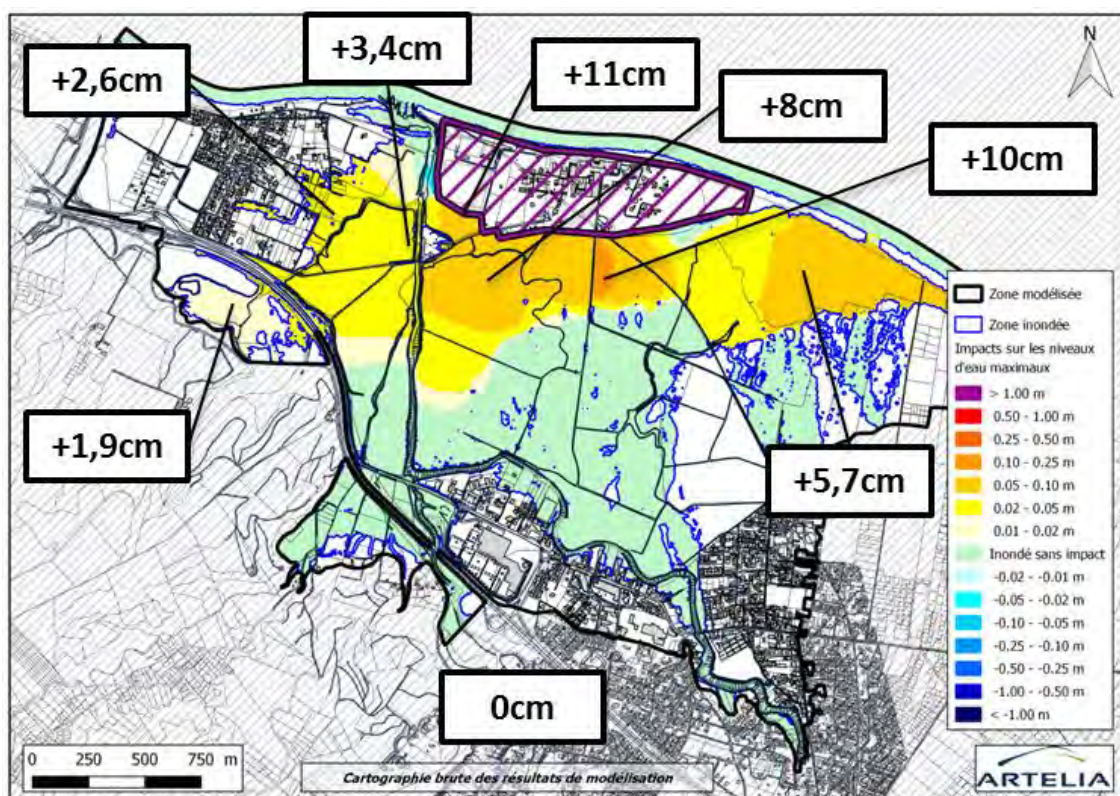


Fig. 116. Impacts de la protection collective de Bois Rouge – Crue décennale

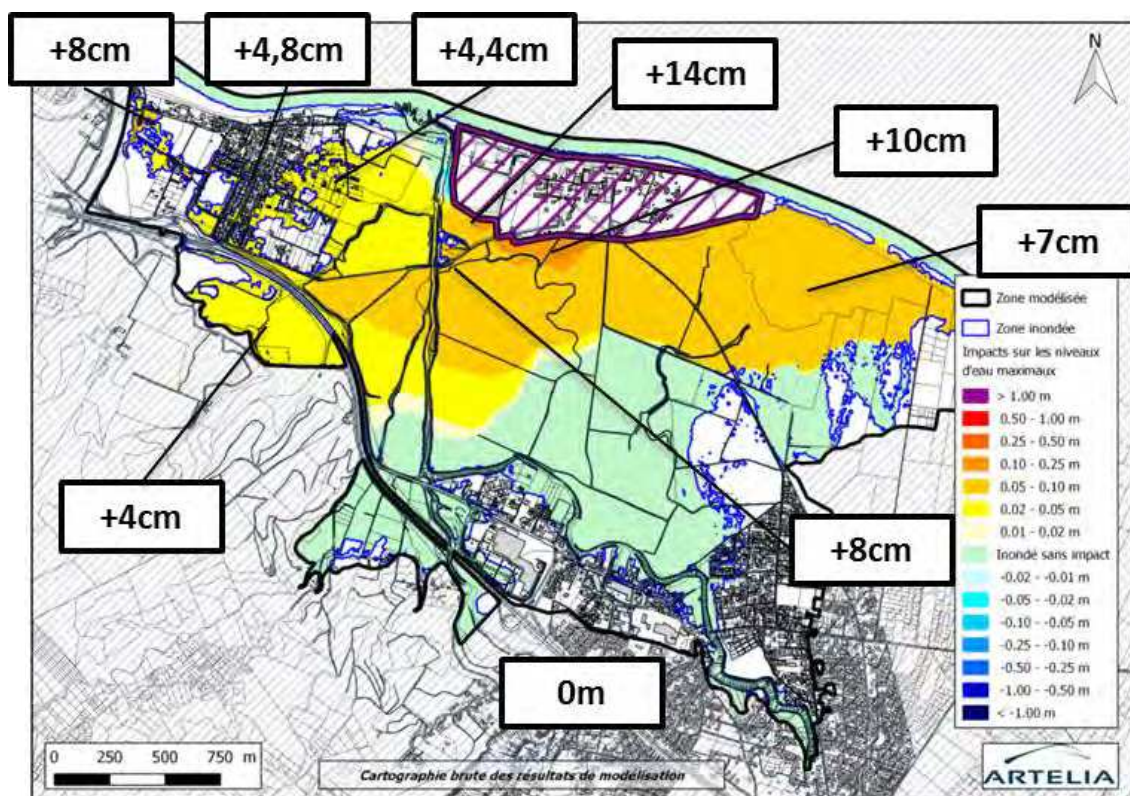


Fig. 117. Impacts de la protection collective de Bois Rouge – Crue centennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

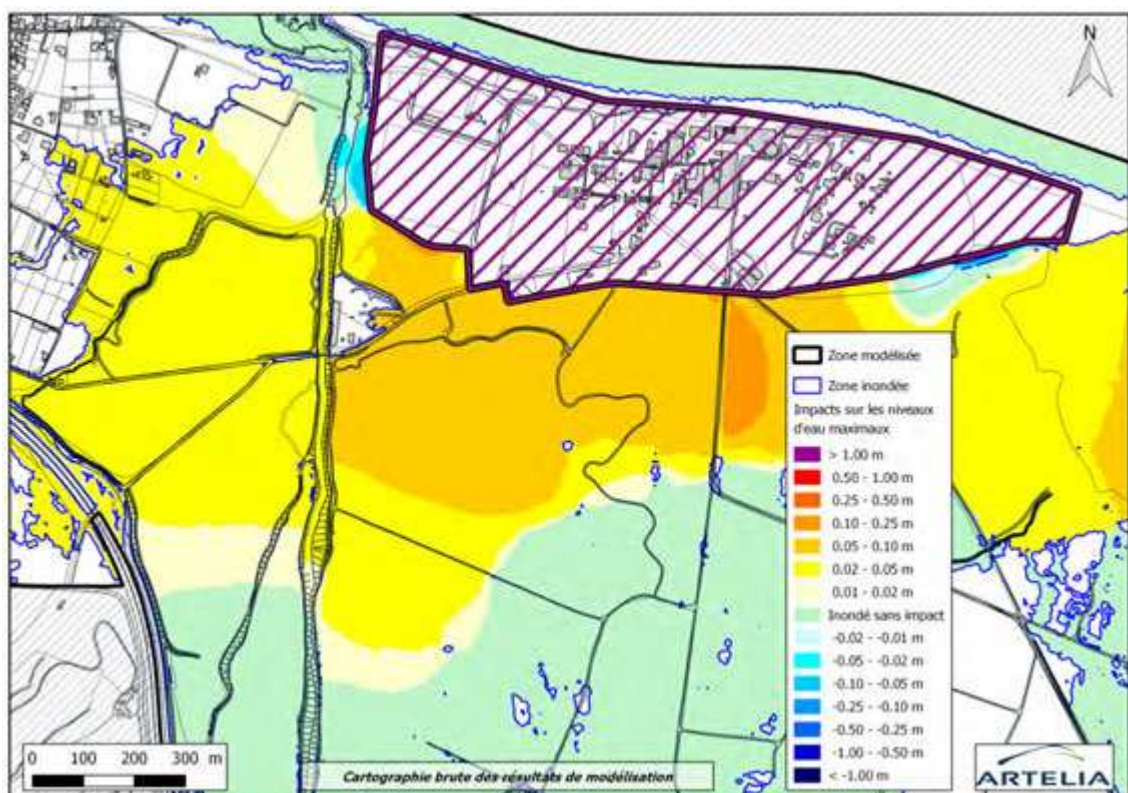
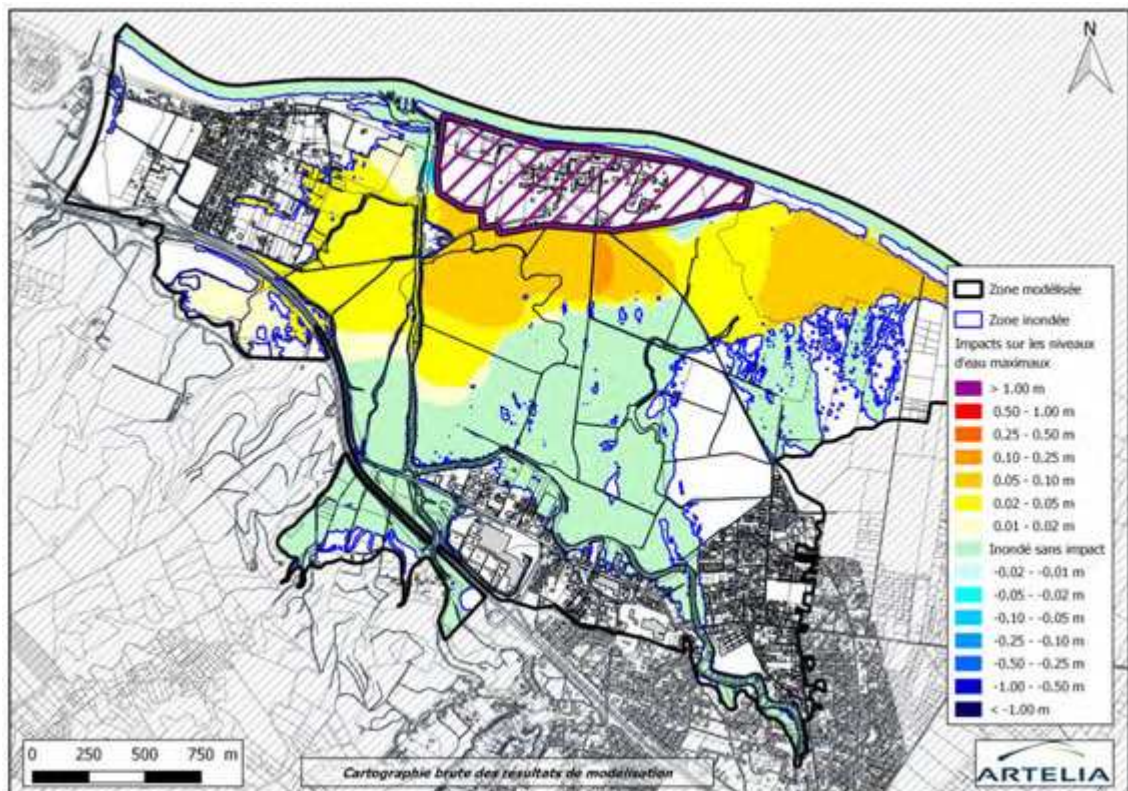


Fig. 118. Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue décennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

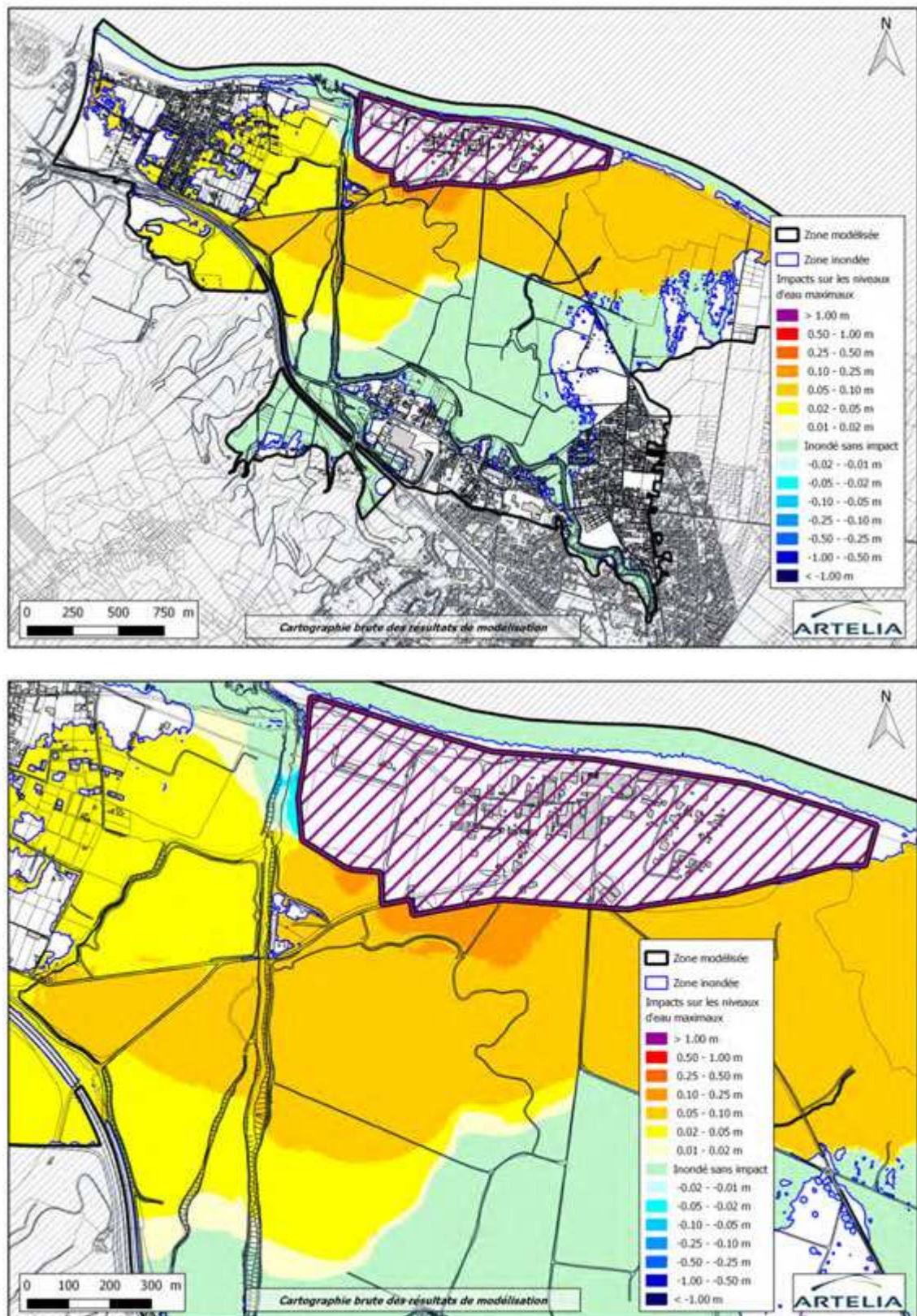


Fig. 119. Impacts sur les niveaux d'eau maximaux – Crue centennale

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Ces simulations permettent de proposer les conclusions suivantes concernant les impacts hydrauliques de la protection « large » du site de Bois Rouge :

- Impact nul sur Quartier Français
- Impacts forts sur La Marine : impacts à intégrer dans le dimensionnement de la protection de cette zone. Protection de La Marine à engager en préalable à la protection du secteur Bois Rouge

Tabl. 60 - Synthèse des impacts de la protection du site de Bois Rouge

	Q10	Q100
La Marine	+3cm	+5/+8cm
Quartier Français	-	-
Site Bois Rouge	Protection	Protection

E. Synthèse

Tabl. 61 - Synthèse de la protection collective du site de Bois Rouge

Mesures	Coût	ENJEUX		Contraintes de mise en œuvre	Synthèse
		Enjeux protégés	Impacts		
Protection de Bois Rouge	1 250k€ HT – Q10ans	Protection des bâtiments Logements concernés : Q30ans : 13 Q50ans : 16 Q100ans : 20 Bâtiments concernés : Q30ans : 33 Q50ans : 42 Q100ans : 81	Aggravation du risque sur La Marine +3cm Q10ans +8cm en Q100ans	Parcelles privées Création d'un système d'endiguement : création d'une zone de sur-aléa en arrière d'urbanisation très contrainte (voire interdite) système à déclarer	30 ans : 116k€/log - 65% 50 ans : 108k€/log - 80% 100 ans : 101k€/log - 100% Ratio élevé pour les logements
	1 515k€ HT – Q30ans 1 735k€ HT – Q50ans 2 020k€ HT – Q100ans		Incidence faible sur le dimensionnement des protections du secteur de La Marine : +6% Augmentation des niveaux d'eau en zone agricole +10 cm Q10ans +15 cm Q100ans	Protections mobiles au niveau des voiries : Plan de gestion de crise à mettre en œuvre + Gestionnaire de fermeture du système à définir + Astreinte + Système d'alerte ⇒ Opérationnalité à assurer ⇒ Risque de non fonctionnement si défaillance de mise en œuvre Prévoir le ressuyage – Attention en cas de surverse de la protection : cuvette : zone d'extrême danger Zone impactée par submersion marine	30 ans : 46k€/bat - 40% 50 ans : 41k€/bat - 51% 100 ans : 25k€/bat - 100% Ratio plus faible pour bâti (Intègre industriels) ⇒ Protection collective pertinente mais pas prioritaire Contraintes ressuyage + submersion marine

Ce principe d'aménagement se traduit par un indicateur élevé de coût au logement protégé, du fait du caractère du site quasi-exclusivement industriel.

En se basant sur l'indicateur coût sur nombre de bâtiments protégés (en intégrant les bâtiments à vocation industrielle), on retrouve des ratios acceptables.

Au regard de cet indicateur et des enjeux forts situés dans cette zone, la mise en œuvre d'une protection collective sur ce secteur est préconisée.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3.3.5. SYNTHÈSE

Tabl. 62 - Synthèse sur les actions de protections collectives

Mesure	Efficacité hydraulique prévisible	Contraintes hydrauliques et sédimentaires	Contraintes techniques	Contraintes réglementaires	Conclusions
Protection des enjeux urbains (La Marine / Quartier Français)	Protection totale des zones protégées (Quartier Français et La Marine : 1 même scénario)	Perte de volume d'expansion des crues : impacts possibles sur les enjeux non protégés S'assurer de la possibilité de surverse ou de submersion marine ne crée pas un risque fort	Emprises foncières Réseaux, ressuyage pluvial Hauteurs de protection limitées	Quartier Français : - ENR littoral - EBC - Parc National - ZNIEF2 La Marine : - Création d'un système d'endiguement	Mesure préconisée
Protection du site industriel de Bois Rouge	Protection totale du site			EBC Création d'un système d'endiguement	Mesure préconisée

3.3.4. Protection contre l'érosion des berges

3.3.4.1. OBJECTIFS ET STRATEGIES

- Protéger les enjeux soumis au risque érosion des berges
- Protection des berges soumis à érosion
- Diminution des sollicitations hydrauliques

3.3.4.2. PRINCIPES – MESURES ET ACTIONS

- Actions à mener en parallèles aux aménagements de protection contre les inondations : un seul et même aménagement par secteur (réflexion globale),
- Typologie de protection adaptée à la nature des berges et aux sollicitations hydrauliques rencontrées sur les différents secteurs,
- **Phasage de mise en œuvre en lien avec l'urgence (péril imminent ou action à moyen-terme)**

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

- Dimensionnement en cohérence avec les ouvrages de protections contre les inondations associées : le niveau de la protection est situé jusqu'au niveau de la crue de référence retenue comme crue de dimensionnement pour l'aménagement global (protection contre l'érosion et l'inondation).

Les mesures de protection sont à compléter avec des ouvrages de stabilisation du lit.

Sur les secteurs aval, une reprise des pentes peut être envisagée afin de favoriser les travaux et de proposer une meilleure stabilité des berges. Dans ce cas, une translation du lit mineur vers l'autre rive (sous réserve de non-impact sur les tiers) pourra être envisagée. Cette démarche permettra de tenir compte des risques liés à la réduction de section dans la ravine.

Nos propositions de dimensionnement sont les suivantes :

- Occurrence de dimensionnement => Proposition de retenir la crue centennale
- Niveau de la protection => Proposition de dimensionner jusqu'à l'altimétrie de la crue de référence
- Prise en compte des habitations ayant empiétées dans le lit mineur ?
- Définition des moyens de surveillance à mettre en œuvre
- Mutualisation avec les protections collectives contre le risque inondation

Tabl. 63 - Type de protections contre l'érosion proposées

	Vitesse des écoulements	Pentes des talus	Avantage	Inconvénients
Végétalisation des berges	< 2m/s	< 2/1	Coût, intégration paysagère	Uniquement avec de faibles vitesses A proscrire en extrado
Enrochements libres	< 5 m/s	< 1/1	Protection « souple » qui peut s'adapter à la modification morphologique des cours d'eau	Blocométrie élevée avec les vitesses telles qu'identifiées dans la Ravine Sèche – pente des berges inférieure à 1/1
Enrochements liés	< 10 m/s	<2/3	Blocométrie enrochements relativement faibles	Protection « dure » qui s'adapte mal à la modification morphologique des cours d'eau
Gabions	< 10 m/s	90°	Mise en place sur des pentes de talus très raides	Pérennité de l'ouvrage

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3.4.3. SECTEUR 1

- Secteur Ravine Sèche, en amont de la zone endiguée
- Dégâts lors de l'épisode Fakir => Travaux de confortement réalisés
- Absence de protection existante sur ce linéaire
- Linéaire total estimé : 550 mètres

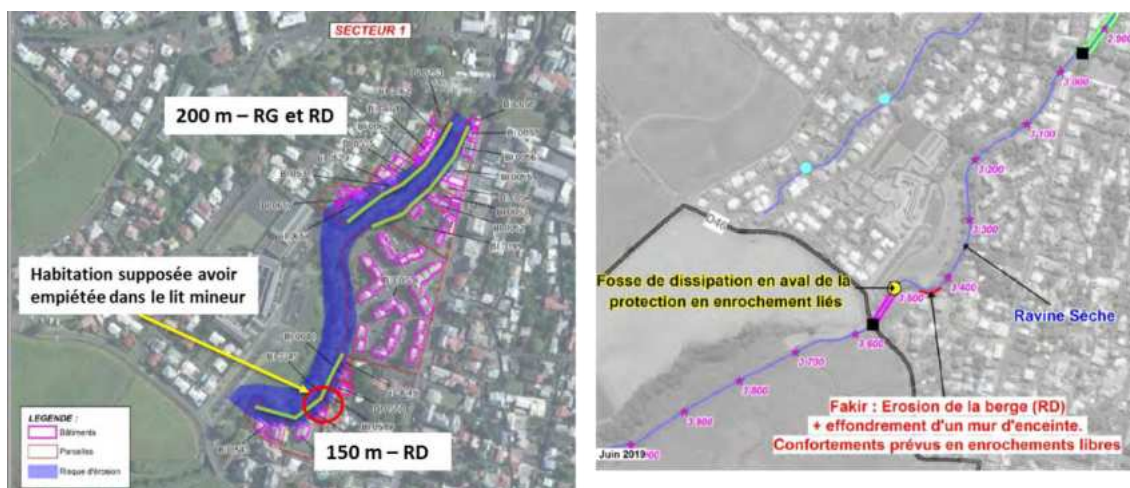


Fig. 120. Secteur 1



Photo.-13. Secteur 1

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

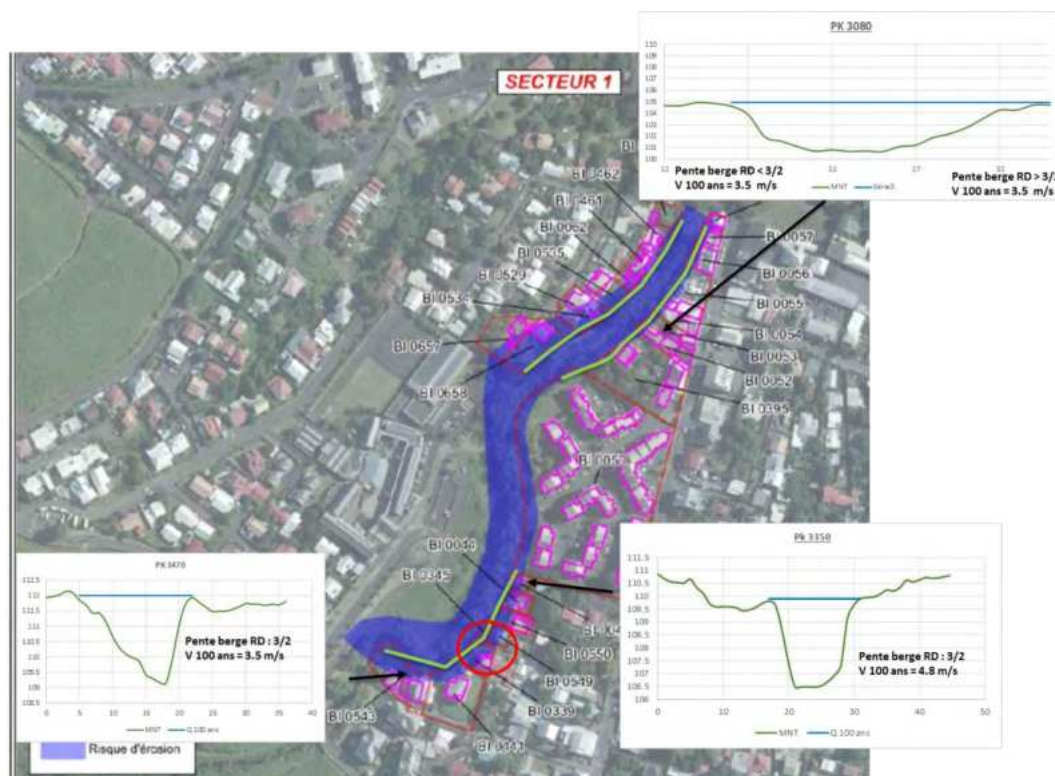


Fig. 121. Secteur 1 – contraintes hydrauliques

AMENAGEMENTS :

- Pk 3 500 à 3 350 :
 - Pente berge 3/2 – Vitesses comprises entre 3,50 et 5,00 m/s => Enrochements libres
 - Hauteur de la protection : 3,50 m
 - Linéaire : 150 m
 - **Coût estimatif : 210 k€ HT**
- Pk 3 190 à 2 990 :
 - Pente berge : 3/2 – Vitesse : 3.5 m/s => Enrochements libres
 - Hauteur de la protection : 3.5 m
 - Linéaire : 200 m
 - **Coût estimatif : 560 k€ HT**

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3.4.4. SECTEUR 2.1

- Secteur Ravine Sèche : Chemin Miguel + aval
- Dégâts lors de l'épisode Fakir => Travaux de confortement réalisés
- Protection existante sur ce linéaire
- Linéaire total estimé : 500 mètres

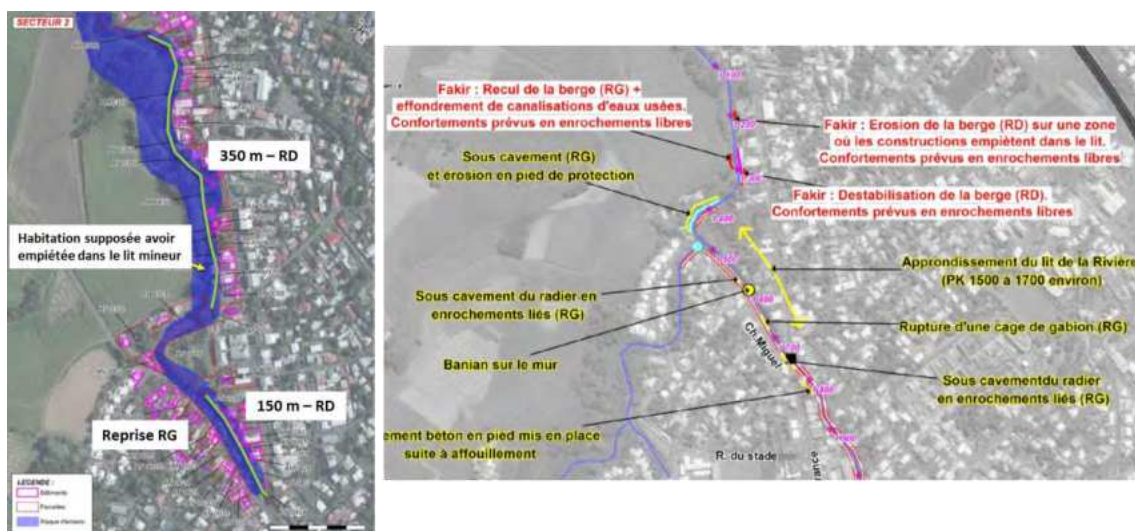


Fig. 122. Secteur 2.1



Photo.-14. Secteur 2.1

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

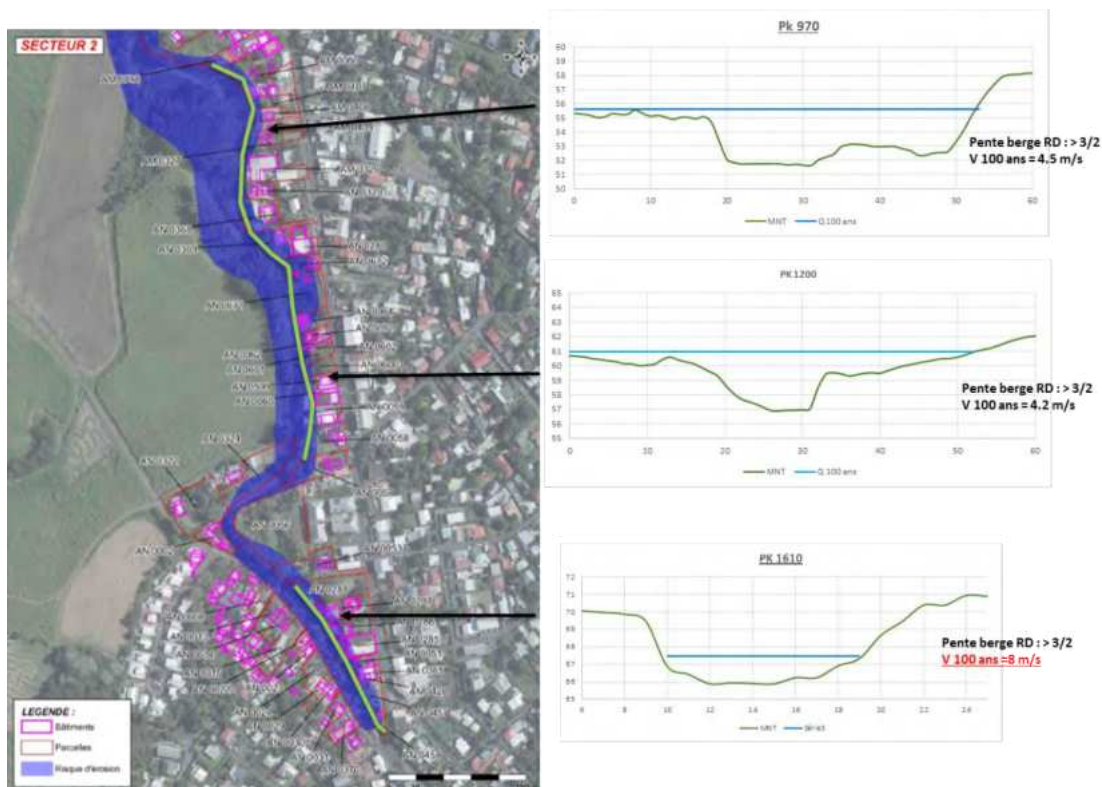


Fig. 123. Secteur 2.1 – contraintes hydrauliques

AMENAGEMENTS PRECONISES

- Pk 1710 à 1 560
 - Pente > 3/2 – Vitesses > 8,0 m/s => Enrochements liés
 - Hauteur de protection : 2,0 m
 - Linéaire : 150 m
 - **Coût estimatif : 210 k€ HT**
- Pk 1280 à 930
 - Pente berge 3/2 – Vitesses comprises entre 3,50 et 5,00 m/s => Enrochements libres
 - Hauteur de la protection : 3.5 m
 - Linéaire : 350 m
 - **Coût estimatif : 490 k€ HT**

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3.4.5. SECTEUR 2.2

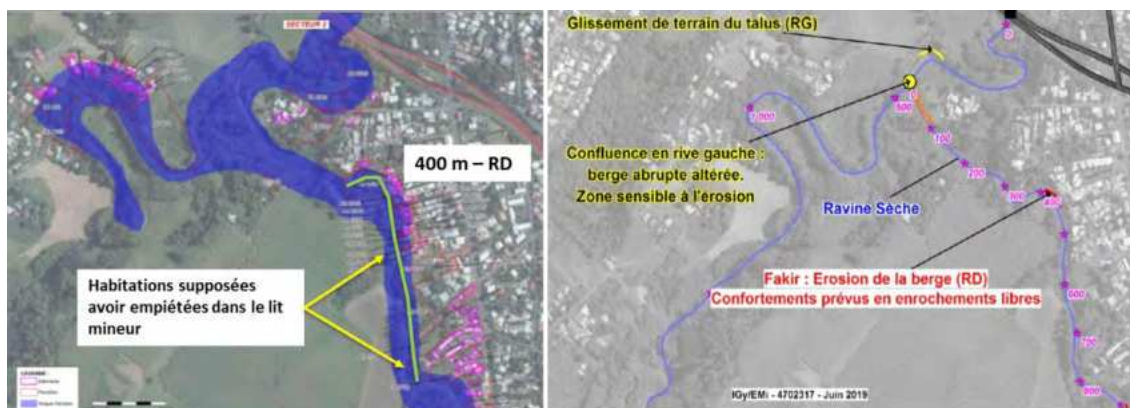


Fig. 124. Secteur 2.2

- Secteur Ravine Sèche : amont confluence avec Grande Rivière St Jean
- Présence d'habitations supposées avoir empiétées dans le lit mineur
- Protection existante sur ce linéaire
- Linéaire total estimé : 400 mètres



Photo.-15. Secteur 2.2

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

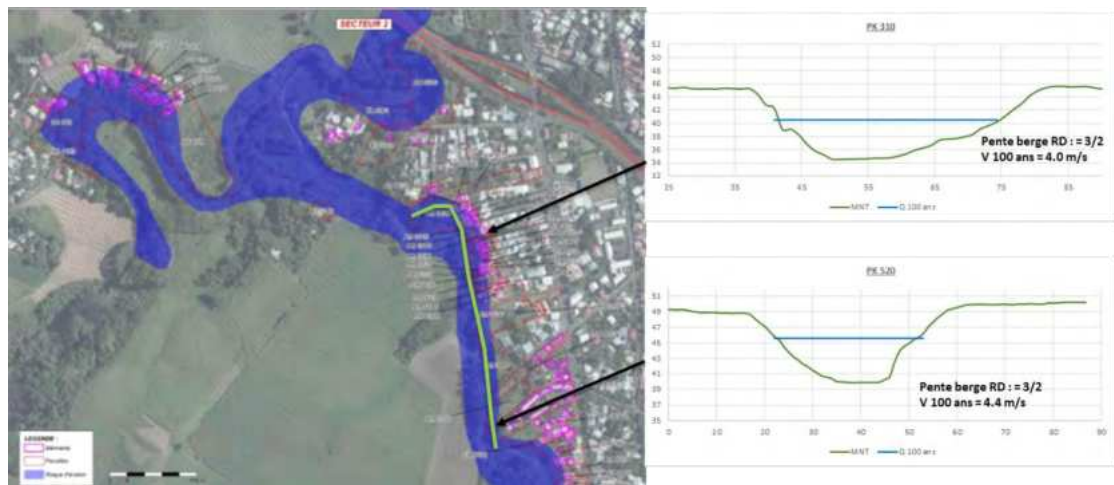


Fig. 125. Secteur 2.2 – contraintes hydrauliques

AMENAGEMENTS PRECONISES :

- Pk 800 à 450
 - Pente berge 3/2 – Vitesse comprise entre 3.5 et 5 m/s => Enrochements libres
 - Hauteur de la protection : 4 m
 - Linéaire : 350 m
 - Coût estimatif : 640 k€ HT

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3.4.6. SECTEUR 3.1

- Grande Rivière St Jean entre RN2 et RN 2002
- Présence d'habitations supposées avoir empiété dans le lit mineur (RD)
- Peu de protection existante sur ce linéaire
- Linéaire total estimé : environ 1 000 mètres

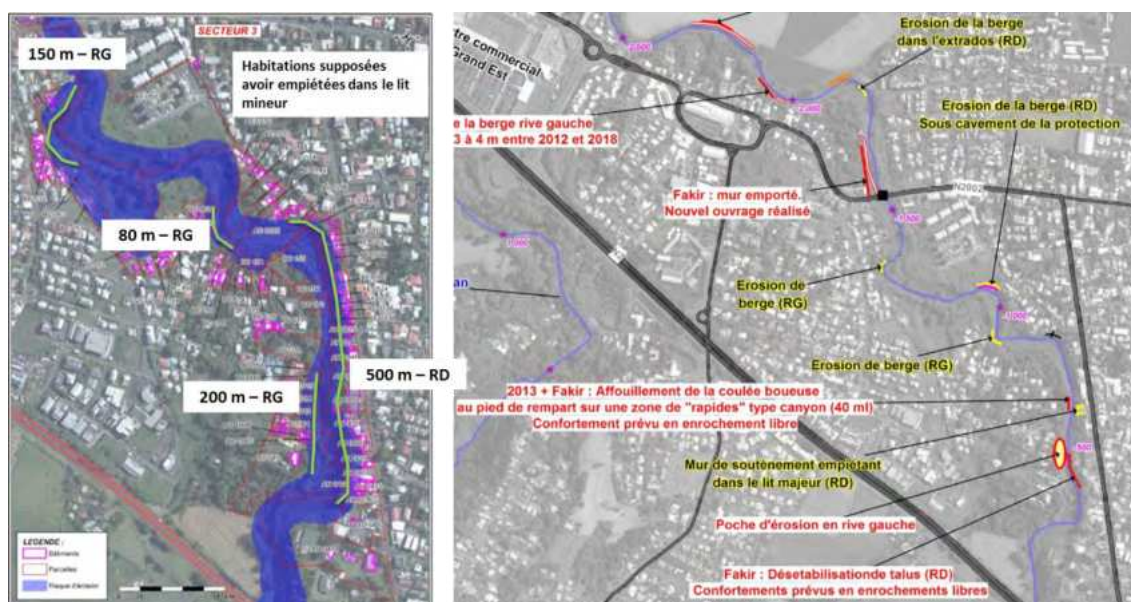


Fig. 126. Secteur 3.1



Photo.-16. Secteur 3.1

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection



Photo.-17. Erosion de berge RG PK-930 et PK-500

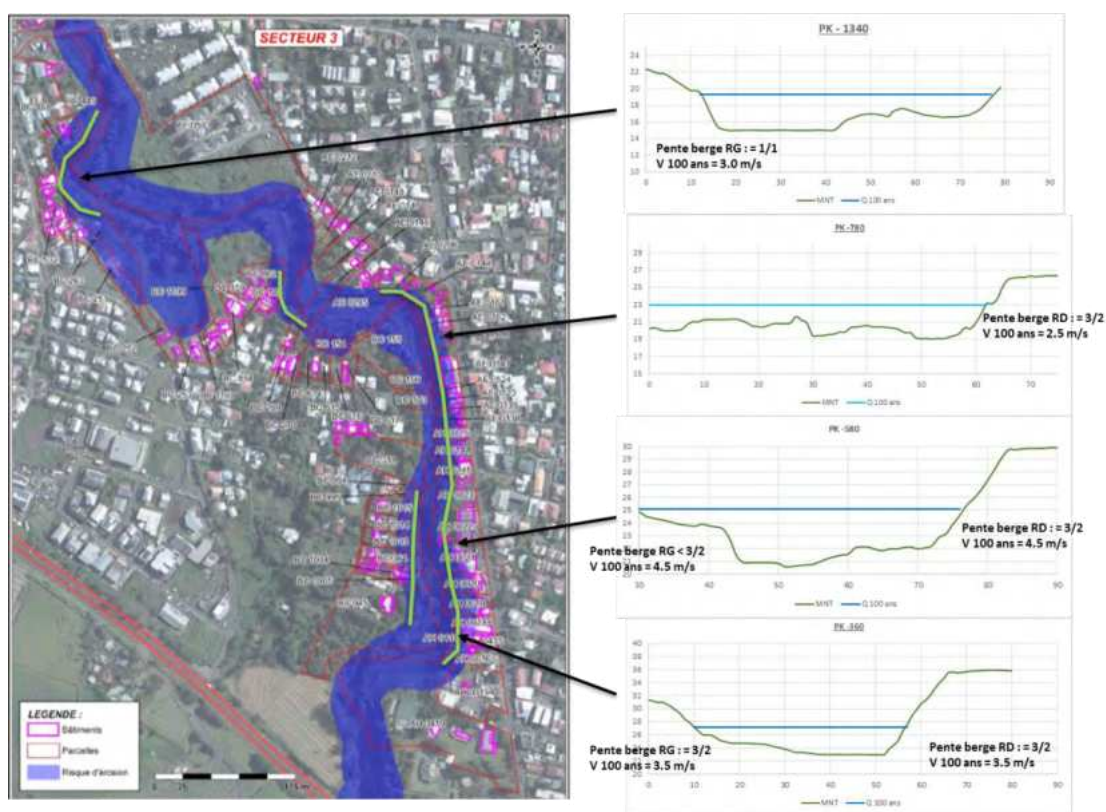


Fig. 127. Secteur 3.1 – contraintes hydrauliques

AMENAGEMENTS PRECONISES

- Pk -350 à -850
 - Pente berge 3/2 – Vitesse comprise entre 3.5 et 5 m/s => Enrochements libres
 - Hauteur de la protection : 3 m
 - Linéaire :
 - 500 m en RD
 - 500 m en RG
 - **Coût estimatif : 840 k€ HT**

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

- Pk -1300 à -1400
 - Pente berge 1/1 – Vitesse 3.0 m/s - Extrados => Enrochements libres
 - Hauteur de la protection : 5 m
 - Linéaire : 100 m
 - **Coût estimatif : 200 k€ HT**

3.3.4.7. SECTEUR 3.2

- Grande Rivière St Jean : aval RN 2002
- Quelques protections existantes (protection ancienne RD, protection Fakir)
- Zone assujettie à débordements hydraulique
- Linéaire total estimé : environ 500 mètres (extrados)

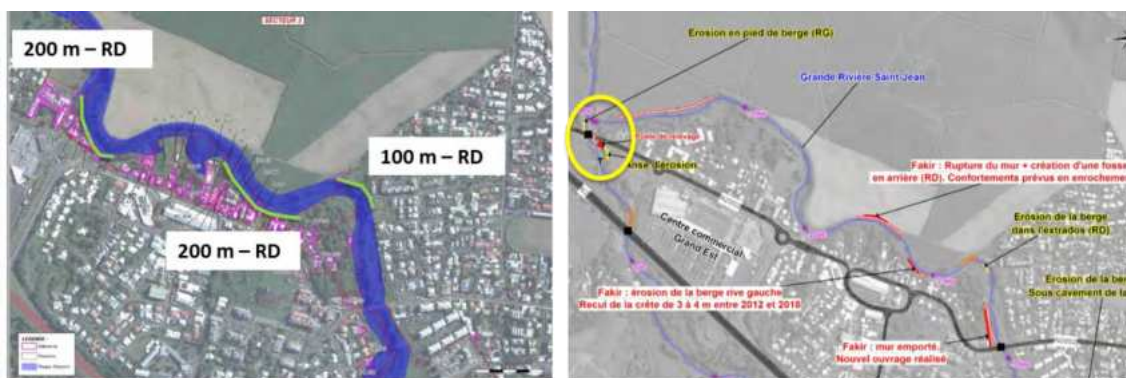


Fig. 128. Secteur 3.2

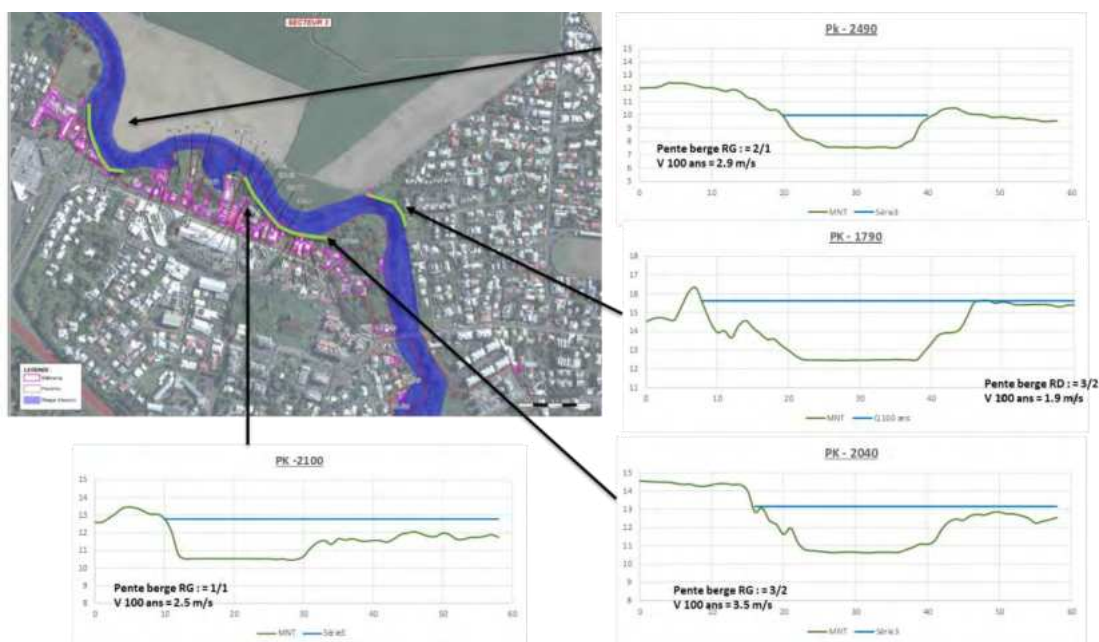


Fig. 129. Secteur 3.2 – contraintes hydrauliques

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

AMENAGEMENTS PRECONISES

- Pk -1750 à - 1850
 - Pente berge 3/2 – Vitesse = 1.9 m/s - extrados => Enrochements libres
 - Hauteur de la protection : 4 m
 - Linéaire : 100 m
 - **Coût estimatif : 160 k€ HT**
- Pk -1980 à -2130
 - Pente berge 1/1 à 3/2 – Vitesse entre 2.5 et 3.5 m/s - Extrados => Enrochements libres
 - Hauteur de la protection : 3 m
 - Linéaire : 150 m
 - **Coût estimatif : 180 k€ HT**
- Pk -2470 à -2620
 - Pente berge 2/1 – Vitesse = 2.9 m/s - extrados => Enrochements libres
 - Hauteur de la protection : 3 m
 - Linéaire : 150 m
 - **Coût estimatif : 180 k€ HT**

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.3.4.8. SYNTHESE

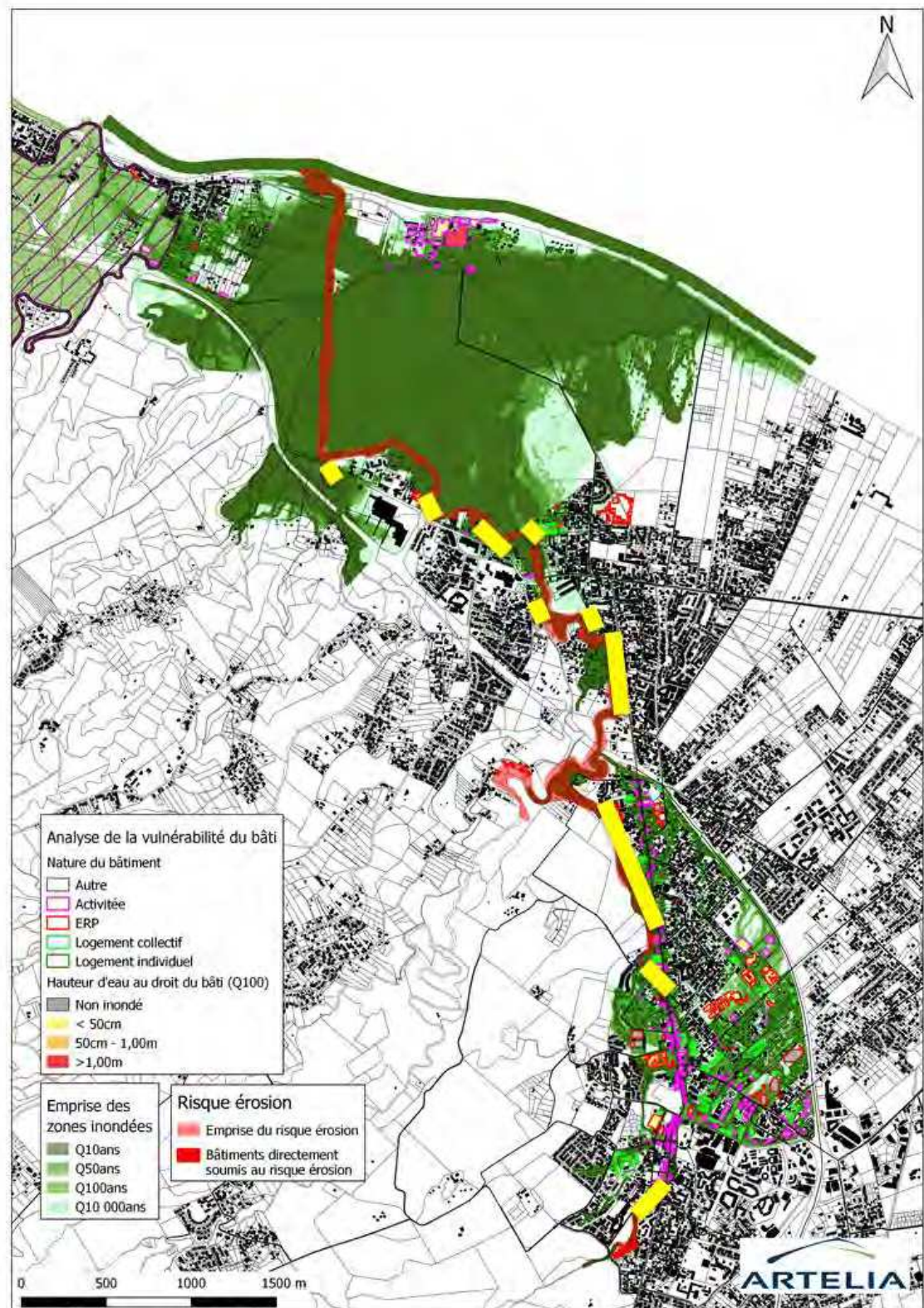


Fig. 130. Secteurs faisant l'objet de mesures de protection contre l'érosion

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Tabl. 64 - Synthèse – protection contre l'érosion – Secteurs amont

Secteur	PK	Type de protection	Hauteur (m)	Linéaire (m)	Coût
1.1	3500 - 3350	Enrochements libres	3.5	150	210k€ HT
1.2	3190 - 2990	Enrochements libres	3.5	200	560k€ HT
2.1.1	1710 - 1560	Enrochements liés	2.0	150	210k€ HT
2.1.2	1280 - 930	Enrochements libres	3.5	350	490k€ HT
2.2	800 - 450	Enrochements libres	4.0	350	640k€ HT
TOTAL amont				1 200	2 110k€ HT

Tabl. 65 - Synthèse – protection contre l'érosion – Secteurs amont

Secteur	PK	Type de protection	Hauteur (m)	Linéaire (m)	Coût
3.1.1	-350 / -850	Enrochements libres	3	500 RD 500 RD	840k€ HT
3.1.2	-1300 / -1400	Enrochements libres	5	100	200k€ HT
3.2.1	-1750 / -1850	Enrochements libres	4	100	160k€ HT
3.2.2	-1980 / -2130	Enrochements libres	3	150	180k€ HT
3.2.3	-2470 / -2620	Enrochements libres	3	150	180k€ HT
TOTAL aval				1 500	1 560k€ HT

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.4. AXE 5 : REDUCTION VULNERABILITE

Cet axe sera développé dans le cadre des fiches actions PAPI et dans le cadre de la Phase 4 de la mission.

3.4.1. Objectif et stratégie

Objectif : Réduire la vulnérabilité des personnes et des biens en lien avec l'analyse de vulnérabilité du territoire réalisée dans le cadre du diagnostic.

Moyens :

- Acquisition et/ou expropriation de biens en zone à risques
- Etudes et travaux de réduction de la vulnérabilité pour des biens à usage d'habitation

Secteurs concernés :

- Mises en place de mesures de protections individuelles sur Quartier Français (aval et amont),
- Mises en place de mesures de protections individuelles sur Bois Rouge (secteur est),
- Mises en place de mesures de protections individuelles sur le secteur du collège du centre-ville de Saint-André,
- Acquisition et/ou expropriation de biens ou mises en place de protections individuelles sur Chemin d'eau

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

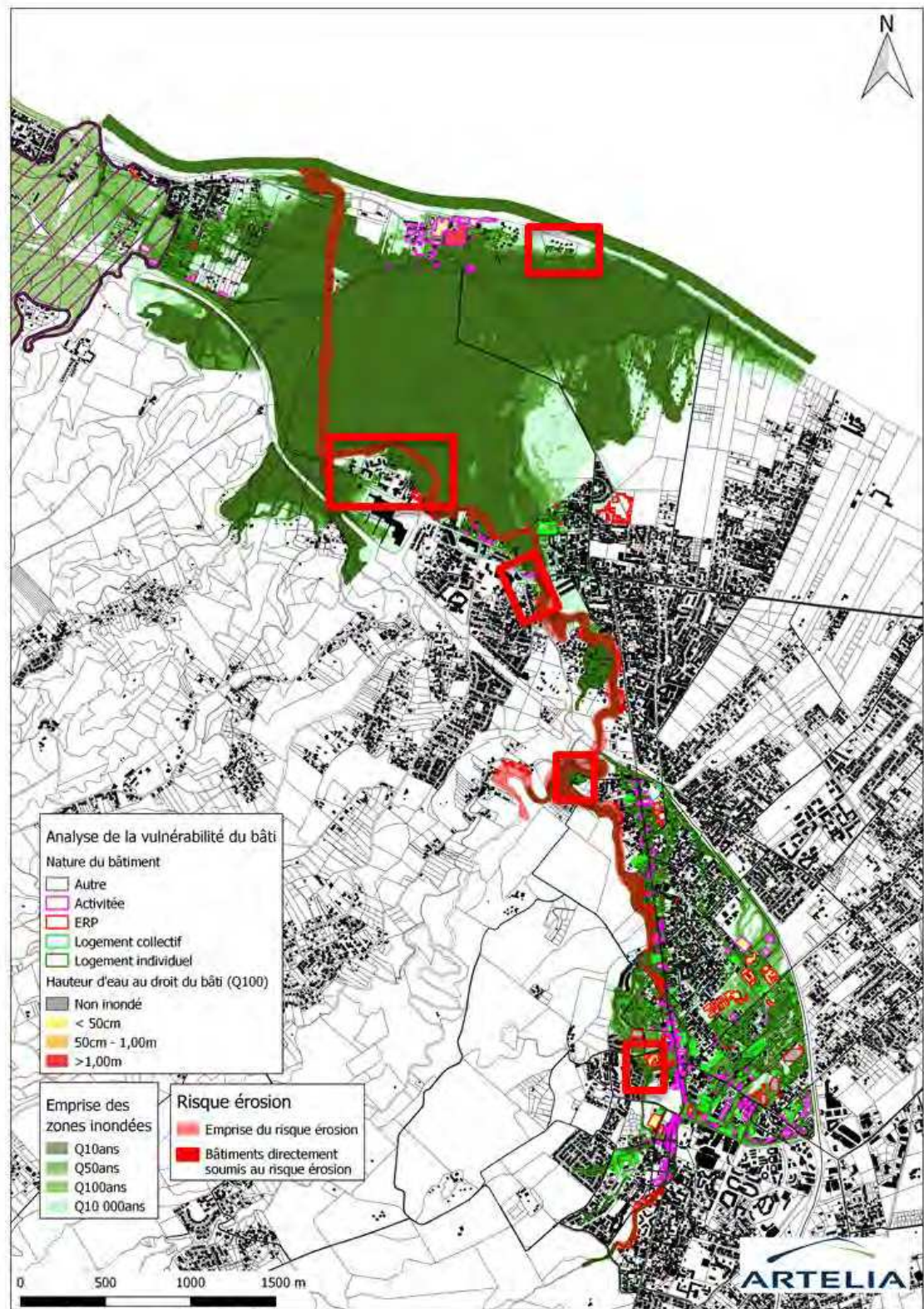


Fig. 131. Secteurs faisant l'objet de mesures protections individuelles

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.5. AXE 0 : DEFINITION DE LA GOUVERNANCE

Afin de définir le mode de gouvernance le mieux approprié au contexte locale et au portage du PAPI et des différentes actions qui le compose, il convient en préalable de procéder au diagnostic sur :

- les modes de gouvernance possible à mettre en œuvre,
- les acteurs impliqués
- les moyens alloués (humains, matériels, financiers)
- les éventuels projets/plans d'action en cours en plus du Dossier PAPI

Le présent paragraphe va détailler les deux premiers points de ce diagnostic.

Les systèmes d'endiguements à créer se situent :

- sur la commune Bègue,
- sur les deux rives de la Grande Rivière Saint-Jean au niveau du Quartier Français / Cambuston, au niveau du Quartier de La Marine et sur le site de Bois Rouge.

Dans la configuration actuelle de gouvernance du territoire, les compétences GEMAPI sont portées par la CIREST et par la CINOR sur leurs territoires respectifs. La DEAL demande à ce que les protections du quartier Français soient considérées comme un seul et même système d'endiguement. Hors cet aménagement se situe sur les deux territoires, ce qui nécessite de mettre en place une gouvernance spécifique pour la gestion de ce système. Aucun modèle de gestion n'est imposé :

- Régie partielle ou totale,
- Transfert partiel ou total à un syndicat mixte quel qu'il soit,
- Délégation partielle ou totale à un EPAGE ou un EPTB uniquement,
- Conventionnement.

Dans ce cadre, il convient donc de définir :

- si un gestionnaire doit être défini spécifiquement pour ce système (syndicat)
- si oui, si il convient d'étendre la gestion de nouveau syndicat à un territoire plus vaste :
 - partie aval du secteur d'étude,
 - bassin versant de la Grande Rivière Saint-Jean, ie le territoire du PAPI,
 - bassin hydrographique plus important...
- si oui, quel type de structure porteuse doit-être mise en œuvre : syndicat, EPAGE EPTB.

Ainsi, le Comité de Pilotage de la mission doit lancer une phase de concertation interne pour établir les modes de gouvernance qu'il souhaite mettre en œuvre dans le cadre du PAPI :

- **Portage du Dossier PAPI,**
- **Maitrise d'ouvrage et gestion des différentes actions, notamment celles portant sur la création des systèmes d'endiguement.**

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.5.1. Cartographie des acteurs

La cartographie suivante présente sur une même carte :

- le découpage physique du territoire, en sous-bassins versant, avec le bassin de travail de la Grande Rivière Saint-Jean en Rouge. Ce bassin est le territoire géographique sur lequel il convient de placer les réflexions à mener dans le cadre du PAPI, celui-ci prévoyant la mise en place d'un plan de gestion et d'entretien du bassin versant et des cours d'eau,
- le découpage administratif du territoire :
 - 2 communes se situent sur le bassin versant de la Grande Rivière Saint-Jean : Sainte-Suzanne et Saint-André et 2 EPCI-FP : la CINOR et la CIREST ;
 - A noter que sur l'entité du bassin Bassin hydrographique Rivière Ste-Suzanne et Gde Rivière St-Jean, 3 communes sont concernées : Sainte-Marie, Sainte-Suzanne et Saint-André.

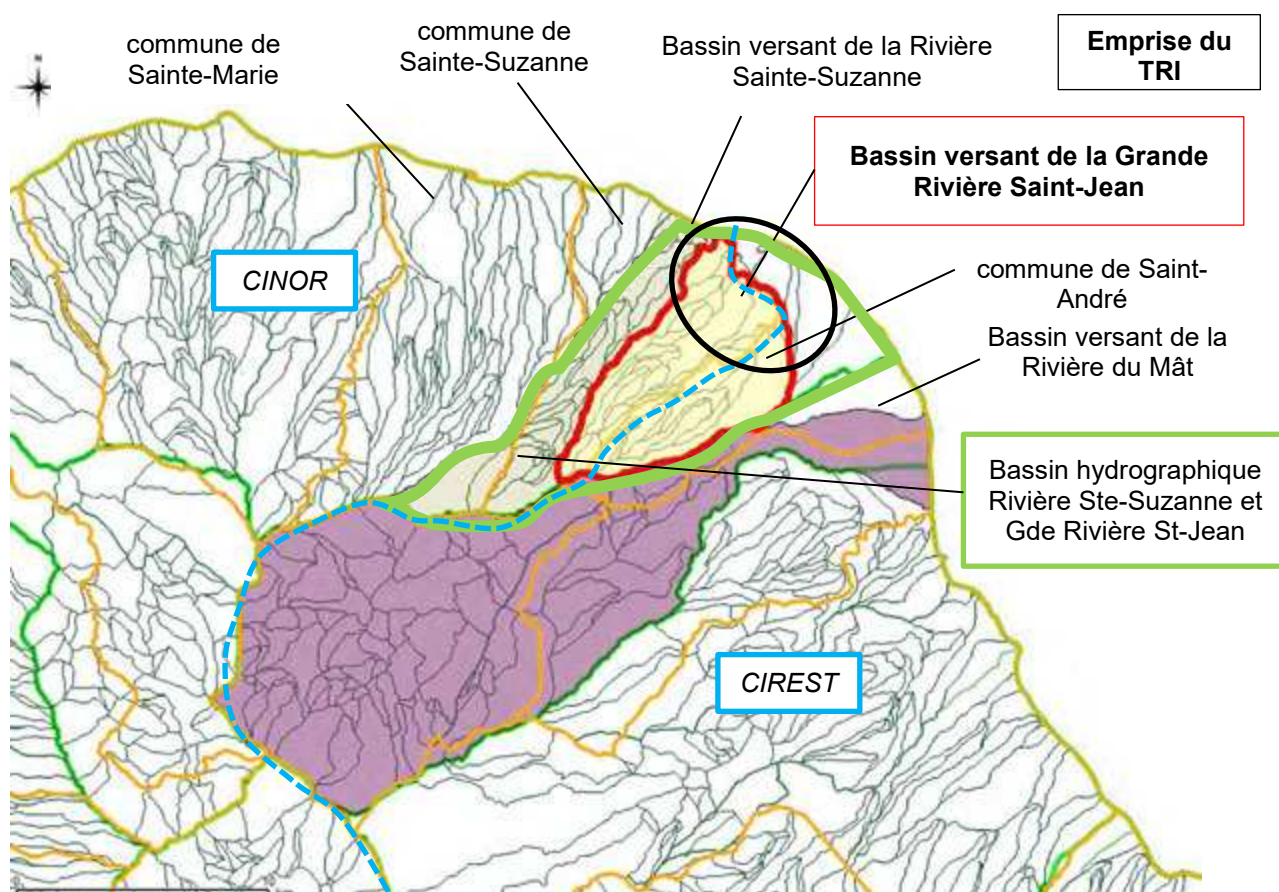


Fig. 132. Découpage du territoire

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.5.2. Différents types de syndicats

Tabl. 66 - Différents syndicats

Echelle	Syndicat	Missions principales	Réflexions
Echelle du bassin versant ou d'un groupement de bassin versant	EPTB (depuis 2003)	Coordonner les actions GEMAPI MOA des projets d'intérêt commun Contribuer au SAGE Assurer la cohérence des EPAGE	EPTB en cohérence avec le périmètre du SAGE : ici périmètre de l'inter-co Actuellement aucun EPAGE : pas de mission de cohérence/coordination sur le territoire
Echelle du sous-bassin versant ou d'un bassin versant d'un fleuve côtier ou de cours d'eau non domaniaux	EPAGE (depuis 2014)	MOA locale Animation territoriale à l'échelle du sous-bassin, BV d'un fleuve côtier ou de cours d'eau domaniaux	La Grande Rivière Saint-Jean est un fleuve côtier : son bassin (éventuellement le bassin commun Grande Rivière Saint-Jean / Rivière Sainte-Suzanne) peut être considéré
Echelle locale	EPCI –FP (2018à	MOA de l'ensemble des missions GEMAPI	Ici la CIREST et la CINOR sur leurs territoires respectifs du bassin versant de la Grande Rivière Saint-Jean
	Associations syndicales ASA / ASL / ASCO	Associations regroupant des propriétaires fonciers pour exécuter et entretenir à frais communs certains travaux Ne concerne pas le territoire d'étude (nouveaux systèmes de protection)	

Quelles possibilités :

Sécabilité géographique : la communauté peut adhérer à plusieurs syndicats pour les mêmes missions de la compétence à condition que ce soit des parties distinctes du territoire : *la création d'un syndicat à l'échelle du bassin versant de la Grande Rivière Saint-Jean ou de la Grande Rivière Saint-Jean et de la Rivière Sainte-Suzanne permettra également à la CIREST et la CINOR d'adhérer à d'autres syndicats sur d'autres territoires (Rivière du Mât, Ravine des Chèvres).*

- Sécabilité fonctionnelle : possibilité de superposer plusieurs syndicats sur le même territoire à condition que la communauté leur transfère/délègue des missions différentes de la GEMAPI (superposition sur un même territoire : EPTB / EPAGE /EPCI-FP/Syndicat) : *la création d'un EPTB régional et d'un EPAGE de sous bassin (Grande Rivière Saint-Jean*

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

et/ou Rivière Sainte-Suzanne) et d'un syndicat de gestion d'une sous-partie du bassin (bien que ce dernier ne soit pas pertinent) est possible

« La loi MAPTAM vise à structurer la compétence GEMAPI à partir du bloc communal. Les intercommunalités peuvent se regrouper en syndicats mixtes à des échelles hydrographiques adaptées pour exercer cette compétence dans un principe de solidarité territoriale.

Les établissements publics d'aménagement et de gestion des eaux (EPAGE) et les établissements publics territoriaux de bassin (EPTB) sont des syndicats mixtes bénéficiant d'une reconnaissance particulière au regard de leur périmètre d'intervention et des missions spécifiques qu'ils exercent, conformément aux dispositions prévues aux articles L.213-12 et R.213-49 du code de l'environnement.

Cette reconnaissance leur confère la possibilité d'exercer les compétences qui leur sont confiées par la voie de la délégation, ce qui relève d'une exception au regard du droit des collectivités locales.

Pour les EPTB, cette reconnaissance permet en outre d'inclure dans leur périmètre d'intervention le territoire de collectivités non membres (qui n'ont pas d'obligation d'y adhérer), pour constituer un espace d'intervention cohérent. Cette doctrine est fondée sur une logique tenant à la taille de ces établissements le plus souvent interdépartementaux voire interrégionaux, qui rend difficile l'adhésion de l'ensemble des collectivités du territoire. Enfin, ce label leur permet de percevoir une taxe spécifique pour service rendu. »

(source note détaillée sur la procédure de reconnaissance EPAGE ou EPTB)

La constitution en EPTB ou en EPAGE implique de justifier la motivation de la demande et la cohérence du périmètre d'intervention proposé. Il faut également proposer :

- un Programme d'intervention prévisionnel ou programme stratégique
- les éléments de programmation budgétaire, en distinguant la part d'autofinancement,
- les modalités de répartition des financements,
- un projet d'organigramme de la future structure.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

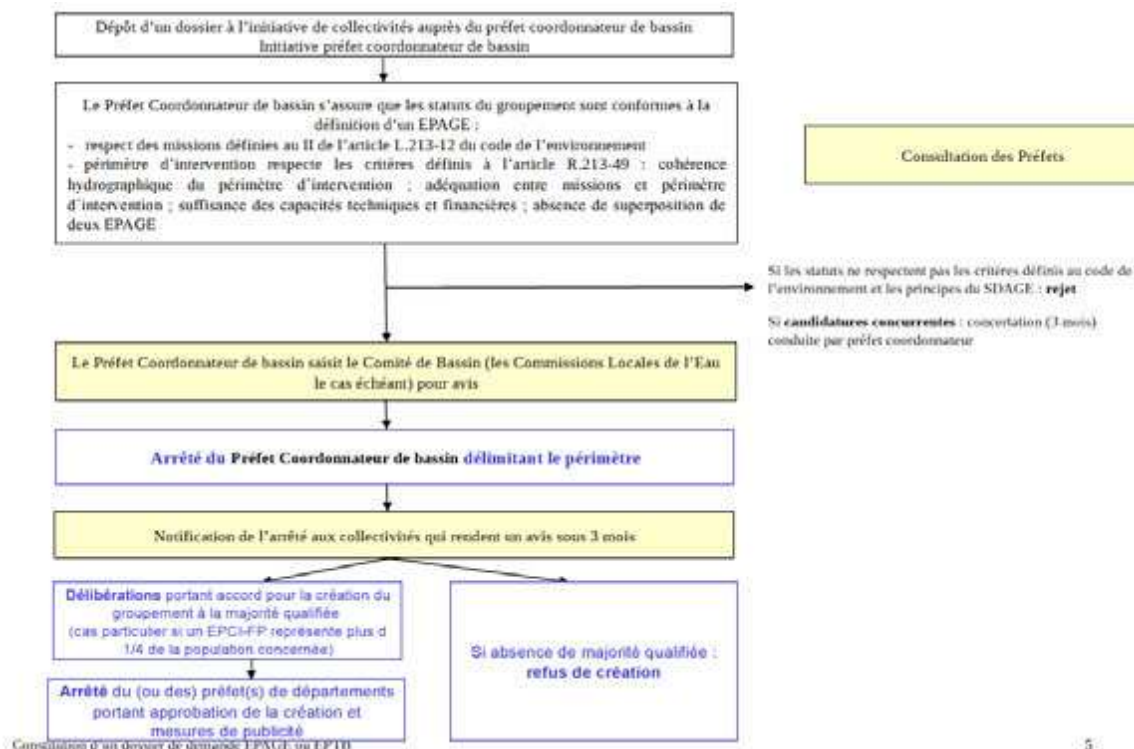


Fig. 133. Procédure de création d'une structure ex-nihilo d'un EPAGE

Les délais de création sont de 5 mois pour un syndicat et de 9 mois pour un EPAGE /EPTB. Ces délais s'entendent à partir du dépôt du dossier.

Ces délais n'intègrent pas les phases préalables de création du dossier et l'ensemble des concertations à mener entre les deux intercommunalités pour définir ces différents éléments (Programme d'intervention, constitution du bureau, mode de financement, budget...).

3.5.3. Coopérations possibles pour une gestion commune

Plusieurs dispositifs possibles :

- Conventionnement entre Communautés sur la GEMAPI pour tout ou partie des missions (LOI n° 2015-991 du 7 août 2015 - art. 72) non soumise aux règles de publicité et de mise en concurrence parce que :
 - La convention permet aux collectivités d'assurer conjointement la réalisation de missions de services publics en vue d'atteindre des objectifs communs
 - La coopération n'obéit qu'à des considérations d'intérêt général
- EPAGE peuvent adhérer à des EPTB
- Entente intercommunautaire entre 2 ou plusieurs EPCI-FP (*ici CIREST et CINOR*) **pour gérer ensemble des ouvrages d'utilité commune** (L5221-1 CGCT modifié par Loi n°2004-809 du 13 août 2004 - art. 192 JORF 17 août 2004)
 - Toutes les questions d'intérêt commun sont débattues au sein de conférences, avec la présence possible de représentants de l'Etat
 - Les décisions prises ne sont exécutoires qu'après ratification par les organes délibérants des EPCI-FP

Ces ententes peuvent concerner les besoins suivants :

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

- Partager des biens ou des services sans créer de personne morale : Entente intercommunale,
- Demander à une autre collectivité ou à un autre établissement public de gérer des services, des équipements (ou de faire des études) pour son compte : convention de prestation de services
- Partager un service (des agents avec tous leurs moyens) : Convention de service unifié, Convention de mutualisation, Convention de service commun
- Demander à un autre maître d'ouvrage de gérer des travaux pour le compte des deux maîtres d'ouvrages : convention de maîtrise d'ouvrage désignée (co-maitrise d'ouvrage), convention de maîtrise d'ouvrage déléguée (contrat de mandat) ; création d'une Société Publique locale (SPL)
- ...

3.5.4. Synthèse

Dans le cadre du PAPI, il convient pour la CIREST et la CINOR de décider si il convient de créer un syndicat pour la seule gestion du système d'endiguement de la partie médiane du territoire ou si ce syndicat doit être le porteur des compétences GEMPAI à plus grande échelle.

La création d'un EPTB, « super-structure » de coordination à grande échelle est à envisager sur le territoire régional ou à l'échelle des territoires des SDAGES, pas à une échelle inférieure. Cette structure n'est donc pas adaptée pour la gestion du système d'endiguement du secteur médian.

L'EPAGE est adapté à un territoire de type bassin versant ou bassin hydrographique. C'est donc la taille idéale pour la structure qui pourrait porter le PAPI à l'échelle du bassin versant de la Grande Rivière Saint-Jean, ou à une échelle légèrement supérieure (fusion des deux bassins : Grande Rivière Saint-Jean et Rivière Sainte-Suzanne).

Pour une gestion à une échelle locale, la création d'un syndicat, bien que peu favorisé par les services de l'Etat, est à privilégier car adaptée à la taille du territoire.

La création de ce syndicat impose le transfert ou la délégation de tout ou partie des compétences GEMAPI vers cette nouvelle structure sur le territoire sous sa gestion. Ce point est défini dans les statuts du syndicat créé.

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

3.6. AUTRES AXES DU PAPI

Dans le cadre de l'élaboration du Dossier de PAPI, il est nécessaire de faire un rappel et une analyse des actions déjà engagées dans le cadre des outils précédents (PGRI et PAPI).

Les actions à poursuivre sur ces axes sont à définir par le Comité de Pilotage de la mission.

Pour rappel, le PAPI précédent se composait des actions suivantes :

- Axe 1 : Amélioration de la connaissance et de la conscience du risque
 - Mise en place de repère de crues
 - Renforcer la diffusion de l'information préventive à destination des collectivités
 - Renforcer la diffusion de l'information préventive à destination des administrés en zone exposée
- Axe 2 : Surveillance et prévisions des crues
 - Développer l'alerte sur les crues rapides
 - Expérimenter un dispositif d'alarme
- Axe 3 : Alerte et gestion de crise
 - Adapter les plans d'évacuation
- Axe 4 : Prise en compte du risque inondation dans l'urbanisme
 - Réviser les PPRI (Etat)
- Axe 6 : Ralentissement des écoulements
 - Réalisation du SDEP
- Axe 7 : Gestion des ouvrages de protection hydrauliques
 - Développer et professionnaliser le suivi et l'entretien des ouvrages
 - Gestion des cordons dunaires des embouchures
 - Surveiller et gérer le DPF vis-à-vis des risques d'embâcles et zone de sédimentation (Etat)

⇒ **En cours de concertation à ce stade de la mission**

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

4. ELABORATION DES SCENARII

4.1. METHODE

La démarche mise en œuvre pour élaborer les scénarii d'aménagements repose sur une forte concertation menée avec le comité Technique tout au long de la mission et plus particulièrement dans le cadre de cette phase 2 et l'exploitation des éléments présentés précédemment :

- **Réunions de travail (BET/AMO/MOA principalement)** entre septembre et décembre pour échanger sur les actions à mettre en œuvre
- **Présentations techniques au COTECH** sur les différentes actions associées à chaque typologie de mesures et de gestion
- **Elimination sur des critères hydrauliques d'efficacité** (objectifs de protection non atteints)
- **Priorisation et préconisations sur la base d'un indicateur de pertinence** : coût / logement protégé

Ainsi, la concertation menée a permis de faire émerger 3 scénarios :

- Scénario n°1 : Protection sans déviation des eaux en amont du CV de St André
- Scénario n°2 : Protection avec dérivation des eaux de la Ravine Sèche vers la Rivière du Mât
- Scénario n°3 : Protection avec déviation des eaux de la Ravine Payet vers la Ravine Sèche en amont du CV de St André

Les aménagements communs à ces 3 scénarios sont les suivants :

- Protections secteurs médian et aval ;
- Mesures de réduction des apports en amont du centre-ville (ZEC)
- Mesures pour l'amélioration des écoulements sur la partie aval.

Pour chacun de ces trois scénarii, 3 niveaux de protection sont proposés (30, 50 et 100 ans).

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

4.2. SCENARII ELABORES

4.2.1. Scénario 1

Le scénario n°1 défini consiste principalement à la reprise des ouvrages hydrauliques sur le centre-ville de Saint-André, sans actions lourde de dérivation.

Ce scénario est développé pour 3 niveaux de protection, le choix de ce dernier étant à la charge du COPIL.

Les caractéristiques de ce scénario sont présentées ci-dessous :

Tabl. 67 - Synthèse du Scénario 1

Scénario 1 : sans dérivation / déviation				
	30 ans	50 ans	100 ans	100 ans ss Collège
Coût max k€ HT	18 900	22 900	25 200	22 800
Logements protégés	717	938	1178	1160
Coût moyen k€/log.	26	24	21	19
Proposition BE pour le scénario 1	20 700 k€ HT Protection collective 100 ans centre-ville et Quartier Français Mesures protection individuelle collège + habitats diffus 19 k€ / logements			
Avantage scénario 1	- Non modification des bassins versants en amont du centre-ville (- d'aménagements à surveiller)			
Inconvénient Scénario 1	- Phasage des aménagements à prévoir pour ne pas impacter les habitations en aval en cas de reprise des aménagements amont - Secteurs La Marine et Bois Rouge enclaver en cas de crues - Travaux lourds à prévoir dans le centre-ville de St André - Création de nouveaux systèmes d'endiguement avec limitation de l'urbanisation en zone protégée			

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

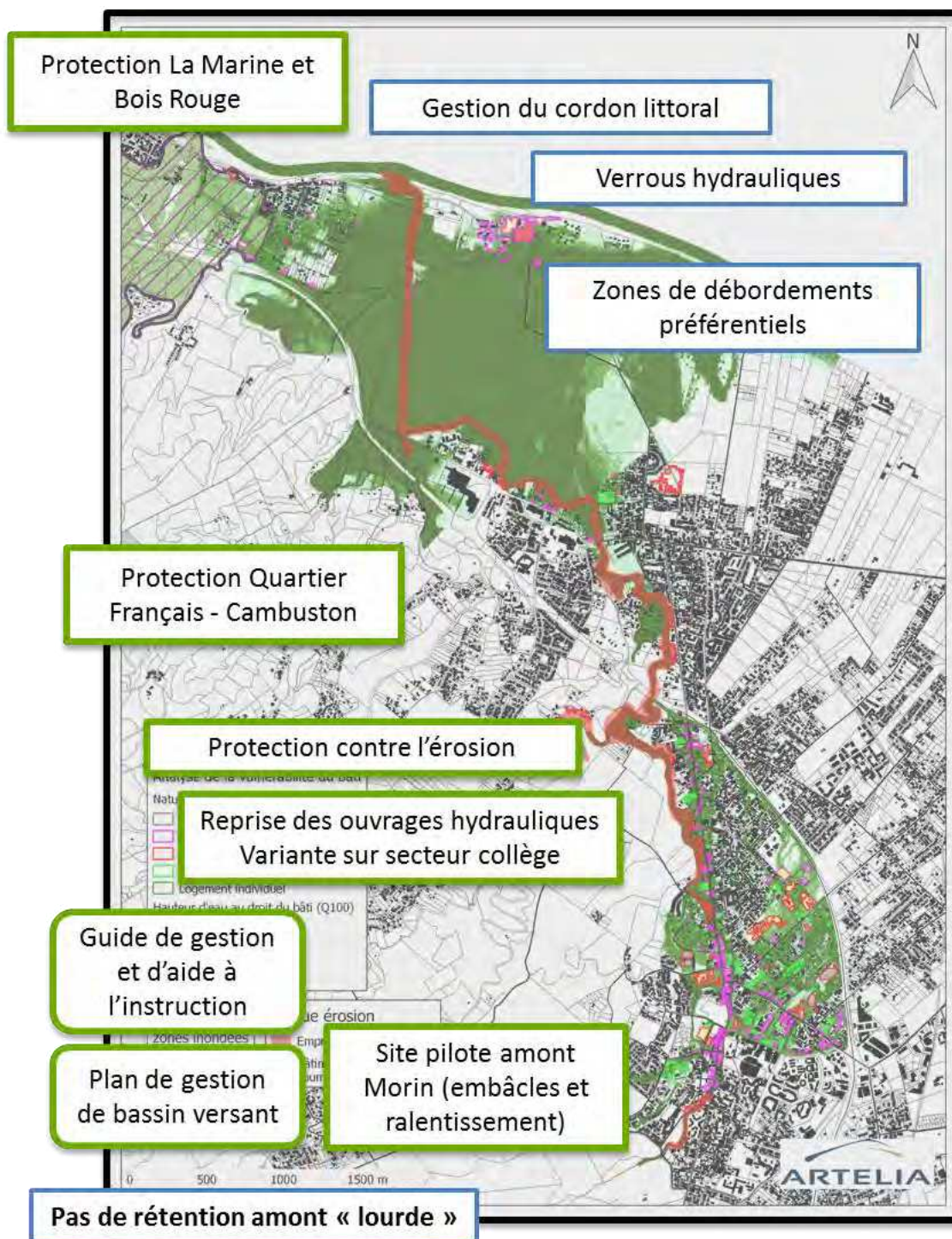


Fig. 134. Scénario 1

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

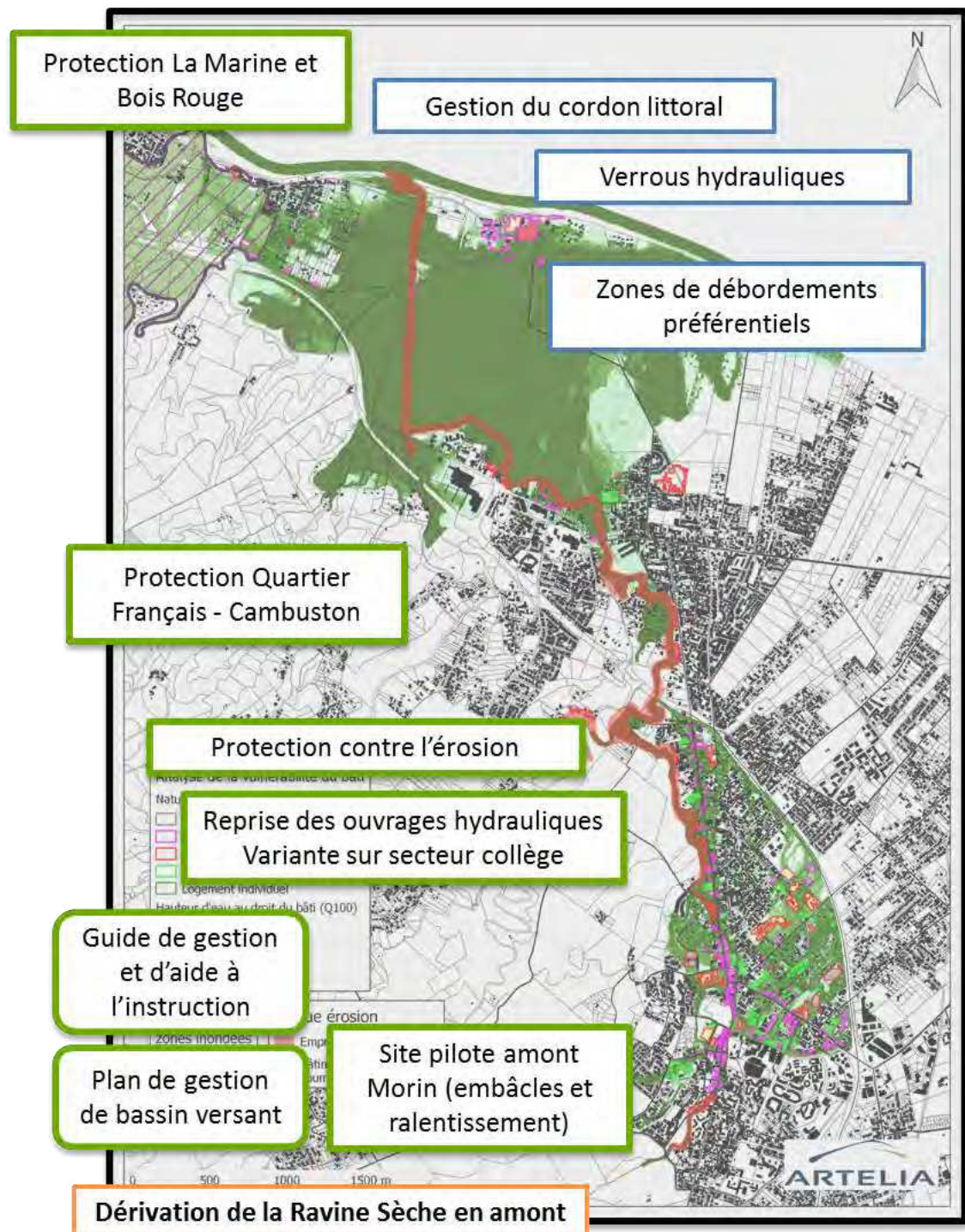


Fig. 135. Scénario 2

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

4.2.3. Scénario 3

Le scénario n°3 défini consiste principalement à la reprise des ouvrages hydrauliques sur le centre-ville de Saint-André, avec dérivation des apports amont de la Ravine Payet.

Ce scénario est développé pour 3 niveaux de protection, le choix de ce dernier étant à la charge du COPIL.

Les caractéristiques de ce scénario sont présentées ci-dessous :

Tabl. 69 - Synthèse du Scénario 3

Scénario 3 : déviation Ravine Payet vers Ravine Sèche				
	30 ans	50 ans	100 ans	100 ans ss Collège
Cout max k€ HT	18 700	21 900	24 000	22 800
Logements protégés	717	938	1178	1160
Cout moyen k€/log.	26	23	20	20
Proposition BE pour le scénario 3	20 700 k€ HT Protection collective 100 ans centre-ville et Quartier Français Mesures protection individuelle collège + habitats diffus 19 k€ / logements			
Avantage scénario 3	- Réduction des apports dans la Ravine Payet et diminution des inondations au niveau du secteur du Collège			
Inconvénient Scénario 3	- Augmentation des débits dans la Ravine Sèche (très faible/au débit état initial) - Phasage des aménagements à prévoir pour ne pas impacter les habitations en aval en cas de reprise des aménagements amont - Secteurs La Marine et Bois Rouge enclavés en cas de crues - Travaux lourds à prévoir dans le centre-ville de St André - Création de nouveaux systèmes d'endiguement avec limitation de l'urbanisation en zone protégée			

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

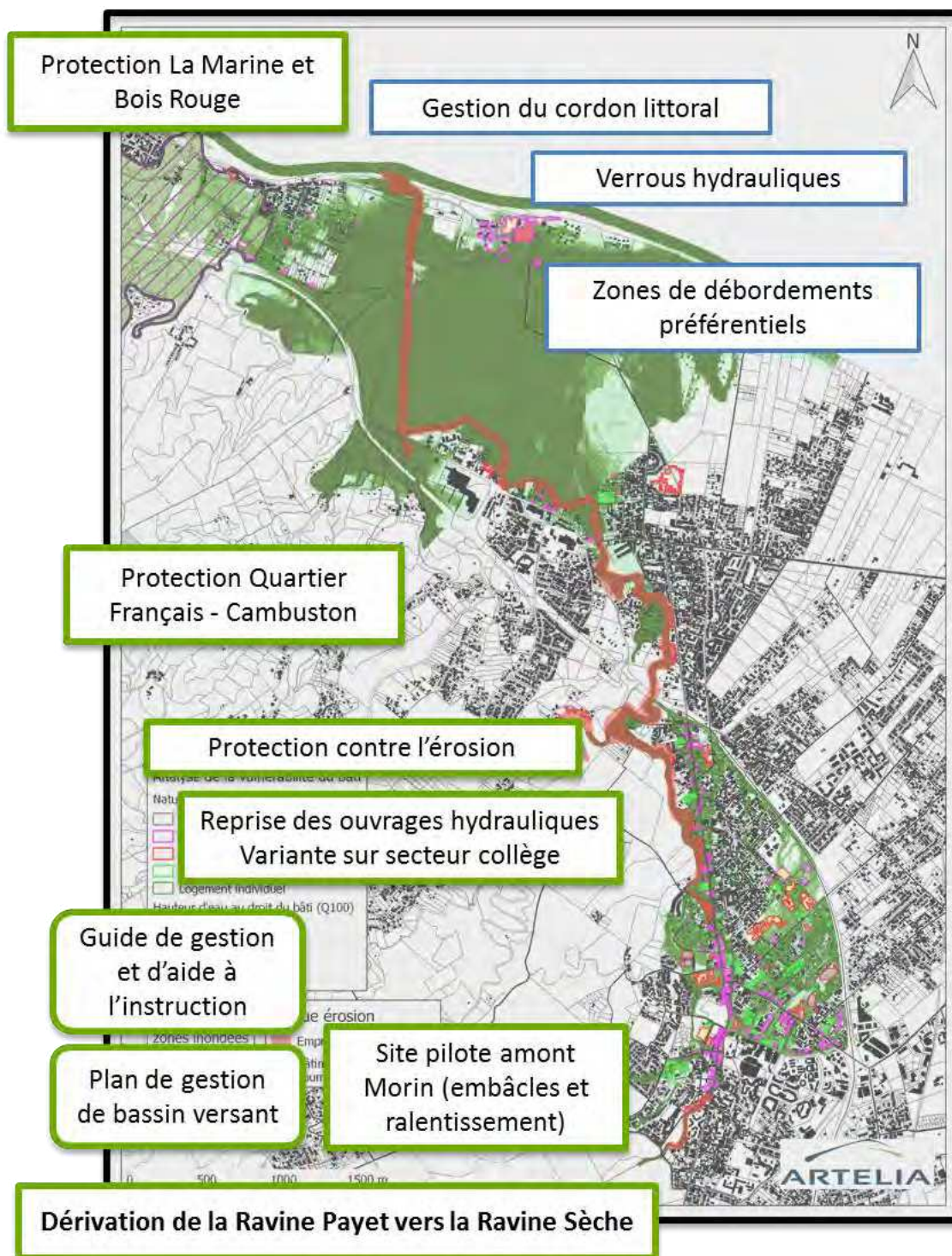


Fig. 136. Scénario 3

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

4.2.4. Synthèse

Les tableaux suivants présentent la compilation des principales caractéristiques des trois scénarii présentés au Comité de Pilotage de la mission.

Tabl. 70 - Comparaison des trois scénarii concertés

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Coût total	20 700 k€	31 600 k€	20 700 k€
Occurrences des protections collectives	Identiques pour les 3 Scénarii : 100 ans		
Premier débordements au niveau du secteur du Collège	15 ans	20 ans	25 ans
Bâtis protégés par les protections collectives	Identiques pour les 3 scénarii : 1 160 logements 49 ERP		
Coût moyen / logement	19 k€/log.	29 k€/log.	19 k€/log.
Avantages	- Non modification des bassins versants en amont du centre-ville (moins d'aménagements à surveiller)	- Réduction des apports dans le centre-ville à occurrence d'évènement fixé - Problématique embâcles moindre (évacuation vers RM en amont du Centre-ville St André)	- Réduction des apports dans la Ravine Payet et diminution des inondations au niveau du secteur du Collège
Inconvénients	- Phasage des aménagements à prévoir pour ne pas impacter les habitations en aval en cas de reprise des aménagements amont - Secteurs La Marine et Bois Rouge enclaver en cas de crues - Travaux lourds à prévoir dans le centre-ville de St André - Création de nouveaux systèmes d'endiguement avec limitation de l'urbanisation en zone protégée	- Coût - Dérivation vers Rivière du Mât : Faisabilité à valider et planning de mise en œuvre - Phasage des aménagements à prévoir pour ne pas impacter les habitations en aval en cas de reprise des aménagements amont - Secteurs La Marine et Bois Rouge enclaver en cas de crues - Travaux lourds à prévoir dans le centre-ville de St André - Création de nouveaux systèmes d'endiguement avec limitation de l'urbanisation en zone protégée	- Augmentation des débits dans la Ravine Sèche (très faible/au débit état initial) - Phasage des aménagements à prévoir pour ne pas impacter les habitations en aval en cas de reprise des aménagements amont - Secteurs La Marine et Bois Rouge enclaver en cas de crues - Travaux lourds à prévoir dans le centre-ville de St André - Création de nouveaux systèmes d'endiguement avec limitation de l'urbanisation en zone protégée

5. SCENARIO RETENU PAR LE COMITE DE PILOTAGE

Le Comité de Pilotage s'est tenu le 10/12/2019 à la CIREST.

A l'issue de la réunion, le COPIL décide donc la composition d'un scénario (n°4) apportant un niveau de protection pour une crue centennale conciliant :

- la dérivation de la Ravine Sèche ;
- la dérivation de la Ravine Payet ;
- le redimensionnement des ouvrages hydrauliques ;
- et la mise en œuvre d'ouvrages de protection pour traiter les débordements résiduels.

5.1. DESCRIPTION DES ACTIONS RETENUES

à faire

5.2. COUTS DES ACTIONS

à faire

Etude générale de définition des aménagements et actions de réduction de la vulnérabilité sur le Territoire à Risque Inondation Saint-André / Sainte-Suzanne

Phase 2 – Définition de l'état de référence (état sans aménagement) avec protection

Coût des actions

Protection de La Marine et Bois Rouge

- 0,45 – 0,65M€ HT sur Sainte-Suzanne
 - 1,5 – 2,0M€ HT sur Saint-André
- ⇒ Influence réciproque
⇒ Concertation du planning des aménagements

Protection de commune Bègue, Quartier Français / Cambuston (inondation + érosion)

- 2,4 – 2,7M€ HT sur Sainte-Suzanne
 - 1,3 – 1,6M€ HT sur Saint-André
- ⇒ Influence réciproque – concertation des aménagements (planning)
⇒ Gestion concertée de l'entretien

Protection érosion amont : 2,1M€ HT

⇒ Pas d'incidence sur les territoires voisins

Protection du centre-ville Saint-André:

- 6,2 – 8,2/10,6M€ HT sans dérivation
 - 6,1 – 8,1/9,3M€ HT avec dérivation Ravine Payet
- ⇒ Pas d'influence aval

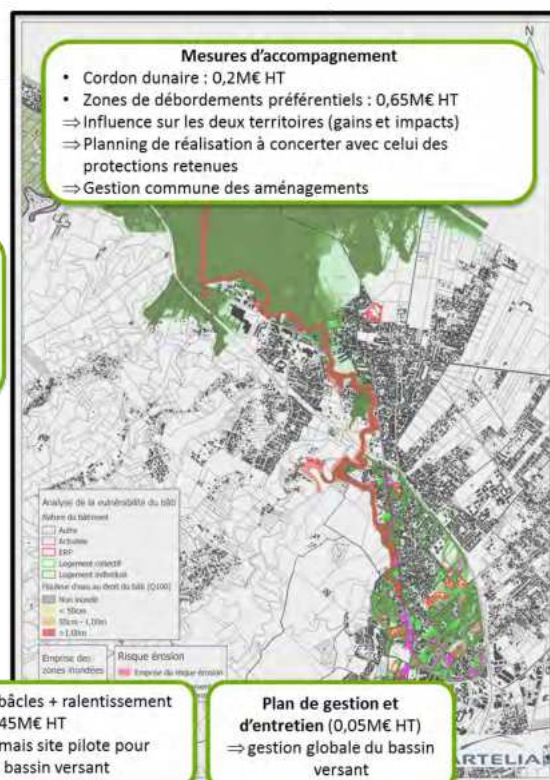
- 18,9 – 19,2/21,6M€ HT avec dérivation RS
- ⇒ gains sur l'aval (Quartier Français) : aménagement global à l'échelle du bassin versant

Site pilote de gestion des embâcles + ralentissement dynamique : 0,45M€ HT

⇒ impact sur Saint-André mais site pilote pour gestion globale du bassin versant

Plan de gestion et d'entretien (0,05M€ HT)

⇒ gestion globale du bassin versant



Coûts hors études amont et réglementaires et hors coûts d'entretien

Coûts et Financement

Axe 7

Protection contre érosion et inondation

Coûts travaux + études :

- de 23 à 30M€ HT pour Sc1 et Sc3 selon les mesures complémentaires
- de 38 à 46M€ HT pour Sc2 selon les mesures complémentaires

A la charge des EPCI : 20% (sous réserve):

- 3,3 à 4,7M€ HT au total CIREST + CINOR
- (6,4 à 7,3M€ HT avec dérivation Ravine Sèche)

CIREST :

- 2,6 à 3,9M€ HT sans dérivation
- 5,7 à 6,5M€ HT avec dérivation

CINOR:

- 0,7 à 0,8M€ HT avec et sans dérivation (sans financement de la dérivation)

Axe 6

Plan de gestion, Sites pilote, gestion du cordon...

Jusqu'à 7M€ HT

Actions de gestion globale : répartition à concerter
⇒ Finançable jusqu'à 100%

