

Commune du Tampon
256, rue Hubert Delisle
97430 LE TAMPON



MARCHE SUBSEQUENT 1 DE L'ACCORD CADRE MAÎTRISE D'ŒUVRE ET ETUDES COMPLEMENTAIRES POUR DIVERS OUVRAGES HYDRAULIQUES

ETUDE DE FAISABILITE HYDRAULIQUE DE LA
SUPPRESSION DES DEBORDEMENTS DE LA RAVINE DES
CABRIS ET DU BRAS D'ANTOINE ENTRE LE 17EME KM ET
LA LIGNE DES 400



**Etude de
faisabilité**

N° d'Affaire RE16-083

Version 1.0

Août 2018

SUIVI ET VISA DU DOCUMENT

Réf. RE16-083

Etude : Etude de faisabilité hydraulique de la suppression des débordements de la Ravine des Cabris et du Bras d'Antoine entre le 17ème km et la ligne des 400

Phase : Etude de faisabilité

Date de remise : Août 2018

Version : 1.0

Statut du document : Provisoire

Propriétaire du document : Commune du Tampon

Chef de projet : Karl LEMARCHAND

Rédacteur : Karl LEMARCHAND Vérificateur : Clément THOMAS



SOMMAIRE

SUIVI ET VISA DU DOCUMENT	2
SOMMAIRE	3
LISTE DES FIGURES.....	6
LISTE DES TABLEAUX.....	11
PREAMBULE.....	13
1. CONTEXTE DE L'ETUDE	13
2. LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE	13
3. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	15
RAPPEL DES RESULTATS DE L'ETAT INITIAL.....	16
1. ETAT INITIAL – SCENARIO N°1 – Q ₁₀₀	16
1.1. Introduction.....	16
1.2. Résultats de l'état initial	16
1.3. Analyse de la dynamique hydraulique à l'état initial	20
2. ETAT INITIAL – SCENARIO N°2 – Q ₅₀	26
2.1. Introduction.....	26
2.2. Résultats de l'état initial	26
3. ETAT INITIAL – SCENARIO N°3 – Q ₃₀	29
3.1. Introduction.....	29
3.2. Résultats de l'état initial	29
4. SYNTHESE DE L'ETAT INITIAL.....	32
PROPOSITION D'AMENAGEMENT	35
1. OBJECTIFS.....	35
2. PRINCIPE ET METHODOLOGIE	36
3. DESCRIPTION SOMMAIRE DES AMENAGEMENTS PROPOSES.....	41
3.1. Ouvrage de dévoiement du Bras d'Antoine vers la ravine des Cabris.....	41
3.2. Aménagements Bras d'Antoine.....	44
3.2.1. Aménagement n°BA1 – création d'un ouvrage de franchissement - 955 mNGR – PK BA 1,700	47
3.2.2. Aménagement n°BA2 - Recalibrage du lit de l'altitude 945 à 935 mNGR – PK BA 1,850 à 1,950 –	48
3.2.3. Aménagement n°BA3 - Recalibrage du lit de l'altitude 890 à 885 mNGR – PK BA 2,450 à 2,500.....	50
3.2.4. Aménagement n°BA4 - Recalibrage du lit de l'altitude 798 à 760 mNGR – PK BA 3,350 à 3,65.....	52



3.2.5. Aménagement n°BA5 - Recalibrage du lit de l'altitude 750 à 725 mNGR – PK BA 3,700 à 3,850.....	54
3.2.6. Aménagement n°BA6 - Recalibrage du lit de l'altitude 653 à 649 mNGR – PK BA 4,600 à 4,650.....	56
3.2.7. Aménagement n°BA7 - Recalibrage du lit de l'altitude 653 à 649 mNGR – de part et d'autre du PK BA 4,850	57
3.2.8. Aménagement n°BA8 - Création de murs moellons et recalibrage du lit entre la rue du Docteur Guy Hoareau et la RD3 (rue Hubert Delisle) de l'altitude 605 à 585 mNGR – PK BA 5,500 à 5,100.....	59
3.2.9. Aménagement n°BA9 - Redimensionnement du pont de la RD3 (rue Hubert Delisle) – 585 mNGR – PK BA 5,100.....	63
3.2.10. Aménagement n°BA10 - Recalibrage du lit de l'altitude 585 à 573 mNGR – du PK BA 5,500 au PK BA 5,600.....	65
3.2.11. Aménagement n°BA11 - Recalibrage du lit de l'altitude 567 à 560 mNGR – du PK BA 5,700 au PK BA 5,800.....	67
3.2.12. Aménagement n°BA12 - Création d'un mur moellons de rehausse de la crête de berge et mise en place d'un batardeau - altitude 550 à 542 mNGR – du PK BA 5,900 au PK BA 6,000 –.....	70
3.2.13. Aménagement n°BA13 - Recalibrage du lit de l'altitude 526 à 523 mNGR – du PK BA 6,150 au PK BA 6,250.....	71
3.2.14. Aménagement n°BA14 - Recalibrage du lit de l'altitude 508 à 495 mNGR – du PK BA 6,550 au PK BA 6,750 –.....	73
3.2.15. Aménagement n°BA15 - Recalibrage du lit de l'altitude 494 à 450 mNGR – du PK BA 6,750 au PK BA 7,200 (RD400).....	77
3.2.16. Aménagement n°BA16 - Recalibrage du lit de l'altitude 436 à 425 mNGR – du PK BA 7,450 au PK BA 7,600.....	81
3.3. Aménagements ravine des Cabris.....	83
3.3.1. Aménagement n°RC1 – recalibrage du lit de l'altitude 961 à 945 mNGR – du PK RC 1,360 au PK RC 1,600.....	86
3.3.2. Aménagement n°RC2 – lissage du lit de l'altitude 916 à 910 mNGR – du PK RC 1,750 au PK RC 1,870.....	88
3.3.3. Aménagement n°RC3 – recalibrage du lit de l'altitude 900 à 893 mNGR et création d'un muret de rehausse – du PK RC 2,000 au PK RC 2,060.....	90
3.3.4. Aménagement n°RC4 – recalibrage du lit de l'altitude 885 à 845 mNGR et création d'un muret de rehausse – du PK RC 2,170 au PK RC 2,600.....	92
3.3.5. Aménagement n°RC5 – création d'un ouvrage de franchissement et création de murets de rehausse de l'altitude 805 à 795 mNGR – du PK RC 3,050 au PK RC 3,160	95
3.3.6. Aménagement n°RC6 – recalibrage du lit de l'altitude 792 à 789 mNGR et création d'un muret de rehausse – du PK RC 3,210 au PK RC 3,230.....	98
3.3.7. Aménagement n°RC7 – recalibrage du lit de l'altitude 780 à 760 mNGR – du PK RC 3,340 au PK RC 3,430.....	99



3.3.8.	Aménagement n°RC8 – création d'un ouvrage de franchissement et création de murets de rehausse de l'altitude 710 à 700 mNGR – PK RC 3,970 au PK RC 4,090 102	
3.3.9.	Aménagement n°RC9 – recalibrage du lit de l'altitude 675 à 670 mNGR et création d'un muret de rehausse – du PK RC 4,270 au PK RC 4,320.....	104
3.3.10.	Aménagement n°RC10 – canal de dérivation recalibrage du lit de l'altitude 608 à 605 mNGR et création d'un merlon pour boucher le talweg – PK RC 4,970...	106
3.3.11.	Aménagement n°RC11 – recalibrage du lit de l'altitude 590 à 585 mNGR – du PK RC 5,110 au PK RC 5,150	108
3.3.12.	Aménagement n°RC12 – lissage du lit de l'altitude 580 à 575 mNGR et création de murets de rehausse – du PK RC 5,270 au PK RC 5,320.....	110
3.3.13.	Aménagement n°RC13 – lissage du lit de l'altitude 570 à 565 mNGR – du PK RC 5,450 au PK RC 5,520	112
3.3.14.	Aménagement n°RC14 – lissage du lit de l'altitude 550 à 525 mNGR – du PK RC 5,600 au PK RC 5,800	114
4.	SYNTHESE DES AMENAGEMENTS PROPOSES	116
5.	SYNTHESE DES IMPACTS FONCIERS	121
	MODELISATION A L'ETAT PROJET	123
1.	INTRODUCTION	123
2.	ETAT PROJET – SCENARIO N°4 – Q ₃₀	123
2.1.	Introduction.....	123
2.2.	Résultats de l'état projet – Q ₃₀	123
2.3.	Analyse des résultats de l'état projet – Q ₃₀	126
3.	ETAT PROJET – SCENARIO N°5 – Q ₁₀₀	130
3.1.	Introduction.....	130
3.2.	Résultats de l'état projet – Q ₁₀₀	130
3.3.	Analyse des résultats de l'état projet – Q ₁₀₀	133
	IMPACT DES AMENAGEMENTS PROPOSES	135
1.	INTRODUCTION	135
2.	ANALYSE DES IMPACTS DES AMENAGEMENTS PROPOSES – Q100 – ZONE D'ETUDE	135
3.	ANALYSE DES IMPACTS DES AMENAGEMENTS PROPOSES EN AVAL DE LA ZONE D'ETUDE	146
3.1.	Introduction.....	146
3.2.	Comparaison des débits à l'état initial et à l'état projet en aval de la zone d'étude 146	
3.3.	Dimensionnement des bassins écreteur de crue	149
3.3.1.	Calcul des volumes des bassins écreteur de crue	149



3.3.2. Localisations proposées pour la mise en place des bassins d'écrêtage....	151
SUITE A DONNER	153

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation de la zone d'étude (zone de modélisation hydraulique)	14
Figure 2 : Hauteurs d'eau atteintes en m – Q_{100} à l'état initial	17
Figure 3 : Vitesses d'écoulement maximales atteintes en m/s – Q_{100} à l'état initial	18
Figure 4 : Aléas inondation au sens du PPRi à partir des résultats de la modélisation – Q_{100} à l'état initial	19
Figure 5 : Localisation des dysfonctionnements hydrauliques – Q_{100} – Planche n°1	20
Figure 6 : Localisation des dysfonctionnements hydrauliques – Q_{100} – Planche n°2	21
Figure 7 : Localisation des dysfonctionnements hydrauliques – Q_{100} – Planche n°3	22
Figure 8 : Localisation des dysfonctionnements hydrauliques – Q_{100} – Planche n°4	23
Figure 9 : Localisation des dysfonctionnements hydrauliques – Q_{100} – Planche n°5	24
Figure 10 : Localisation des dysfonctionnements hydrauliques – Q_{100} – Planche n°6.....	25
Figure 11 : Hauteurs d'eau atteintes en m – Q_{50} à l'état initial.....	27
Figure 12 : Vitesses d'écoulement maximales atteintes en m/s – Q_{50} à l'état initial.....	28
Figure 13 : Hauteurs d'eau atteintes en m – Q_{30} à l'état initial.....	30
Figure 14 : Vitesses d'écoulement maximales atteintes en m/s – Q_{30} à l'état initial.....	31
Figure 15 : Hydrogramme injecté dans la modélisation test	36
Figure 16 : Principe de répartition des débits en amont de la route des géraniums	37
Figure 17 : Comparaison des hydrogrammes injectés à l'état initial (pointillés) et à l'état projet après mise en œuvre du délestage – Q_{100} – Bras d'Antoine	38
Figure 18 : Comparaison des hydrogrammes injectés à l'état initial (pointillés) et à l'état projet après mise en œuvre du délestage – Q_{100} – Ravine des Cabris.....	38
Figure 19 : Comparaison des hydrogrammes injectés à l'état initial (pointillés) et à l'état projet après mise en œuvre du délestage – Q_{30} – Bras d'Antoine.....	39
Figure 20 : Comparaison des hydrogrammes injectés à l'état initial (pointillés) et à l'état projet après mise en œuvre du délestage – Q_{30} – Ravine des Cabris.....	39
Figure 21 : Implantation du canal de délestage	42
Figure 22 : Localisation des aménagements proposés sur le Bras d'Antoine du PK BA 1,700 au PK BA 4,900.....	44
Figure 23 : Localisation des aménagements proposés sur le Bras d'Antoine du PK BA 5,100 au PK BA 7,600.....	45
Figure 24 : Légende utilisée pour la description des aménagements - vues en plan (niveau étude de faisabilité) – Bras d'Antoine	46



Figure 25 : Vue de dessus sur la configuration des berges au droit du pont à l'état initial (à gauche) et à l'état projet (à droite).....	47
Figure 26 : Comparaison des profils en travers du pont injectés dans ICM à l'état initial (en haut) et du pont à l'état projet (en bas)	48
Figure 27 : Implantation de l'aménagement n°BA2	49
Figure 28 : Intégration de l'aménagement n°BA2 dans le MNT projet – vue 3D	49
Figure 29 : Profil type de l'aménagement n°BA2	50
Figure 30 : Implantation de l'aménagement n°BA3	51
Figure 31 : Intégration de l'aménagement n°BA3 dans le MNT projet – vue 3D	51
Figure 32 : Profil en long au droit de l'aménagement n°BA3	52
Figure 33 : Profil type de l'aménagement n°BA3	52
Figure 34 : Implantation de l'aménagement n°BA4	53
Figure 35 : Intégration de l'aménagement n°BA4 dans le MNT projet – vue 3D	53
Figure 36 : Profil type de l'aménagement n°BA4	54
Figure 37 : Implantation de l'aménagement n°BA5	54
Figure 38 : Intégration de l'aménagement n°BA5 dans le MNT projet – vue 3D	55
Figure 39 : Intégration des aménagements n°BA4 et n°BA5 dans le MNT projet – vue 3D	55
Figure 40 : Profil type de l'aménagement n°BA5	56
Figure 41 : Implantation de l'aménagement n°BA6	56
Figure 42 : Intégration de l'aménagement n°BA6 dans le MNT projet – vue 3D	57
Figure 43 : Profil type de l'aménagement n°BA6	57
Figure 44 : Implantation de l'aménagement n°BA7	58
Figure 45 : Intégration de l'aménagement n°BA7 dans le MNT projet – vue 3D	58
Figure 46 : Profil type de l'aménagement n°BA7	59
Figure 47 : Implantation des murs moellons à rehausser en rive droite – amont aménagement n°BA8	60
Figure 48 : Implantation de l'aménagement n°BA8 (partie aval).....	61
Figure 49 : Intégration de l'aménagement n°BA8 (partie aval) dans le MNT projet – vue 3D	61
Figure 50 : Profil type 1 de l'aménagement n°BA8	62
Figure 51 : Profil type 2 de l'aménagement n°BA8	62
Figure 52 : Vue de dessus sur la configuration des berges au droit du pont RD3 à l'état initial (à gauche) et à l'état projet (à droite).....	63
Figure 53 : Comparaison des profils en travers du pont injectés dans ICM à l'état initial (en haut) et du pont à l'état projet (en bas).....	64



Figure 54 : Intégration de la pile de pont - aménagement n°BA9 dans le MNT projet – vue 3D	64
Figure 55 : Implantation de l'aménagement n°BA10.....	65
Figure 56 : Intégration de l'aménagement n°BA10 dans le MNT projet – vue 3D	66
Figure 57 : Profil type de l'aménagement n°BA10	66
Figure 58 : Intégration des aménagements n°BA8 à BA10 dans le MNT projet – vue 3D de l'ensemble	67
Figure 59 : Implantation de l'aménagement n°BA11.....	68
Figure 60 : Intégration de l'aménagement n°BA11 dans le MNT projet – vue 3D	69
Figure 61 : Profil type de l'aménagement n°BA11	69
Figure 62 : Implantation du mur moellon en rive gauche et du batardeau en rive droite – aménagement n°BA12.....	70
Figure 63 : Implantation de l'aménagement n°BA13.....	71
Figure 64 : Intégration de l'aménagement n°BA13 dans le MNT projet – vue 3D	72
Figure 65 : Profil type de l'aménagement n°BA13	72
Figure 66 : Implantation de l'aménagement n°BA14.....	74
Figure 67 : Intégration de l'aménagement n°BA14 (à l'amont du radier) dans le MNT projet – vue 3D	75
Figure 68 : Intégration de l'aménagement n°BA14 (à l'aval du radier) dans le MNT projet – vue 3D	75
Figure 69 : Profil en long au droit de l'aménagement (aval du radier) – aménagement n°BA14	76
Figure 70 : Profil type 1 de l'aménagement n°BA14 (amont du radier).....	76
Figure 71 : Profil type 2 de l'aménagement n°BA14 (à l'amont immédiat du bras de décharge).....	76
Figure 72 : Profil type 3 de l'aménagement n°BA14 (aval du radier)	77
Figure 73 : Implantation de l'aménagement n°BA15.....	78
Figure 74 : Intégration de l'aménagement n°BA15 dans le MNT projet – vue 3D	79
Figure 75 : Profil en long au droit de la partie déroctée – aménagement n°BA15.....	80
Figure 76 : Profil type 1 de l'aménagement n°BA15	80
Figure 77 : Profil type 2 de l'aménagement n°BA15	80
Figure 78 : Profil type 3 de l'aménagement n°BA15	80
Figure 79 : Implantation de l'élargissement du lit en rive gauche – aménagement n°BA16	81
Figure 80 : Intégration de l'aménagement n°BA16 dans le MNT projet – vue 3D	82
Figure 81 : Profil type de l'élargissement du lit – aménagement n°BA16	82



Figure 82 : Localisation des aménagements proposés sur la ravine des Cabris du PK RC 1,350 au PK RC 3,450.....	83
Figure 83 : Localisation des aménagements proposés sur la ravine des Cabris du PK RC 3,950 au PK RC 5,800.....	84
Figure 84 : Légende utilisée pour la description des aménagements - vues en plan (niveau étude de faisabilité) – ravine des Cabris	85
Figure 85 : Implantation de l'aménagement n°RC1	86
Figure 86 : Intégration de l'aménagement n°RC1 dans le MNT projet – vue 3D	87
Figure 87 : Profil type de l'aménagement n°RC1	87
Figure 88 : Implantation de l'aménagement n°RC2	89
Figure 89 : Intégration de l'aménagement n°RC2 dans le MNT projet – vue 3D	89
Figure 90 : Profil type de l'aménagement n°RC2	90
Figure 91 : Implantation de l'aménagement n°RC3	91
Figure 92 : Intégration de l'aménagement n°RC3 dans le MNT projet – vue 3D	91
Figure 93 : Profil type de l'aménagement n°RC3	92
Figure 94 : Implantation de l'aménagement n°RC4	93
Figure 95 : Intégration de l'aménagement n°RC4 dans le MNT projet – vue 3D	94
Figure 96 : Profil type 1 de l'aménagement n°RC4	95
Figure 97 : Profil type 2 de l'aménagement n°RC4	95
Figure 98 : Implantation de l'aménagement n°RC5	96
Figure 99 : Intégration de l'aménagement n°RC5 dans le MNT projet – vue 3D	97
Figure 100 : Profil type de l'aménagement n°RC5 – aval de l'ouvrage à créer	97
Figure 101 : Profil en travers du pont à créer – RC5	97
Figure 102 : Implantation de l'aménagement n°RC6	98
Figure 103 : Intégration de l'aménagement n°RC6 dans le MNT projet – vue 3D	98
Figure 104 : Profil type de l'aménagement n°RC6	99
Figure 105 : Implantation de l'aménagement n°RC7	100
Figure 106 : Intégration de l'aménagement n°RC7 dans le MNT projet – vue 3D	101
Figure 107 : Profil type 1 de l'aménagement n°RC7	101
Figure 108 : Profil type 2 de l'aménagement n°RC7	101
Figure 109 : Implantation de l'aménagement n°RC8	103
Figure 110 : Intégration de l'aménagement n°RC8 dans le MNT projet – vue 3D	103
Figure 111 : Profil type de l'aménagement n°RC8	103
Figure 112 : Profil en travers du pont à créer – RC8.....	104



Figure 113 : Implantation de l'aménagement n°RC9	105
Figure 114 : Intégration de l'aménagement n°RC9 dans le MNT projet – vue 3D	105
Figure 115 : Profil type de l'aménagement n°RC9	105
Figure 116 : Implantation de l'aménagement n°RC10.....	106
Figure 117 : Intégration de l'aménagement n°RC10 dans le MNT projet – vue 3D	107
Figure 118 : Profil en long de l'aménagement n°RC10.....	107
Figure 119 : Implantation de l'aménagement n°RC11.....	108
Figure 120 : Intégration de l'aménagement n°RC11 dans le MNT projet – vue 3D	109
Figure 121 : Profil type de l'aménagement n°RC11	109
Figure 122 : Implantation de l'aménagement n°RC12.....	110
Figure 123 : Intégration de l'aménagement n°RC12 dans le MNT projet – vue 3D	111
Figure 124 : Profil type de l'aménagement n°RC12	111
Figure 125 : Implantation de l'aménagement n°RC13.....	112
Figure 126 : Intégration de l'aménagement n°RC13 dans le MNT projet – vue 3D	113
Figure 127 : Profil type de l'aménagement n°RC13	113
Figure 128 : Implantation de l'aménagement n°RC14.....	114
Figure 129 : Intégration de l'aménagement n°RC14 dans le MNT projet – vue 3D	115
Figure 130 : Profil type de l'aménagement n°RC14	115
Figure 131 : Profil aménagement type 1.....	119
Figure 132 : Profil aménagement type 2.....	120
Figure 133 : Hauteurs d'eau atteintes en m – Q_{30} à l'état projet	124
Figure 134 : Vitesses d'écoulement maximales atteintes en m/s – Q_{30} à l'état projet	125
Figure 135 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q_{30} au droit du radier chemin Raphael Babet	126
Figure 136 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q_{30} au droit du radier impasse Nelson Lebon.....	127
Figure 137 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q_{30} en aval de la RD400..	128
Figure 138 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q_{30} en amont de la route du Géranium	129
Figure 139 : Hauteurs d'eau atteintes en m – Q_{100} à l'état projet.....	131
Figure 140 : Vitesses d'écoulement maximales atteintes en m/s – Q_{100} à l'état projet...	132
Figure 141 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q_{100} en amont de la route du Géranium	133
Figure 142 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q_{100} au droit de la rue frère Polycarpe	134



Figure 143 : Comparaison des zones inondables à l'état initial et à l'état projet – Q ₁₀₀ ..	136
Figure 144 : Comparaison des débits de débordements à l'état initial et à l'état projet – Q ₁₀₀ – Planche n°1	137
Figure 145 : Comparaison des débits de débordements à l'état initial et à l'état projet – Q ₁₀₀ – Planche n°2	138
Figure 146 : Comparaison des débits de débordements à l'état initial et à l'état projet – Q ₁₀₀ – Planche n°3	139
Figure 147 : Comparaison des débits de débordements à l'état initial et à l'état projet – Q ₁₀₀ – Planche n°4	140
Figure 148 : Comparaison des débits de débordements à l'état initial et à l'état projet – Q ₁₀₀ – Planche n°5	141
Figure 149 : Comparaison des débits de débordements à l'état initial et à l'état projet – Q ₁₀₀ – Planche n°6	142
Figure 150 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q ₁₀₀ au droit du radier rue Edmond Rostand.....	143
Figure 151 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q ₁₀₀ au droit du radier impasse Nelson Lebon.....	144
Figure 152 : Comparaison des zones inondables à l'état initial et à l'état projet – Q ₁₀₀ – au droit du bras de décharge.....	144
Figure 153 : Comparaison des débits – Q ₁₀₀ en amont de la route du Géranium.....	145
Figure 154 : Comparaison des hydrogrammes à l'état initial et à l'état projet – Ravine des Cabris – Q ₃₀ au droit de la RD400	146
Figure 155 : Comparaison des hydrogrammes à l'état initial et à l'état projet – Ravine des Cabris – Q ₁₀₀ au droit de la RD400	147
Figure 156 : Comparaison des hydrogrammes à l'état initial et à l'état projet – Bras d'Antoine – Q ₃₀ au droit de la RD400.....	147
Figure 157 : Comparaison des hydrogrammes à l'état initial et à l'état projet – Bras d'Antoine – Q ₁₀₀ au droit de la RD400.....	148
Figure 158 : Détails du calcul du volume du bassin écrêteur de crue pour le Bras d'Antoine par la méthode des Pluies.....	150
Figure 159 : Détails du calcul du volume d'écrêtage pour la ravine des Cabris par la méthode des Pluies.....	151
Figure 159 : Implantations potentielles des bassins écrêteurs de crues	152

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Références bibliographiques	15
Tableau 2 : Synthèse des aménagements proposés – Bras d'Antoine	116
Tableau 3 : Synthèse des aménagements proposés – Ravine des Cabris	117



Tableau 4 : Synthèse quantitative des aménagements par ravine	118
Tableau 5 : Synthèse des impacts fonciers – Bras d’Antoine	121
Tableau 6 : Synthèse des impacts fonciers – Ravine des Cabris	122
Tableau 7 : Comparaison des débits à l’état initial et à l’état projet au droit de la ligne des Quatre Cents	148



PREAMBULE

1. CONTEXTE DE L'ETUDE

La Commune du Tampon a décidé de mettre en œuvre une politique globale de gestion du risque inondation sur son territoire. La Direction de l'environnement et de la sécurité est en charge de la mise en œuvre de ce programme d'actions.

La gestion des risques d'inondation, dans un souci de protection des personnes et des biens face aux ruissellements urbains et naturels, implique la réalisation d'ouvrages hydrauliques de plusieurs types. La Commune prévoit de:

- compléter ou de redimensionner les réseaux d'assainissement des eaux pluviales et ouvrages de rétentions actuels, suite au diagnostic réalisé lors de l'élaboration du Schéma directeur des eaux pluviales (SDEP, 2011),
- créer des ouvrages de protection contre les inondations, permettant le recalibrage des ravines (digues ou autre procédé) pour éviter les débordements repérés lors des études du PGRI et de l'élaboration du PPRN. Ces opérations sont susceptibles d'être subventionnées à 80% dans le cadre du POE 2013-2020,
- résorber les radiers, afin d'améliorer la continuité routière par temps pluvieux, et de permettre la reprise rapide de l'activité après cyclone. Ces opérations sont susceptibles d'être subventionnées à 80% dans le cadre du POE 2013-2020.

La récurrence d'opérations de même type dans le cadre d'un programme global invite à optimiser l'outil de passation des marchés publics d'étude de faisabilité et de maîtrise d'œuvre, afin de générer des économies de temps dans la passation des marchés et d'échelle dans la réalisation des études à méthodologie similaire. Le recours à l'accord-cadre pour réaliser les missions de maîtrise d'œuvre et toutes missions complémentaires d'études préalables ou associées à la maîtrise d'œuvre le permet:

Dans le cadre de cet accord-cadre pour la maîtrise d'œuvre et études complémentaires pour divers ouvrages hydrauliques, la commune du Tampon souhaite réaliser une étude de faisabilité hydraulique pour la suppression des débordements de la Ravine des Cabris et du Bras d'Antoine entre le 17^{ème} km et la ligne des 400.

Ces débordements ont été identifiés et ont fait l'objet de fiches actions dans le PGRI de Saint Pierre / Le Tampon. Ces fiches actions ont été synthétisées dans le PAPI Saint Pierre / Le Tampon (réalisé par ACOA Conseils et HYDRETTUDES OI).

L'objet de la présente étude est la réalisation de cette étude de faisabilité.

Le présent rapport fait suite au rapport de l'état initial réalisé en Mars 2018. Il rappelle les résultats des modélisations réalisées (Q100 et Q30) à l'état initial et propose un principe d'aménagement avec une modélisation hydraulique associée.

2. LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude est délimitée :

- Au Nord, par la route des Géraniums (limite de la zone d'étude environ 200 m à l'amont de la route des Géraniums),



- Au Sud, par la RD 400 (limite de la zone d'étude environ 200 m à l'aval de la RD400),
- Les limites Est et Ouest ont été délimitées par rapport à l'emprise des zones inondables du PPRi et du PRGI en prenant en compte les échanges éventuels entre les bassins versants de la ravine des Cabris et de la ravine Trois Mares ou de la ravine Blanche.

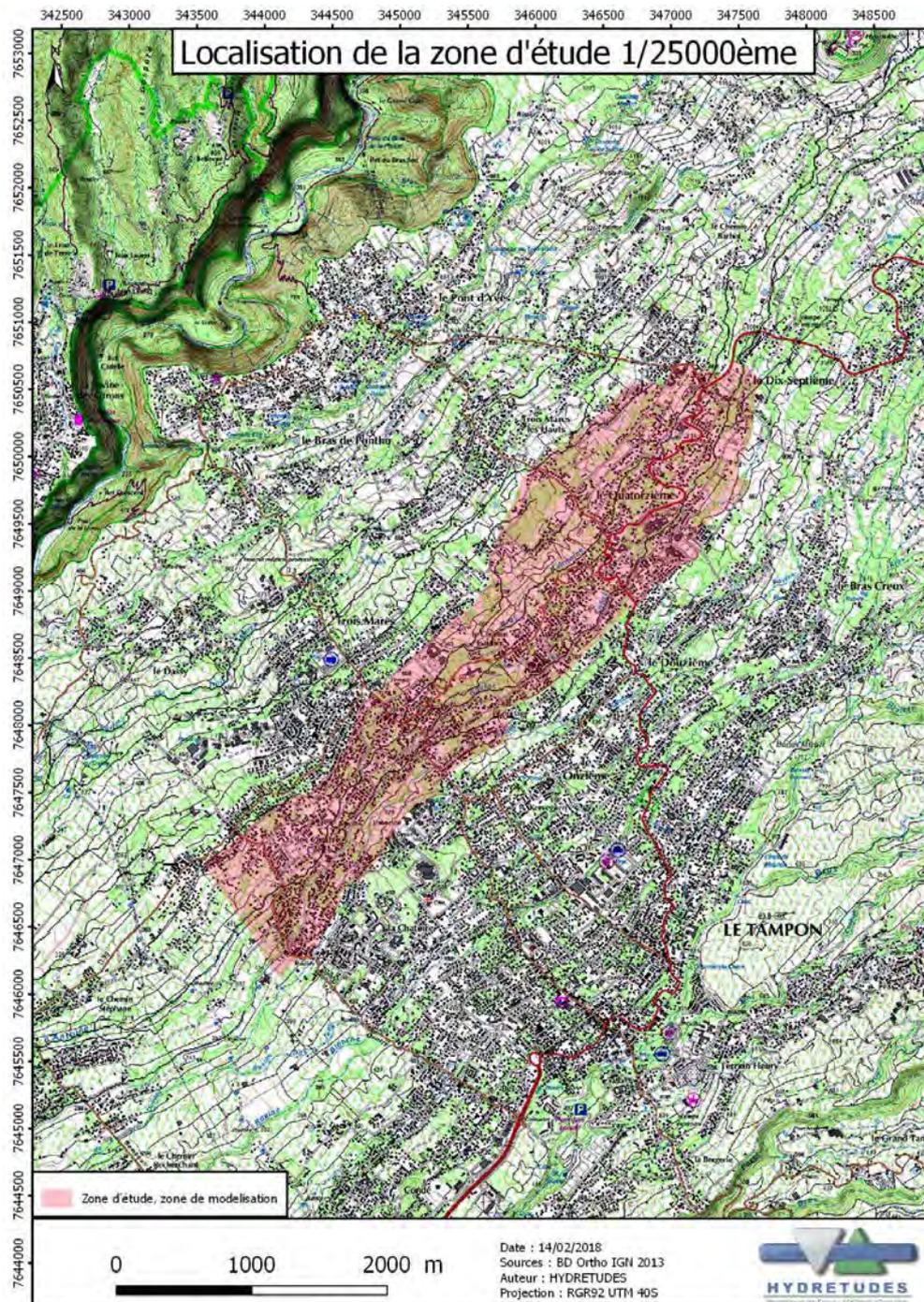


Figure 1: Localisation de la zone d'étude (zone de modélisation hydraulique)



3. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Référence	Intitulé	Auteur	Maître d'ouvrage	Date
1	PGRI (Programme de Gestion des Risques Inondations) de la planèze du Tampon et de Saint-Pierre	SAFEGE	DEAL Réunion	2009-2013
2	SLGRI (Stratégie Locale de Gestion des Risques d'Inondation) de la planèze du Tampon et de Saint-Pierre	ACOA Conseil / K ₂ O	DEAL Réunion	2015
3	PAPI (Programme d'Action de Prévention contre les Inondations) de la planèze du Tampon et de Saint-Pierre	ACOA Conseil / HYDRETUDES OI	DEAL Réunion	2016
4	PPR (Plan de Prévention des risques) multirisques inondation et mouvements de terrain	BRGM / HYDRETUDES OI	DEAL Réunion	2017
5	Diagnostic de vulnérabilité et Schéma Directeur de Résorption des Radiers	HYDRETUDES OI	Commune du Tampon	2015
6	SDEP (Schéma Directeur des Eaux Pluviales) de la commune du Tampon	EGIS Eau	Commune du Tampon	2011
7	Mission de diagnostic pour la réparation de digues	GINGER	Commune du Tampon	2007
8	Protection des lieux habités contre les inondations de la Ravine des Cabris entre les cotes 950 et 675m NGR	Sogreah	Commune du Tampon	2000

Tableau 1 : Références bibliographiques



RAPPEL DES RESULTATS DE L'ETAT INITIAL

1. ETAT INITIAL – SCENARIO N°1 – Q₁₀₀

1.1. INTRODUCTION

La simulation d'une crue centennale sur la zone d'étude a permis de mettre en évidence les paramètres caractéristiques des écoulements induits présentés dans les chapitres suivants.

1.2. RESULTATS DE L'ETAT INITIAL

Les figures ci-après illustrent l'étendue de la zone d'expansion de la crue à l'état initial du site résultant des modélisations mathématiques 2D :



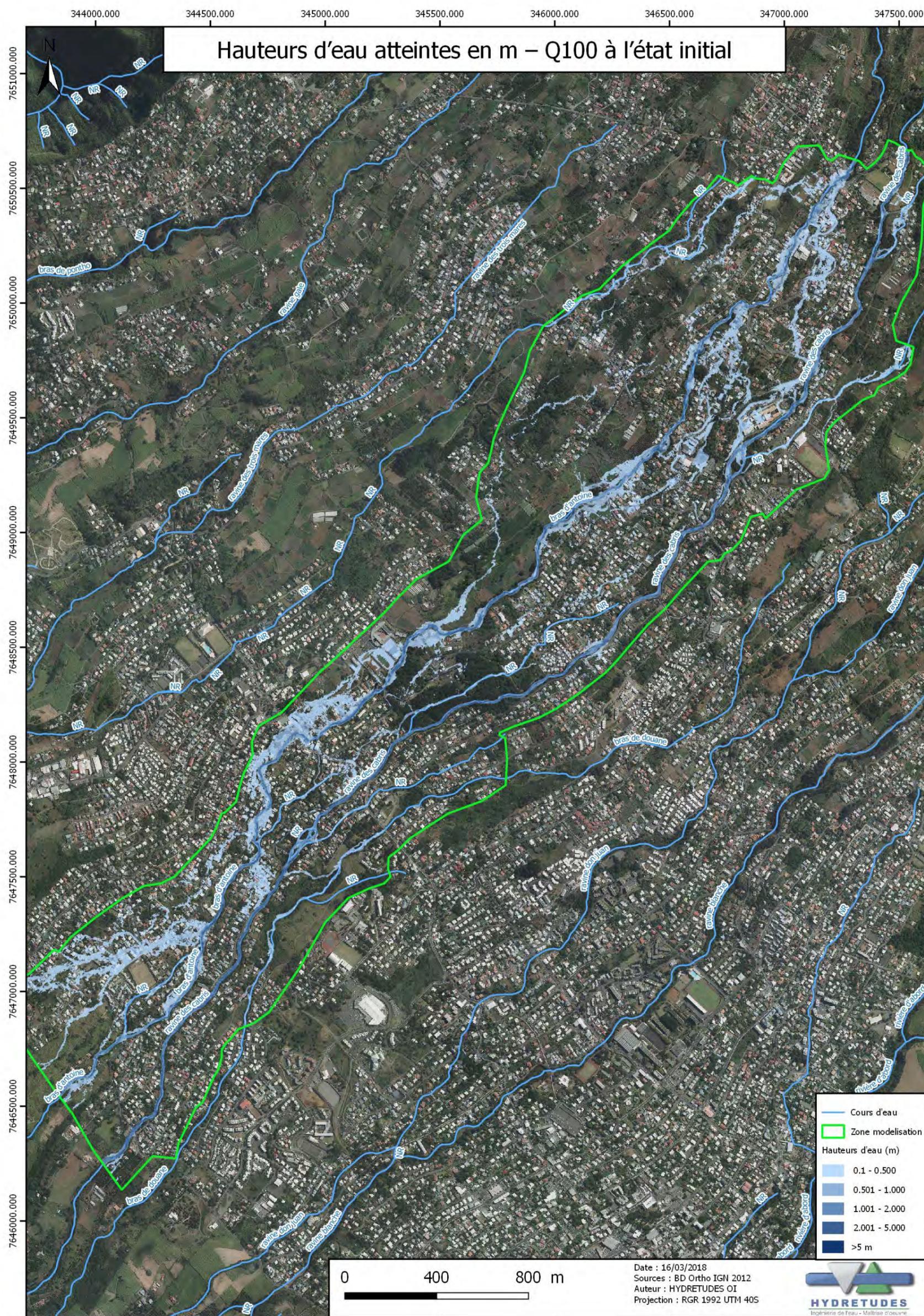


Figure 2 : Hauteurs d'eau atteintes en m – Q₁₀₀ à l'état initial



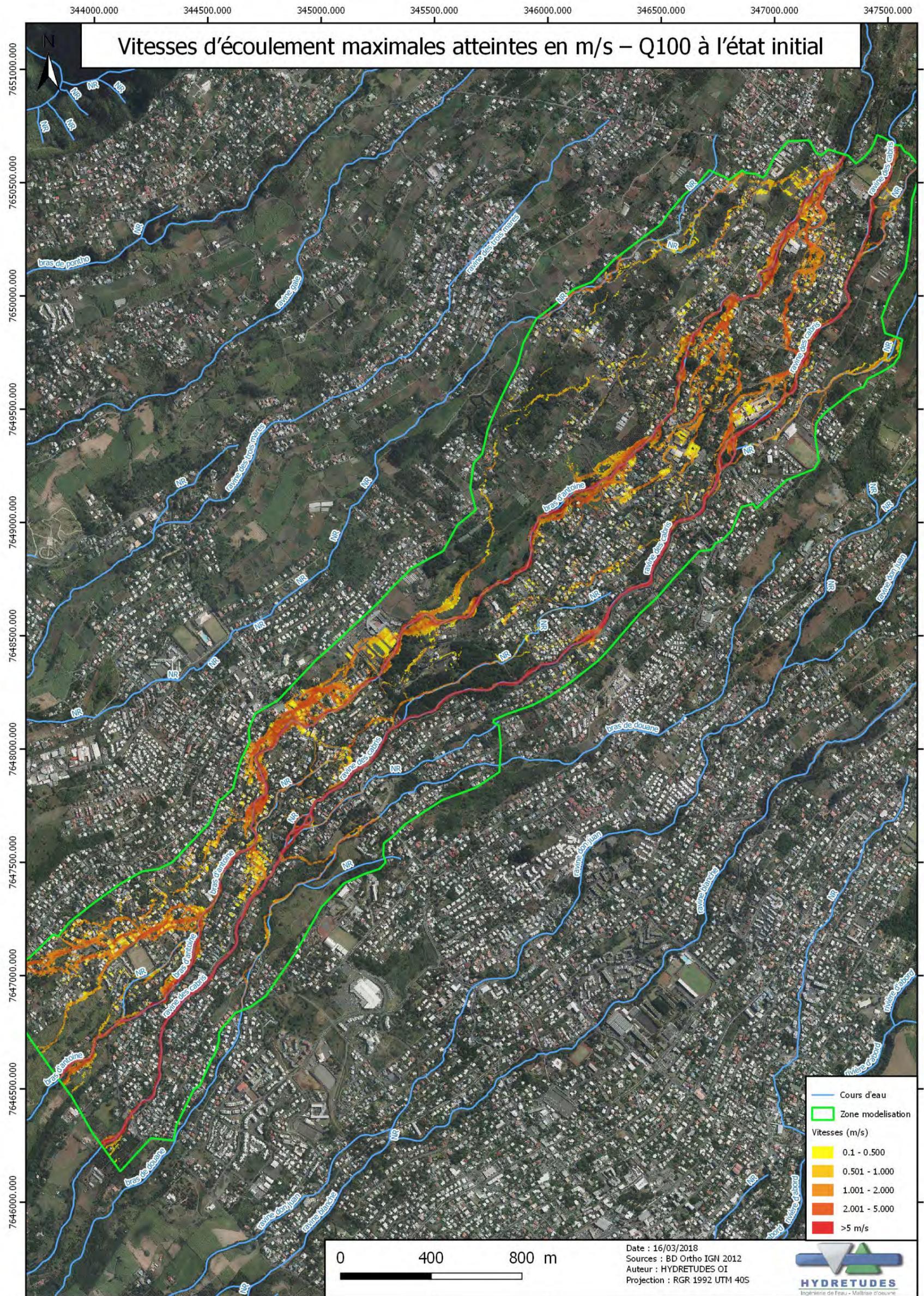


Figure 3 : Vitesses d'écoulement maximales atteintes en m/s – Q100 à l'état initial



1.3. ANALYSE DE LA DYNAMIQUE HYDRAULIQUE A L'ETAT INITIAL

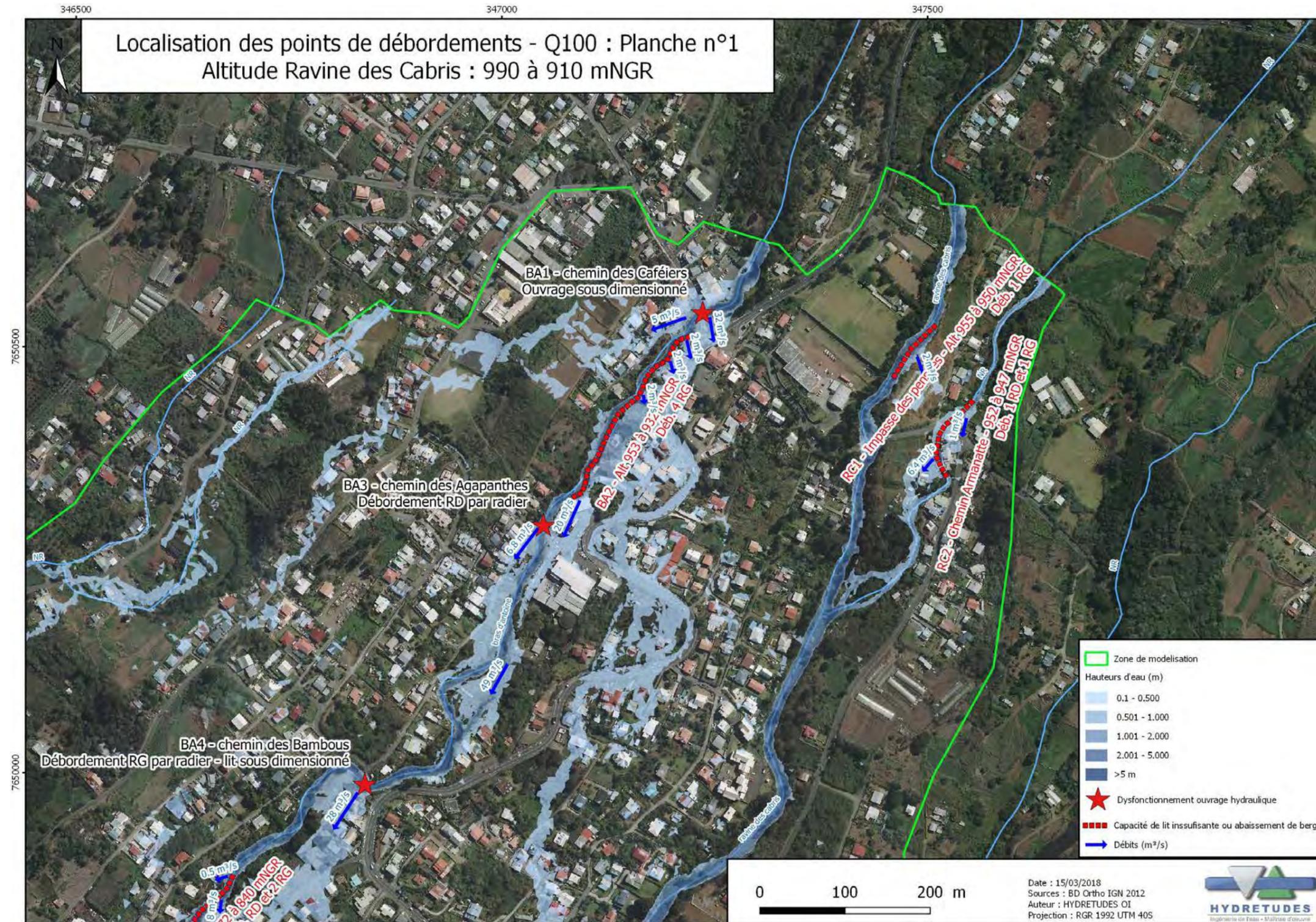


Figure 5 : Localisation des dysfonctionnements hydrauliques – Q100 – Planche n°1



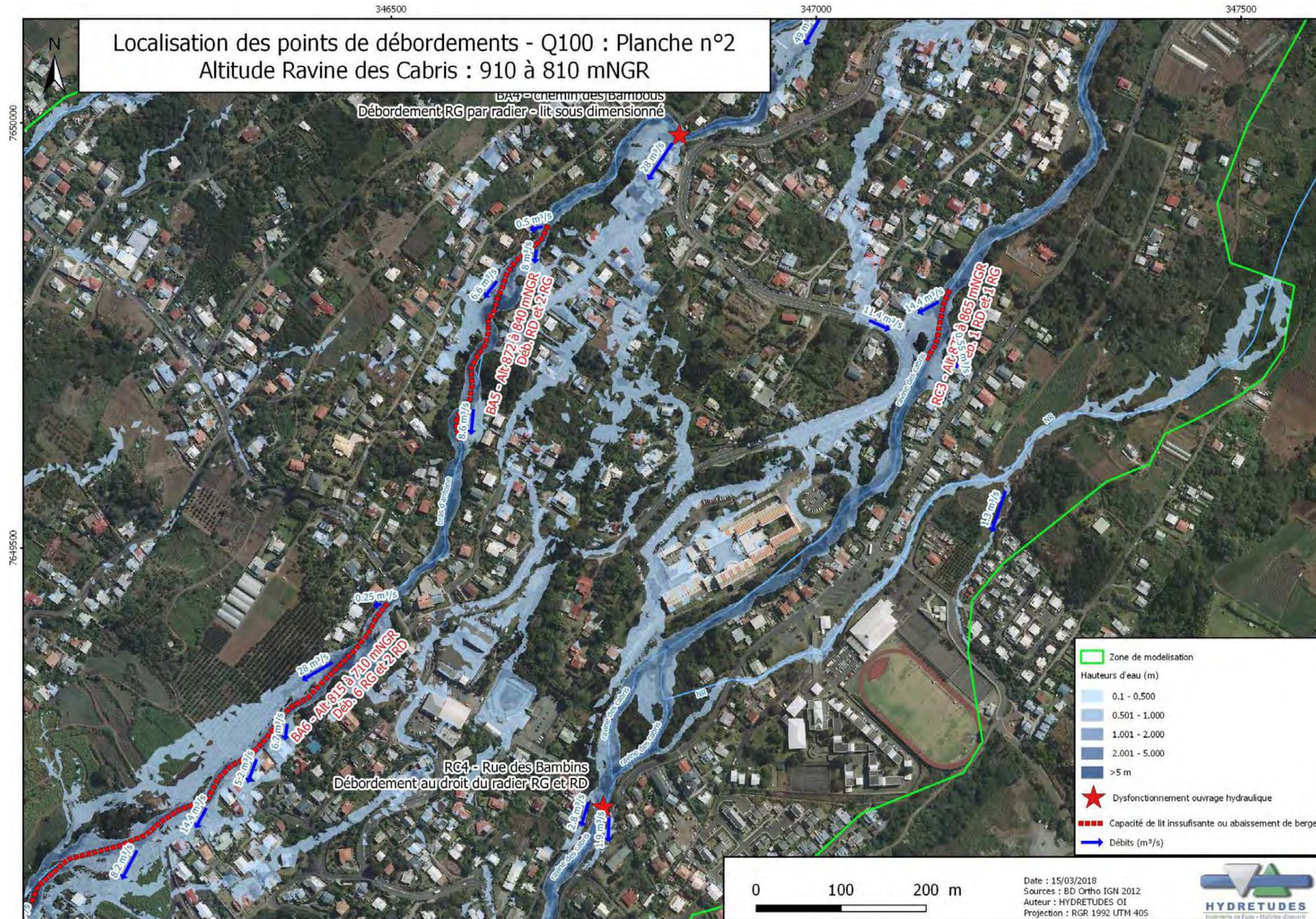


Figure 6 : Localisation des dysfonctionnements hydrauliques – Q100 – Planche n°2



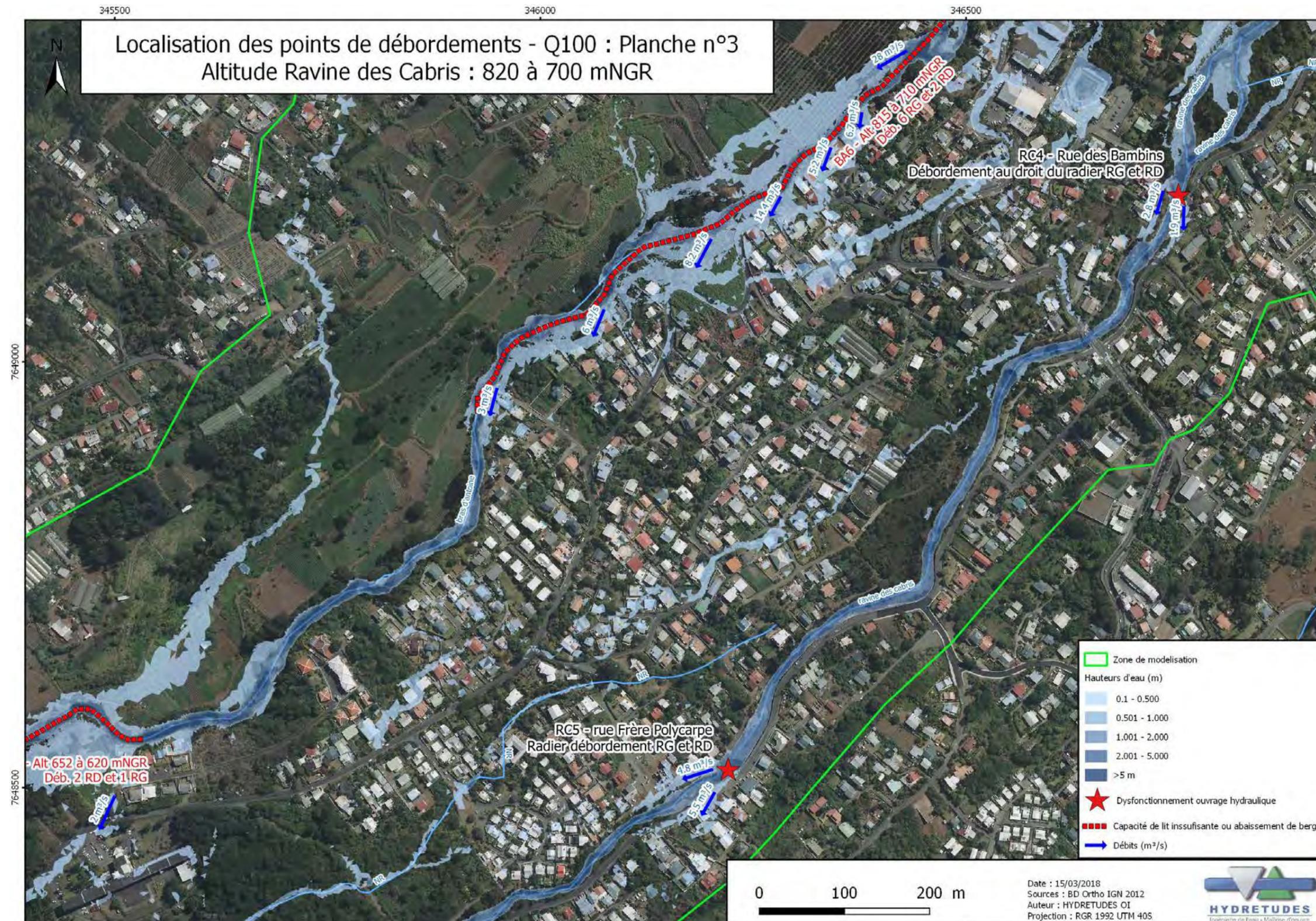


Figure 7 : Localisation des dysfonctionnements hydrauliques – Q₁₀₀ – Planche n°3



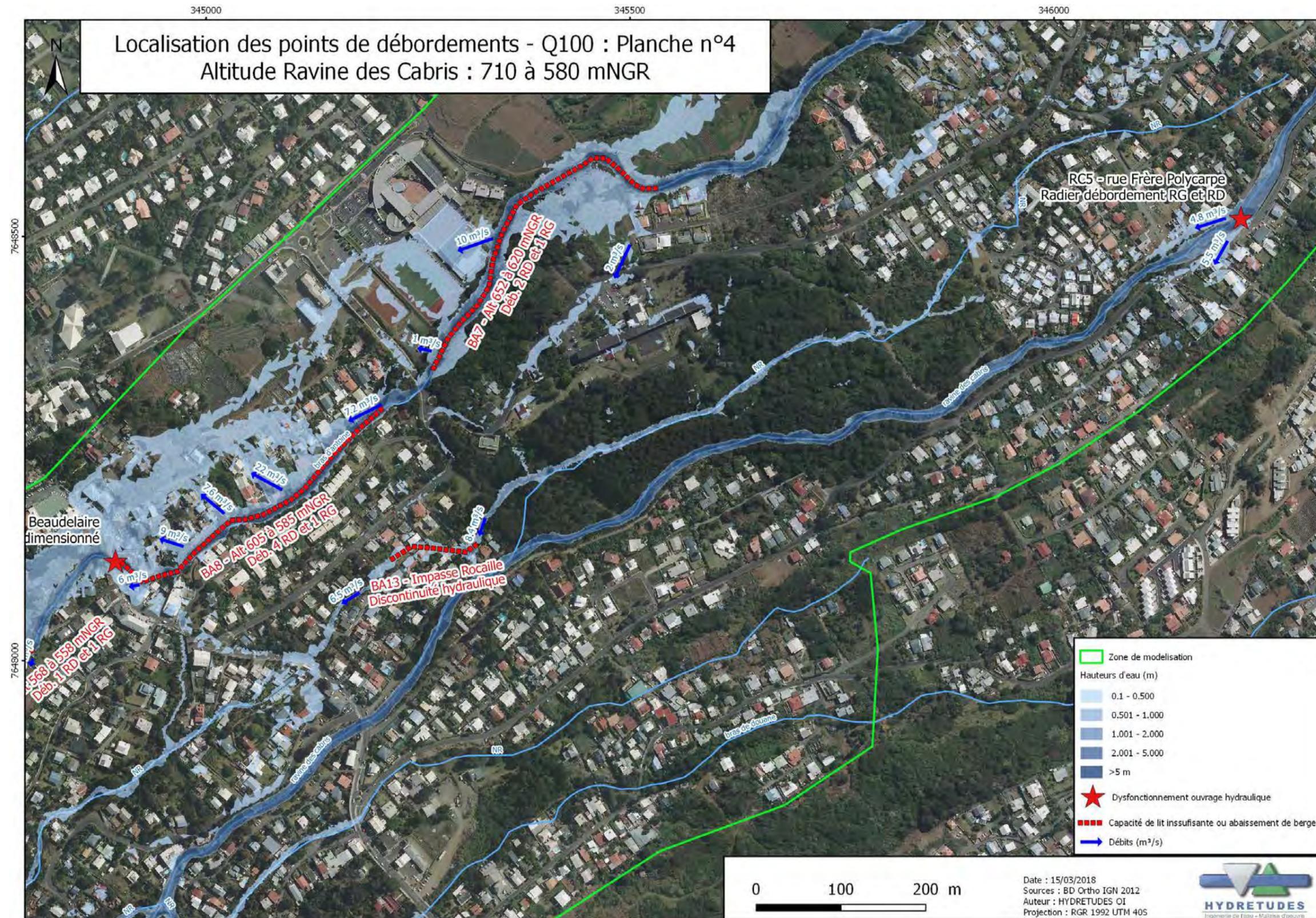


Figure 8 : Localisation des dysfonctionnements hydrauliques – Q₁₀₀ – Planche n°4



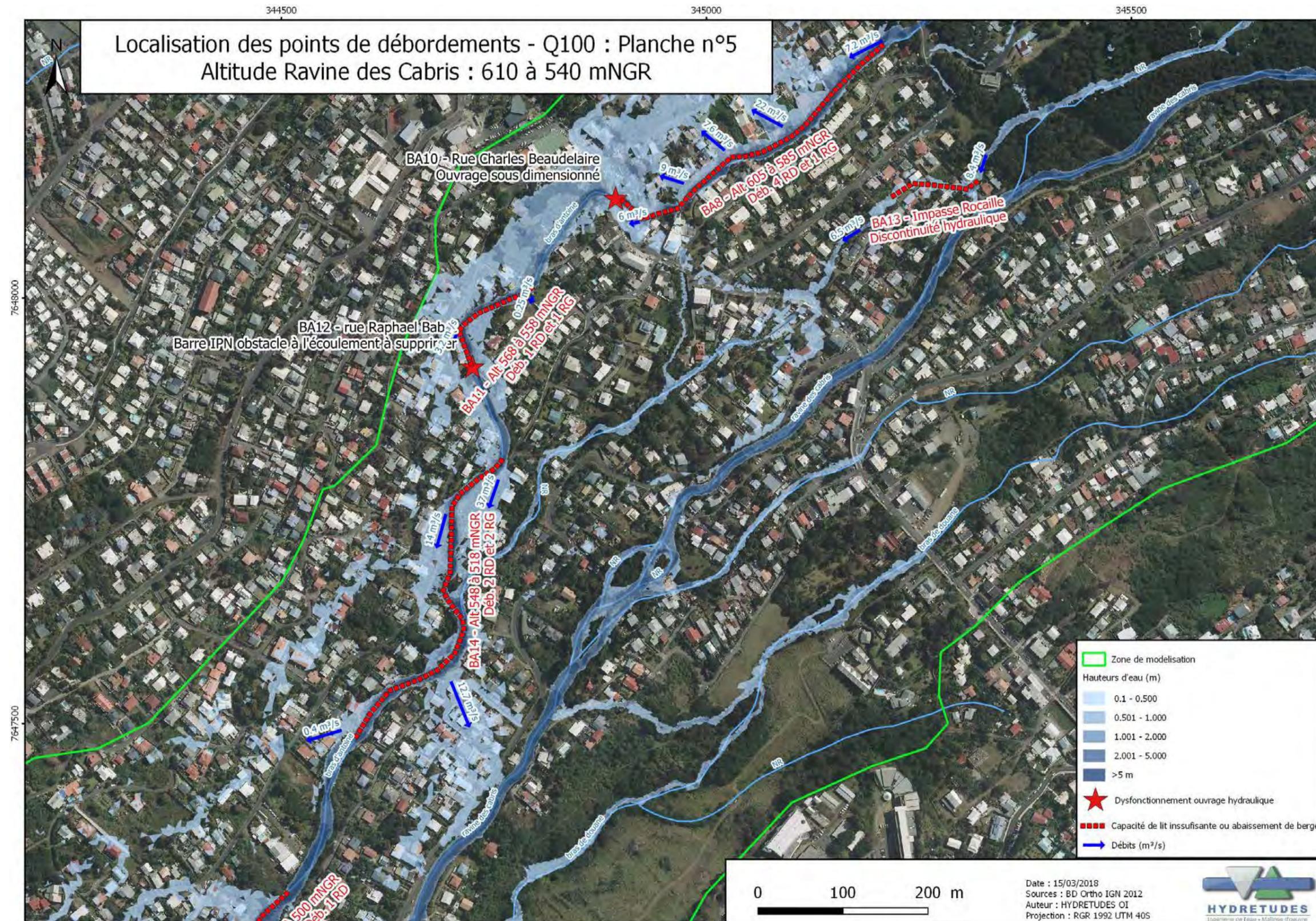


Figure 9 : Localisation des dysfonctionnements hydrauliques – Q₁₀₀ – Planche n°5



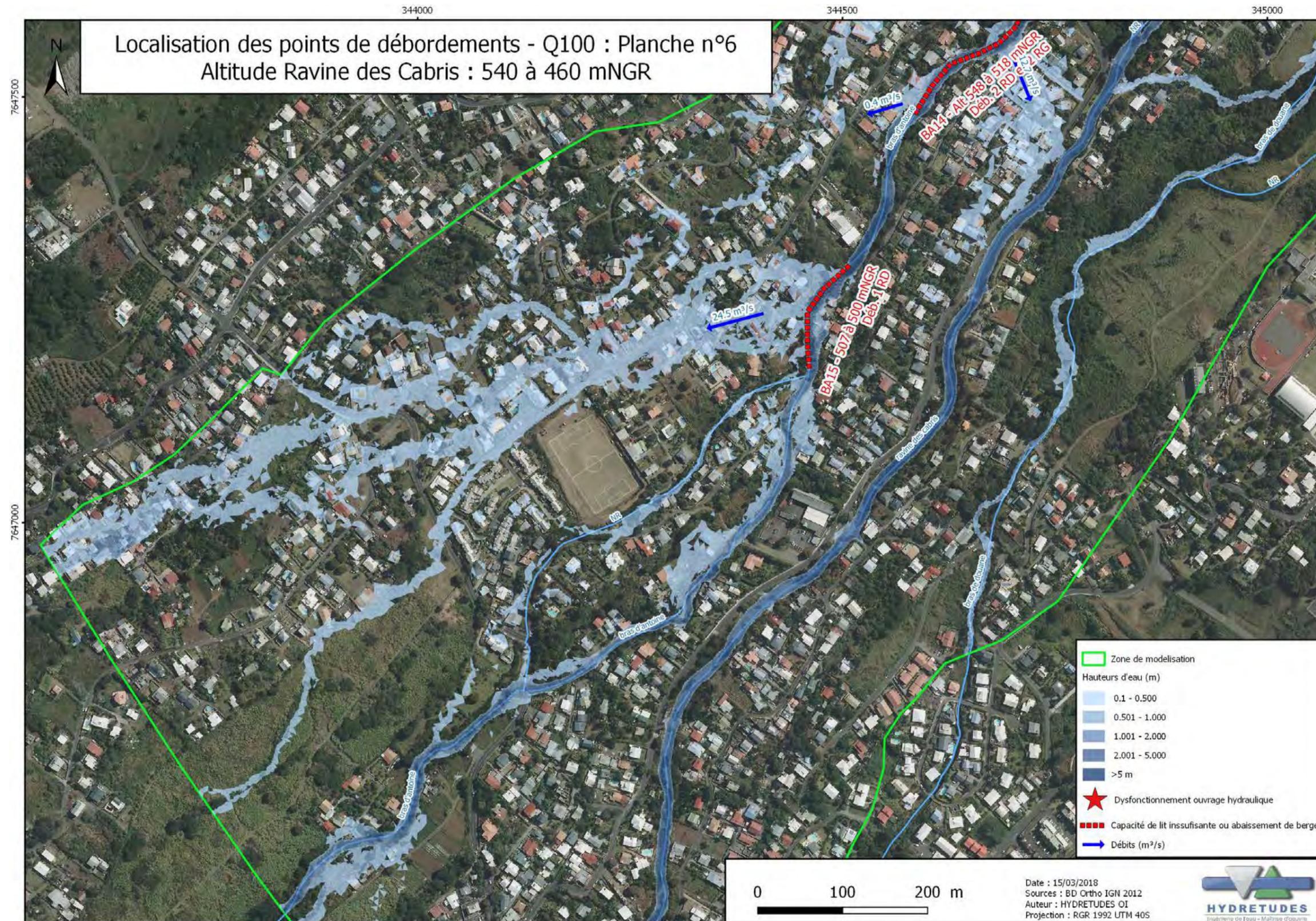


Figure 10 : Localisation des dysfonctionnements hydrauliques – Q₁₀₀ – Planche n°6



2. ETAT INITIAL – SCENARIO N°2 – Q₅₀

2.1. INTRODUCTION

La simulation d'une crue cinquantennale sur la zone d'étude a permis de mettre en évidence les paramètres caractéristiques des écoulements induits présentés dans les chapitres suivants.

2.2. RESULTATS DE L'ETAT INITIAL

Les figures ci-après illustrent l'étendue de la zone d'expansion de la crue à l'état initial du site résultant des modélisations mathématiques 2D :



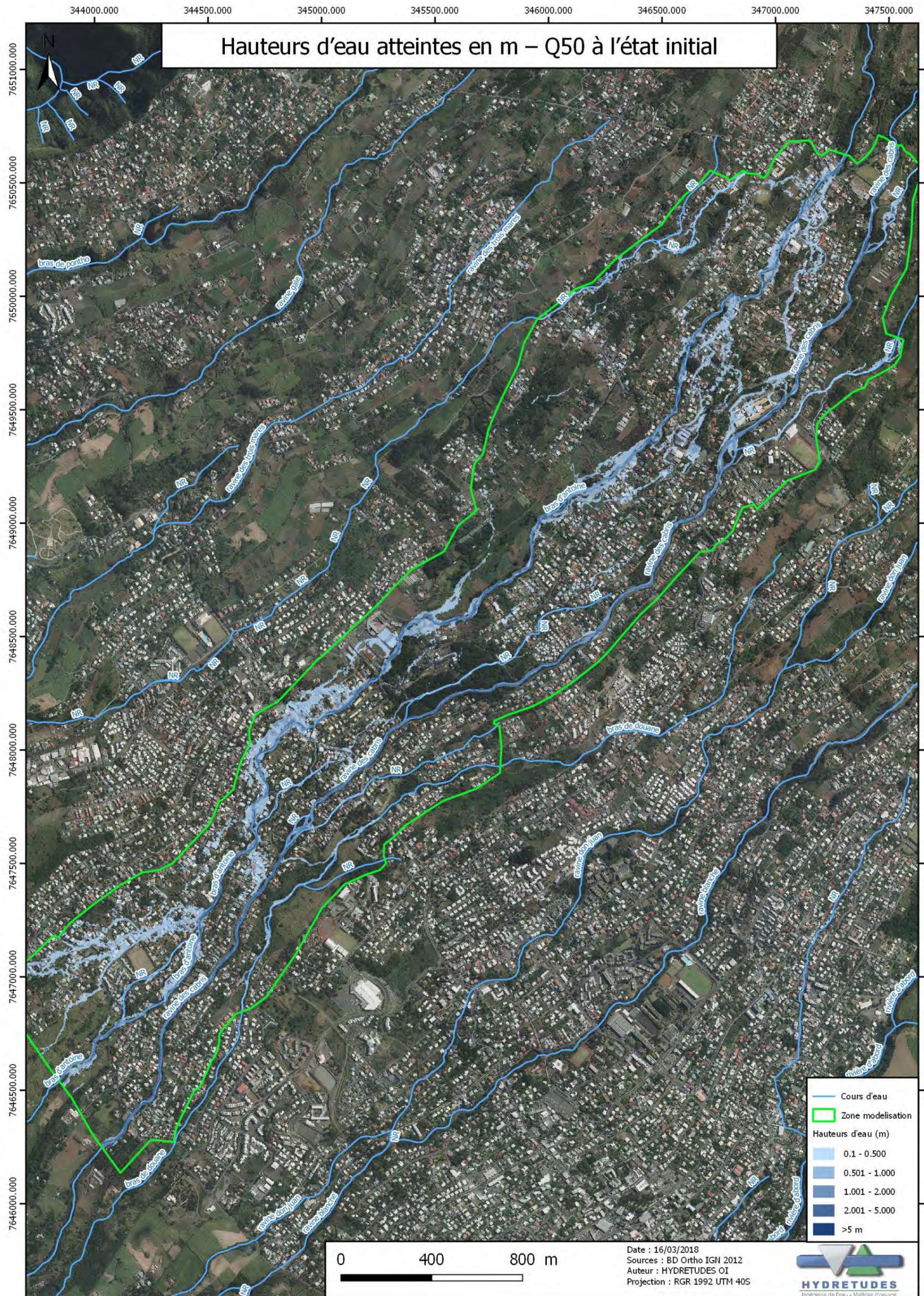


Figure 11 : Hauteurs d'eau atteintes en m – Q50 à l'état initial



3. ETAT INITIAL – SCENARIO N°3 – Q₃₀

3.1. INTRODUCTION

La simulation d'une crue tricennale sur la zone d'étude a permis de mettre en évidence les paramètres caractéristiques des écoulements induits présentés dans les chapitres suivants.

3.2. RESULTATS DE L'ETAT INITIAL

Les figures ci-après illustrent l'étendue de la zone d'expansion de la crue à l'état initial du site résultant des modélisations mathématiques 2D :



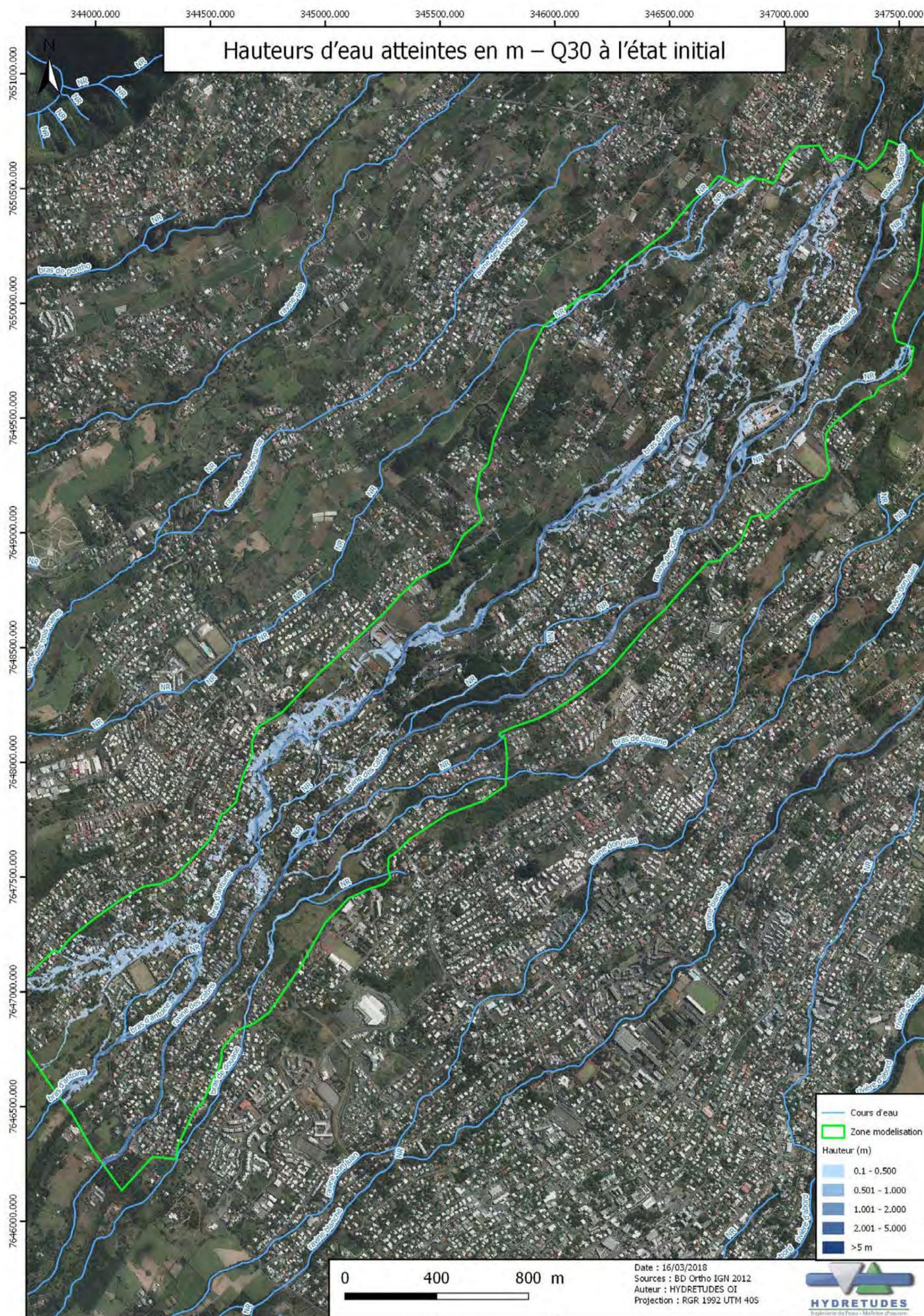


Figure 13 : Hauteurs d'eau atteintes en m – Q30 à l'état initial



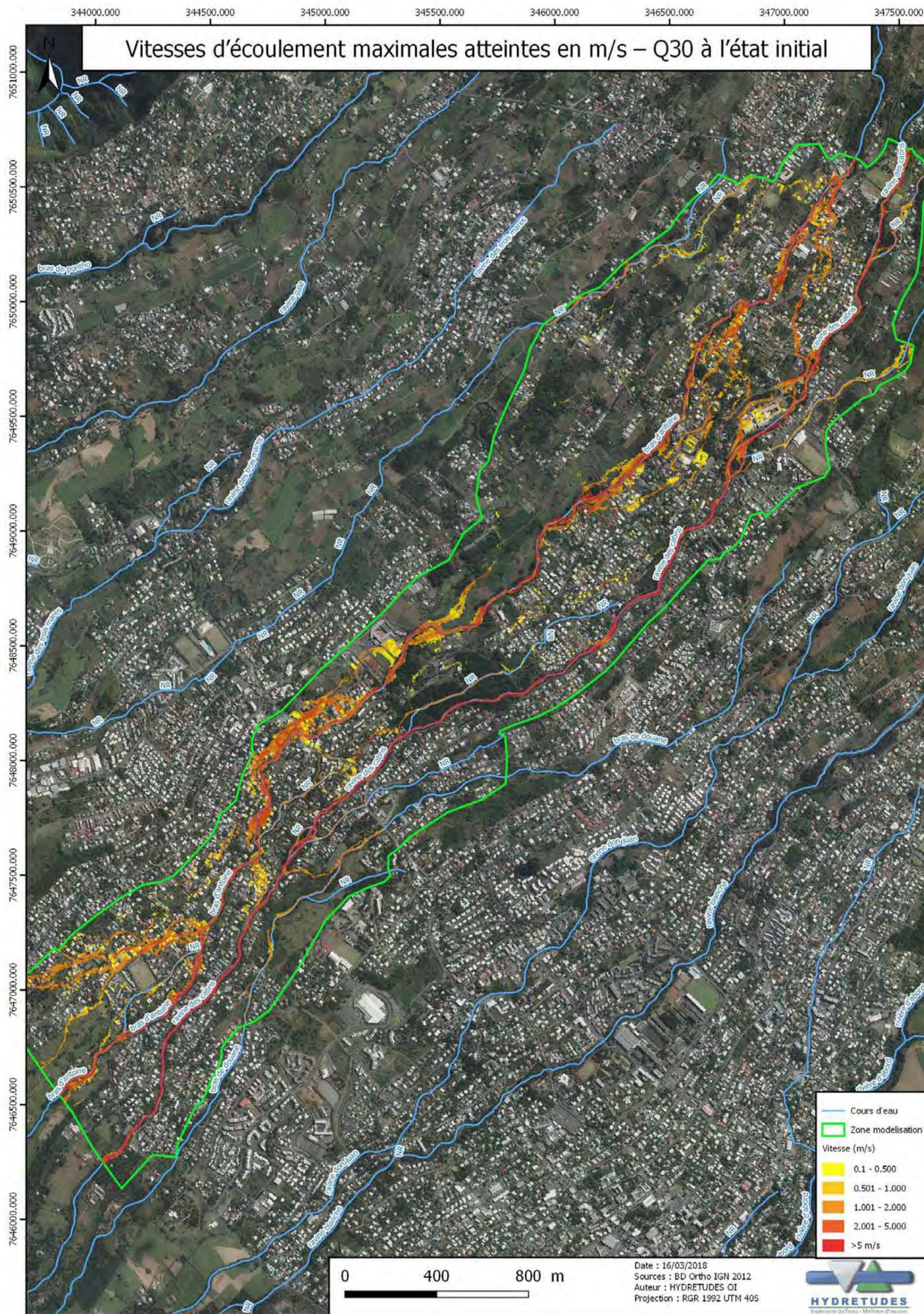


Figure 14 : Vitesses d'écoulement maximales atteintes en m/s – Q30 à l'état initial



4. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT INITIAL

La présente synthèse permet d'identifier les points les plus importants traités dans cette étude.

Analyse bibliographique :

Plusieurs dysfonctionnements hydrauliques sont confirmés par différentes études. Néanmoins, les approches de calculs hydrologiques et débitométriques présentent de nombreuses différences (méthode de calcul, caractéristique des bassins versants hétérogènes,...)

Hydrologie :

- Modèle hydrologique MESRI calé sur l'évènement météorologique DINA de 2002 (mesure station ORE : 120 m³/s), débit MESRI : 122,94 m³/s soit une surestimation des débits évalués à 2%,
- Q₁₀₀ Bras d'Antoine au niveau de la route des Géraniums : 134,73 m³/s,
- Q₁₀₀ Ravine des Cabris au niveau de la route des Géraniums : 100,41 m³/s.

Modèle hydraulique ICM 2D :

- 6 lignes d'injection des bassins versants amont calculés via la méthode MESRI décrite précédemment,
- 25 points d'injections des bassins versants correspondant aux intrants du réseau d'eaux pluviales le long du linéaire des cours d'eau modélisés, calculés via la méthode du « Guide sur les modalités de gestion des eaux pluviales à la Réunion » (2012) de la DEAL,
- 9 ouvrages d'art, une passerelle piétonne, une barre IPN faisant obstacle aux écoulements, 5 buses (à l'amont et à l'aval du complexe sportif du lycée Bois Joly Potier) et un dalot rue Hubert Delisle au droit de la rue Maréchal Foch,
- la topographie issue d'un relevé LIDAR effectué par le cabinet de géomètre expert VEYLAND en 2017 et complété par des relevés terrestres des ouvrages d'art intégrés dans le modèle,
- les habitations inscrites (avec une porosité de 10 % pour prendre en compte l'eau qui rentre dans les bâtiments en cas d'inondation) dans la zone d'étude dans le Modèle Numérique de Terrain (MNT).

Le MNT réalisé contient 1 258 690 triangles compris entre 0,25 m² et 40 m². Les triangles les plus fins sont situés au droit des irrégularités topographiques.

Résultats de l'état initial :

Globalement, la ravine des Cabris contient les écoulements sur tout le linéaire pour une crue centennale, seuls 5 points de dysfonctionnements sont relevés pour une crue centennale. 3 points de débordements situés en amont de la RN3 causés par des abaissements de berge ou faible capacité du lit mineur et 2 autres en aval causés par des radiers (rue des Bambins et rue Frère Polycarpe).



Le Bras Antoine est quant à lui sujet à de nombreux dysfonctionnements hydrauliques. On estime à environ 3,22 km linéaires de lit mineur du Bras d'Antoine présentant une capacité hydraulique insuffisante.

Ci-dessous, sont recensés, les points de débordements les plus importants en crue centennale ne revenant pas dans le lit du Bras d'Antoine ou impactant des enjeux importants et qui surviennent dès la crue tricennale. Ils sont listés d'amont en aval :

- BA1 - Verrou hydraulique créé par l'ouvrage du Chemin des Caféiers : débit capable du pont compris entre 25 et 30 m³/s, débit débordé en rive droite important d'environ 32 m³/s,
- BA4 - Débordement en rive gauche (\approx 28 m³/s), au niveau du radier Chemin des Bambous,
- BA5 - Insuffisance de la capacité du lit mineur de l'altitude 872 à 840mNGR sur une longueur d'environ 290 m,
- BA6 - Insuffisance de la capacité du lit mineur de l'altitude 815 à 710mNGR sur une longueur d'environ 790 m,
- BA7 - Insuffisance de la capacité du lit mineur de l'altitude 652 à 620mNGR sur une longueur d'environ 413 m, enjeux : Lycée Trois Mares et Hôpital,
- BA8 - Insuffisance de la capacité du lit mineur de l'altitude 605 à 585mNGR sur une longueur d'environ 396 m,
- BA10 – Verrou hydraulique créé par l'ouvrage de la rue Charles Baudelaire,
- BA11 - Insuffisance de la capacité du lit mineur de l'altitude 568 à 558mNGR sur une longueur d'environ 143 m,
- BA12 – Obstacle à l'écoulement, supprimer barre IPN, **mesure d'urgence**,
- BA13 – Discontinuité hydraulique de l'affluent rive droite du Bras d'Antoine (impasse Rocaille) – **mesure d'urgence**,
- BA14 - Insuffisance de la capacité du lit mineur de l'altitude 548 à 518mNGR sur une longueur d'environ 424 m,
- BA15 - Insuffisance de la capacité du lit mineur de l'altitude 507 à 500mNGR sur une longueur d'environ 137 m, débordement en rive droite (\approx 24,5 m³/s).

Du point de vue hydraulique les débits pointes centennaux au niveau de la RD400 sont de :

- Q₁₀₀ Bras d'Antoine au niveau de la RD400 : 86,5 m³/s,
- Q₁₀₀ Ravine des Cabris au niveau de la RD400 : 175 m³/s.

La présente étude a consisté à réaliser une modélisation 2D sur la base d'un relevé LIDAR couvrant toute la zone d'étude. De plus, l'hydrologie a été précisée avec la mise en œuvre du modèle hydrologique MESRI en présentant un calage quasi parfait.

La précision du relevé topographique utilisé dans cette étude et l'approche hydrologique MESRI font de cette étude l'étude la plus précise réalisée sur le bassin versant de la ravine des Cabris. Elle apporte de nouvelles connaissances sur les débordements du Bras d'Antoine et de la ravine des Cabris :

- des confirmations de dysfonctionnements hydrauliques,



- la mise en évidence de nouveaux dysfonctionnements hydrauliques non identifiés jusqu'à présent,
- la suppression de dysfonctionnements hydrauliques identifiés dans des études antérieures (différences de données de la topographie).



PROPOSITION D'AMENAGEMENT

1. OBJECTIFS

À l'issue de l'état initial, une analyse poussée des résultats des modélisations a été réalisée.

Selon cette analyse, il apparaît que le gabarit du lit de la ravine des Cabris supporte globalement la crue centennale excepté au droit de quelques points (cf. chapitre précédent).

A contrario, le Bras d'Antoine présente de nombreux débordements dès une crue fréquente.

Les résultats de l'état initial pour le Bras d'Antoine et pour une crue centennale indiquent des débordements généralisés essentiellement dus à une insuffisance du gabarit du lit mineur.

Il apparaît inenvisageable de proposer un scénario d'aménagement qui résorberait tous les désordres hydrauliques causés par une telle crue le long du Bras d'Antoine (longueur à aménager de plus 3 km voir plus, coût des travaux à réaliser...).

Pour rappel, l'action du PAPI propose de gérer les débordements du Bras d'Antoine. Cette action s'inscrit dans objectif de diminution de la vulnérabilité face aux risques inondation dès les crues fréquentes. **De plus, la politique nationale de gestion des risques tend à favoriser les aménagements qui redonnent de l'espace au cours d'eau qui s'oppose à réaliser un 'tout endiguement'.**

Ainsi, les scénarii d'aménagements proposés dans le cadre de cette étude ont pour objectifs de :

- Repartir les débits en amont de la zone d'étude afin de délester le Bras d'Antoine,
- Supprimer les débordements du Bras d'Antoine pour une occurrence de crue tricennale en favorisant les aménagements redonnant de l'espace au lit mineur,
- Diminuer les débordements du Bras d'Antoine pour une occurrence de centennale en favorisant les aménagements redonnant de l'espace au lit mineur,
- Supprimer les débordements de la ravine des Cabris pour une occurrence de centennale en favorisant les aménagements redonnant de l'espace au lit mineur.

Ces scénarii d'aménagements seront proposés en respectant le principe de non-aggravation des risques au droit de la zone d'étude.

S'il apparaît que les inondations sont aggravées par la mise en place du projet, des mesures compensatoires seront mises en œuvre pour ne pas aggraver la situation.

À l'aval, sur la commune de Saint-Pierre, le principe de non-aggravation des risques ne pourra être étudié dans la présente étude (données topographiques non disponibles pour réaliser une modélisation sur la commune de Saint-Pierre). Néanmoins, des bassins d'écrêtement sont proposés pour ne pas aggraver les risques sur la commune de Saint-Pierre.



2. PRINCIPE ET METHODOLOGIE

Après une réflexion partagée avec la commune du Tampon, il a été choisi de proposer un scénario basé sur une répartition des débits à l'amont de la zone d'étude (altitude 1080 m). C'est à cette altitude que le Bras d'Antoine et la ravine des Cabris sont les plus proches, distants d'environ 120 m. De plus, le fond du lit mineur du Bras d'Antoine est perché par rapport au fond du lit mineur de la ravine des Cabris. Plus précisément, il s'agira d'effectuer une dérivation partielle gravitaire du débit du Bras d'Antoine dans la ravine des Cabris via un canal de délestage.

Le principe de répartition est indiqué sur la figure page suivante.

Pour déterminer cette répartition des débits, une modélisation hydraulique test visant à déterminer la capacité maximale de la ravine des Cabris a été réalisée.

L'hydrogramme injecté est le suivant :

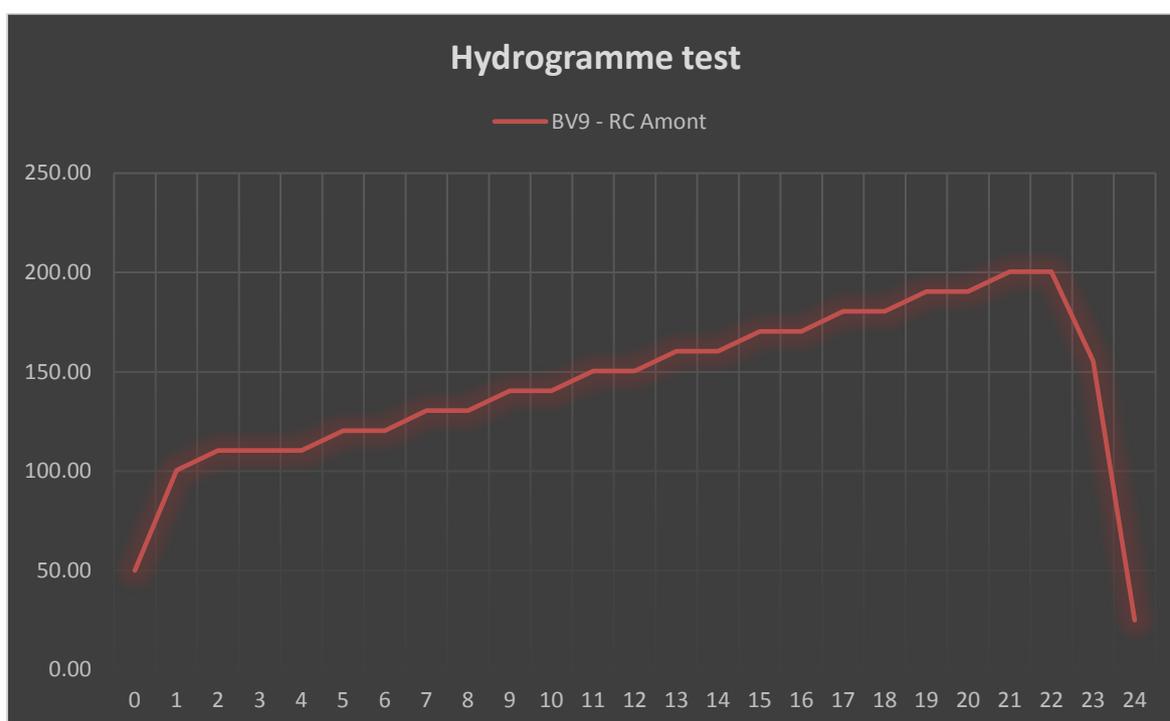
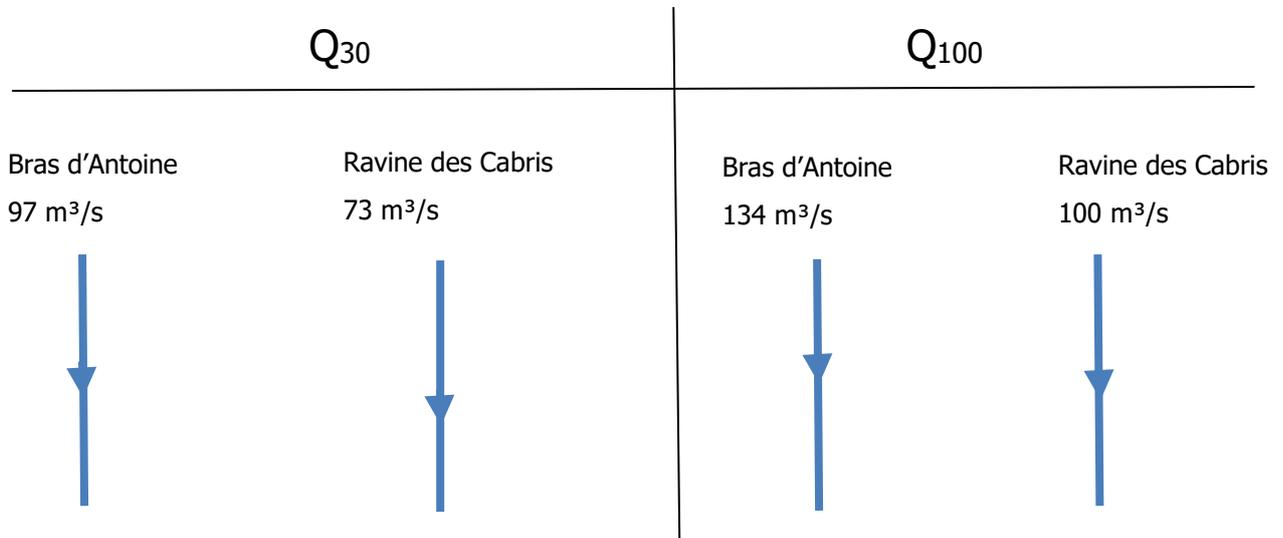


Figure 15 : Hydrogramme injecté dans la modélisation test

Le test a consisté à injecter un débit progressif dans la ravine des Cabris par palier de 10 m³/s. Après analyse des résultats, il a été déterminé que la ravine des Cabris présente un comportement acceptable jusqu'à 155 m³/s. Après ce seuil, les débordements se généralisent le long du linéaire de la ravine des Cabris.

Néanmoins, pour accepter ces débits, quelques aménagements au droit des débordements identifiés à l'état initial et quelques aménagements pour des nouveaux points de débordements apparus avec l'injection d'un débit supplémentaire devront être réalisés et dimensionnés pour une crue centennale avec débit délesté.

ETAT INITIAL



ETAT PROJET

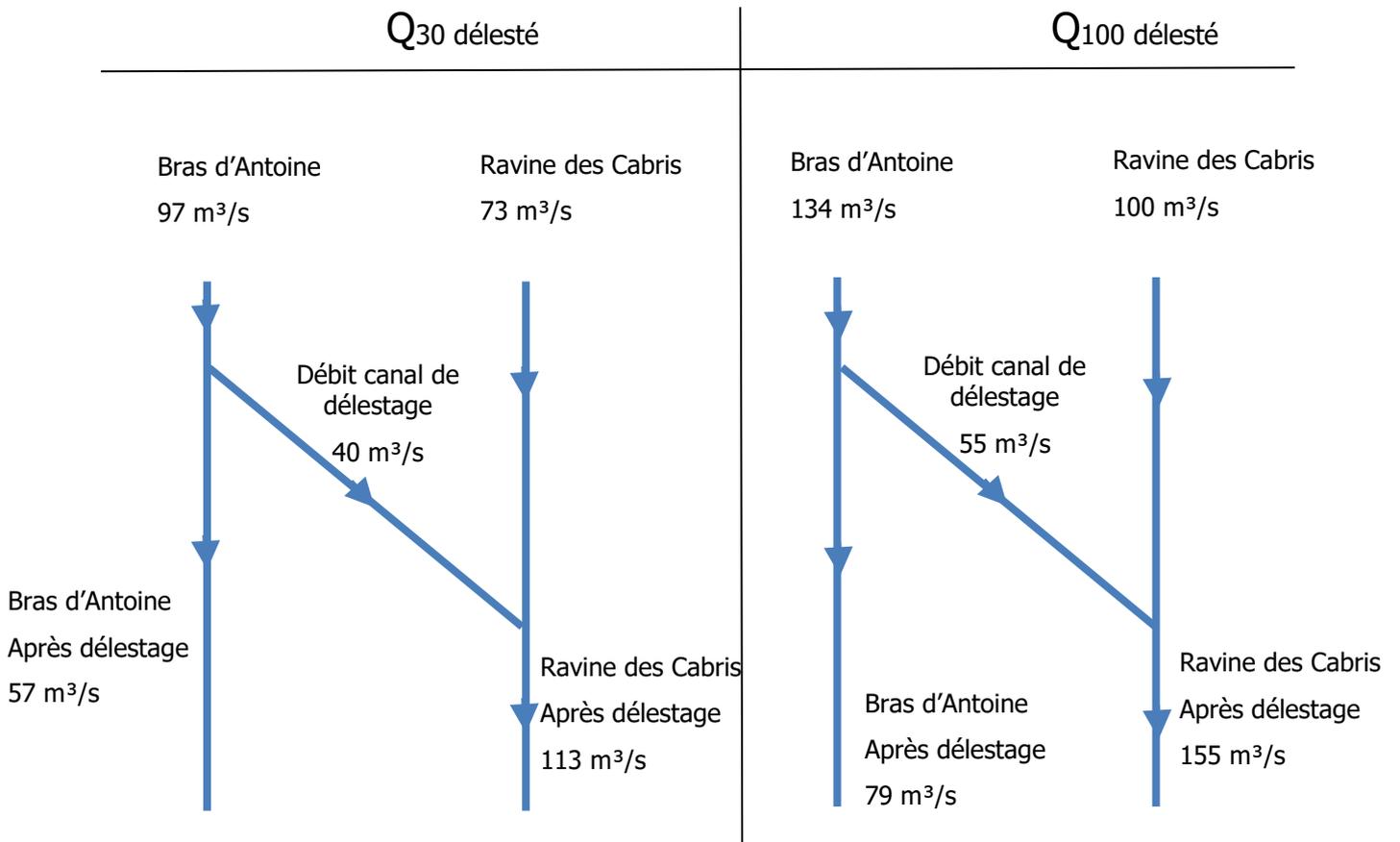


Figure 16 : Principe de répartition des débits en amont de la route des géraniums



Suivant cette répartition, les nouveaux hydrogrammes injectés dans la modélisation projets sont les suivants :

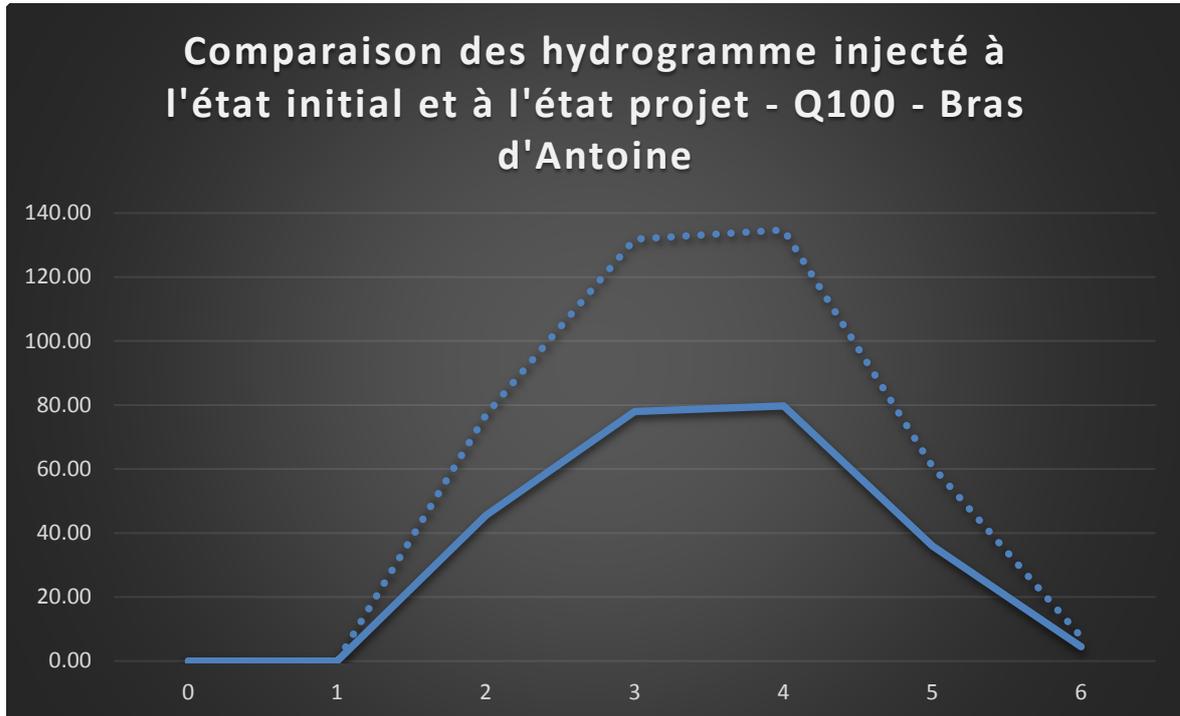


Figure 17 : Comparaison des hydrogrammes injectés à l'état initial (pointillés) et à l'état projet après mise en œuvre du délestage – Q₁₀₀ – Bras d'Antoine

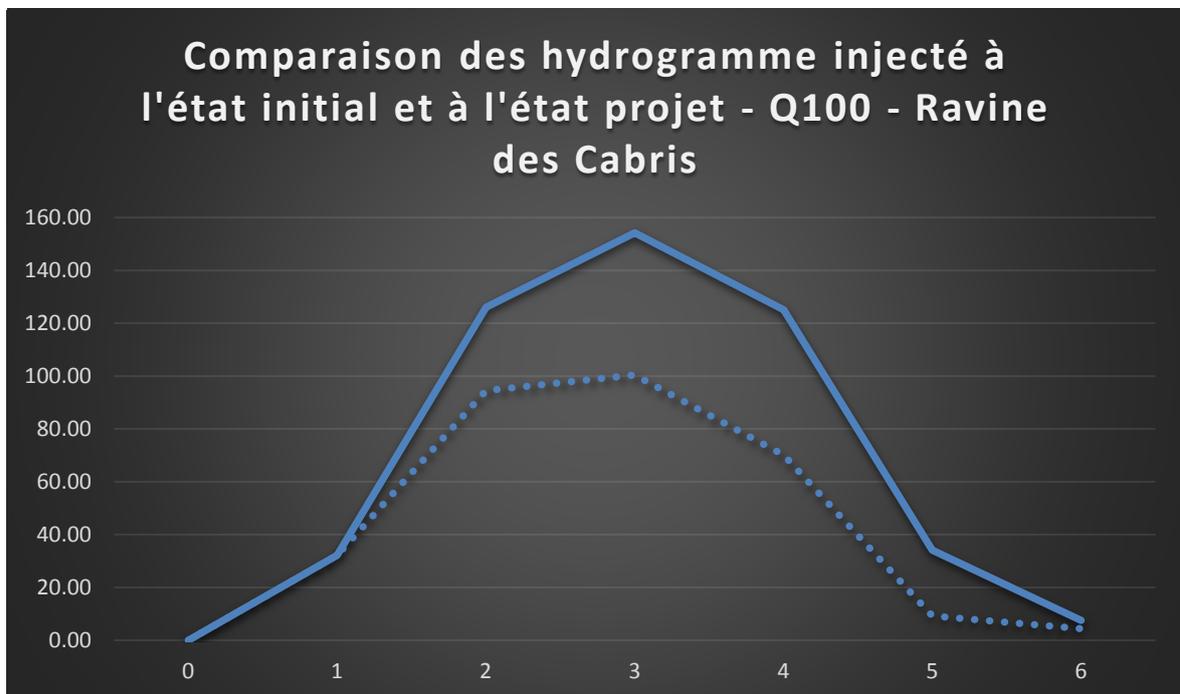


Figure 18 : Comparaison des hydrogrammes injectés à l'état initial (pointillés) et à l'état projet après mise en œuvre du délestage – Q₁₀₀ – Ravine des Cabris



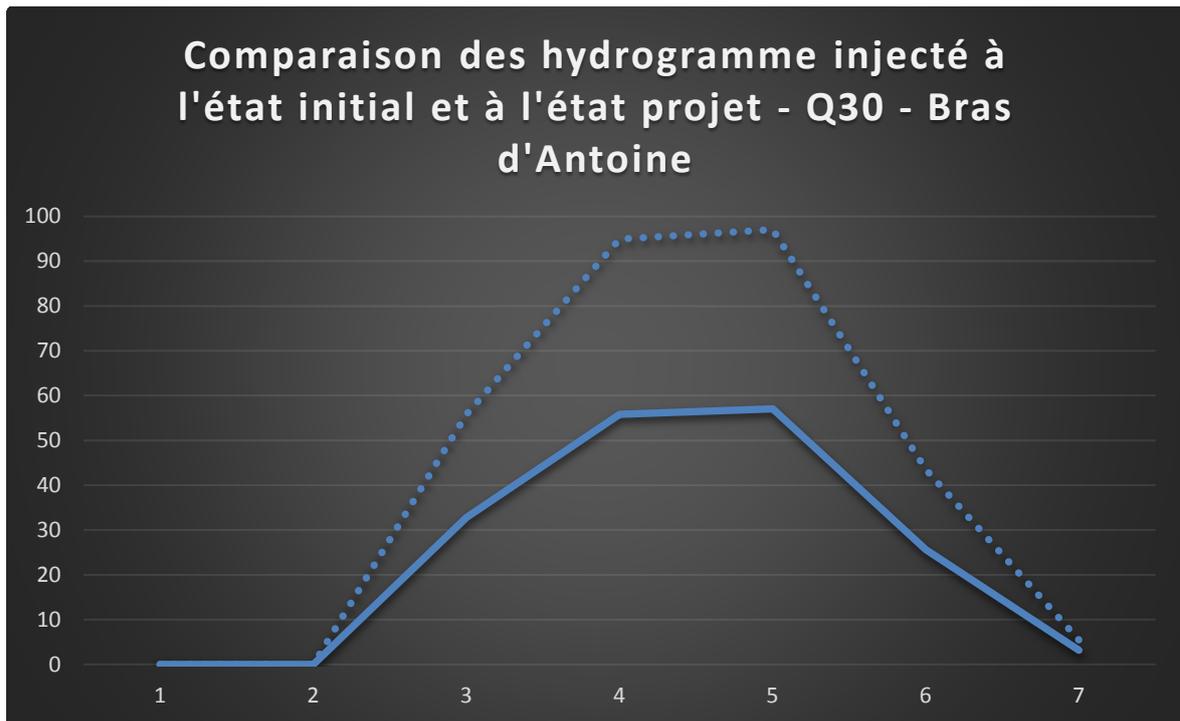


Figure 19 : Comparaison des hydrogrammes injectés à l'état initial (pointillés) et à l'état projet après mise en œuvre du délestage – Q₃₀ – Bras d'Antoine

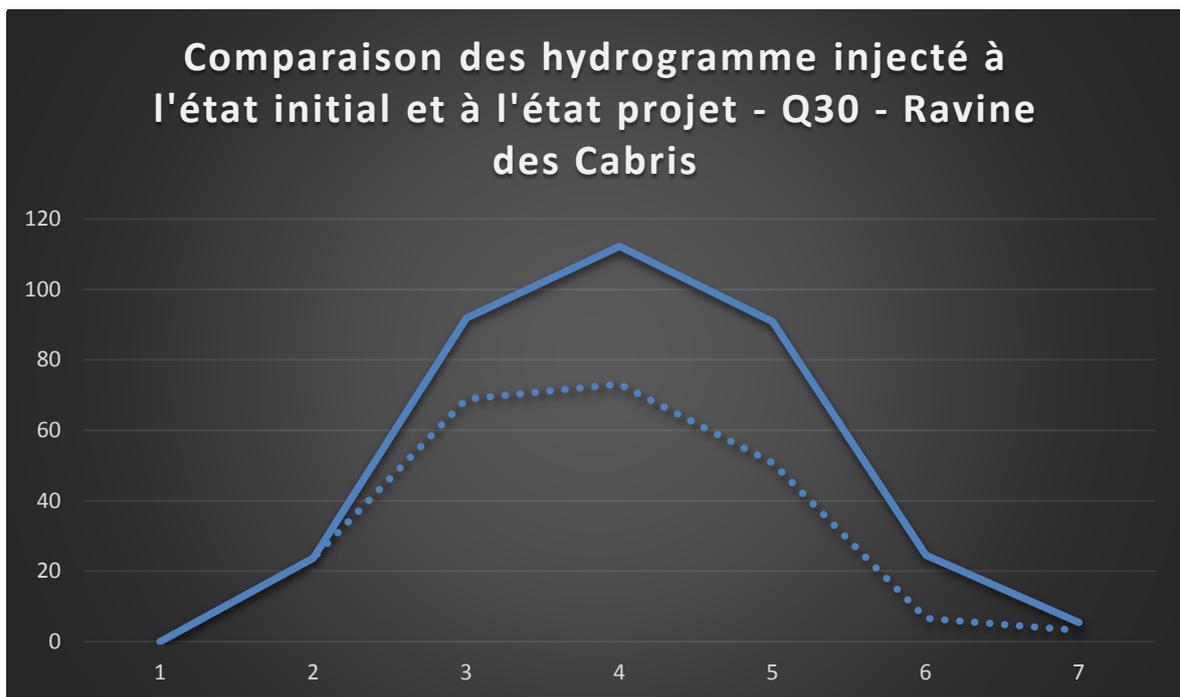


Figure 20 : Comparaison des hydrogrammes injectés à l'état initial (pointillés) et à l'état projet après mise en œuvre du délestage – Q₃₀ – Ravine des Cabris



L'étape suivante à consister à dimensionner :

- les secteurs où des débordements subsistent le long du **Bras d'Antoine pour crue tricennale avec délestage**. Les aménagements types sont, dans l'ordre préférentiel :
 - des aménagements en risberme avec confortement de berge quand les contraintes foncières sont faibles,
 - une redéfinition du gabarit du lit mineur avec confortement de berge si les contraintes foncières ne permettent pas de réaliser une risberme ou l'espace disponible est trop restreint pour réaliser une risberme,
 - l'aménagement de murs d'une hauteur comprise entre 40 et 120 cm à partir du TN,
 - Deux redimensionnements d'ouvrages (Route des Caféiers et RD3) ont également été définis.

Pour réaliser ces dimensionnements, des profils types ont été extraits du MNT initial et redimensionnés pour le débit utile après délestage au droit du profil via un calcul de Manning Strickler. Le MNT initial a été modifié en conséquence au droit du profil. Ensuite une modélisation a été réalisée avec le MNT projet pour valider les dimensionnements calculés. Plusieurs modélisations itératives ont été réalisées afin d'optimiser ces aménagements et notamment pour définir la longueur des aménagements (redéfinition gabarit du lit mineur et aménagement en risberme). Les résultats de la modélisation état projet final est présentée aux chapitres suivants.

- les secteurs où des débordements ont été identifiés le long de la **ravine des Cabris pour crue centennale avec délestage**. Les aménagements types sont, dans l'ordre préférentiel :
 - création de 2 ouvrages de franchissements et reprofilage de raccordement de chaussée au droit des radiers submersibles présentant des désordres hydrauliques,
 - des aménagements en risberme avec confortement de berge quand les contraintes foncières sont faibles,
 - une redéfinition du gabarit du lit mineur avec confortement de berge si les contraintes foncières ne permettent pas de réaliser une risberme ou l'espace disponible est trop restreint pour réaliser une risberme,
 - l'aménagement de murs d'une hauteur comprise entre 40 et 120 cm à partir du TN.

Pour la ravine des Cabris, une modélisation hydraulique a été réalisée avant le dimensionnement des aménagements avec le MNT état initial et avec l'hydrogramme d'une crue centennale délestée présenté page précédente.



3. DESCRIPTION SOMMAIRE DES AMENAGEMENTS PROPOSES

Le but de cette présentation est de valider le principe d'aménagements avec la commune du Tampon dans un premier temps. Une fois le principe d'aménagement validé, le projet d'aménagement sera détaillé avec notamment : la géométrie des ouvrages projetés (profil en travers type et profils en long), la nature des matériaux utilisés, un chiffrage et un programme d'aménagement.

Les aménagements sont décrits d'amont en aval. Afin de localiser les aménagements, un système de points kilométriques a été mis en place :

- Pour le Bras d'Antoine, un PK tous les 50 m a été placé à partir de l'altitude 1115 mNGR (PK BA 0) jusqu'à l'altitude 395 mNGR (PK BA 8,050),
- Pour la ravine des Cabris, un PK tous les 50 m a été placé à partir de l'altitude 1115 mNGR (PK RC 0) jusqu'à l'altitude 400 mNGR (PK 7,600).

3.1. OUVRAGE DE DEVOIEMENT DU BRAS D'ANTOINE VERS LA RAVINE DES CABRIS

Pour rappel, l'état initial mettant en avant de très nombreux dysfonctionnements du Bras d'Antoine pour la Q_{30} et en parallèle une capacité globalement suffisante de la Ravine des Cabris jusqu'à la Q_{100} , nous proposons – outre les aménagements locaux pour traiter les dysfonctionnements ponctuels – la réalisation d'un ouvrage de basculement partiel des eaux du Bras d'Antoine vers la Ravine des Cabris.

Comme indiqué au chapitre précédent, cet ouvrage devra permettre de prélever un débit de $40 \text{ m}^3/\text{s}$ de la Q_{30} du Bras d'Antoine et de le restituer en aval immédiat dans la Ravine des Cabris (55 % du débit initial). Au stade de la Q_{100} , il prélèvera environ $55 \text{ m}^3/\text{s}$ du Bras d'Antoine rebasculé vers la Ravine des Cabris (55 % du débit initial).

Nous proposons d'implanter cet ouvrage de dévoiement en amont de la zone d'étude (1080 mNGR environ, selon le tracé ci-dessous).

Cette implantation présente les avantages suivants :

- l'ouvrage se situe à l'endroit où le lit mineur du Bras d'Antoine et celui de la Ravine des Cabris sont les plus proches (en amont de la zone d'étude) – environ 110 m. Cela permettra de limiter le coût de l'ouvrage de chenalisation des eaux dévoyées vers la Ravine des Cabris,
- le lit du Bras d'Antoine se situe à cet endroit environ 10 m en contre-haut du lit de la Ravine des Cabris, ce qui permet de proposer un ouvrage qui fonctionnera gravitairement. Par ailleurs, le delta altimétrique est suffisant sans pour autant être trop important. En effet, un delta altimétrique supérieur aurait nécessité des aménagements complémentaires pour compenser des vitesses d'écoulement naturelles trop importantes.



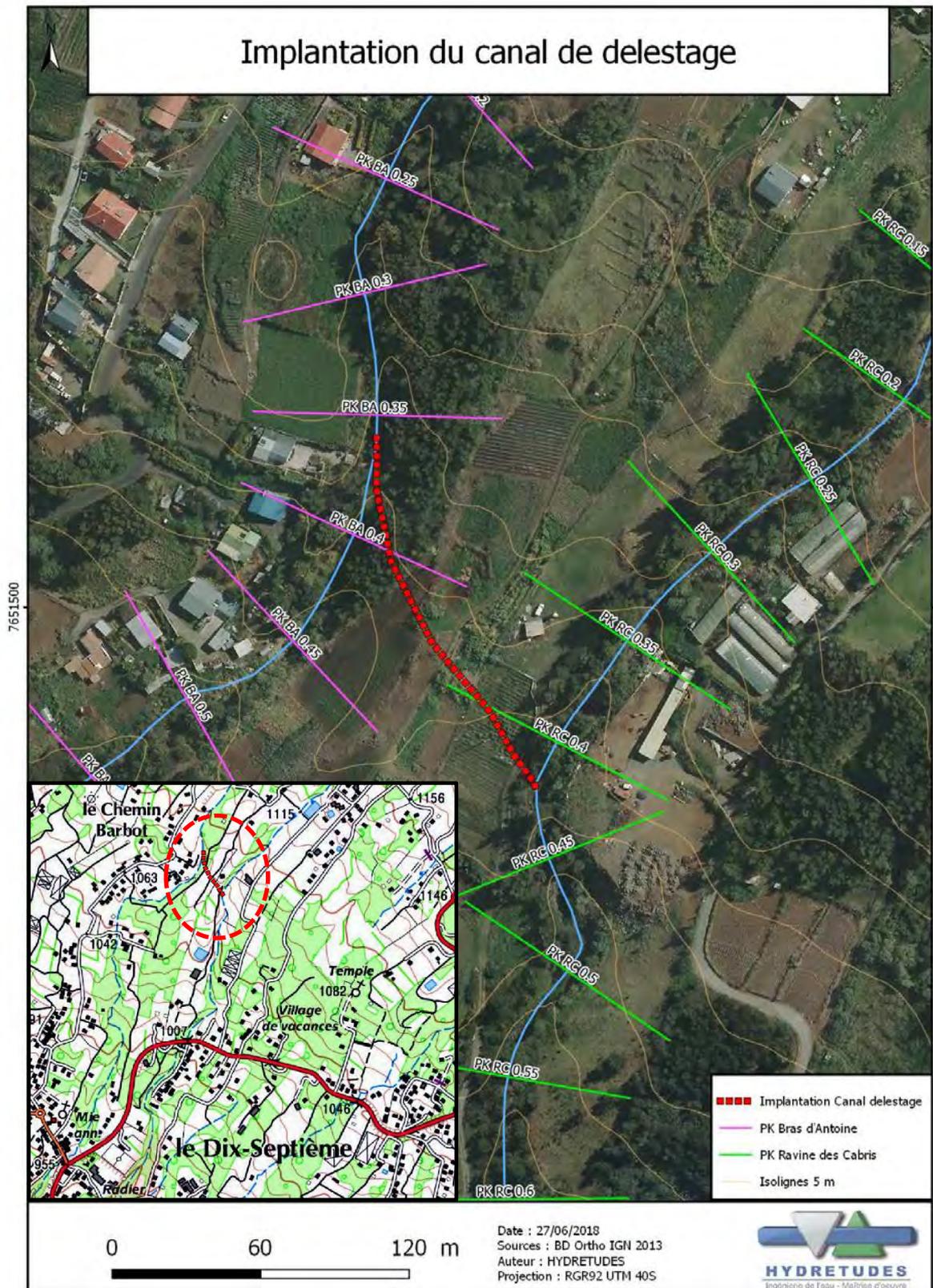


Figure 21 : Implantation du canal de délestage



Afin de proposer une solution de fonctionnement 100% gravitaire, l'ouvrage de dévoiement sera composé des éléments suivants :

- un ouvrage de seuil en travers du lit du Bras d'Antoine qui permettra de mieux maîtriser les hauteurs d'eau au droit du dévoiement,
- des renforcements de berges rive gauche et rive droite amont afin de pallier à l'exhaussement local des hauteurs d'eau générées par l'ouvrage de seuil,
- un ouvrage de prise d'eau latéral situé en amont du seuil de régulation de niveau,
- la conception de cette prise latérale devra permettre d'éviter le piégeage de matériaux, déchets ou végétation générateur d'embâcles.

L'ouvrage de chenalisation du débit dévoyé vers la Ravine des Cabris sera composé des éléments suivants :

- canal de section constante et de pente homogène. Plusieurs types de sections seront étudiés lors du chiffrage afin d'optimiser l'ouvrage (canal trapézoïdal, canal en U, canal en V, etc.). La conception du canal et notamment les matériaux constitutifs de son revêtement seront mis en relation avec la forme choisie :
 - canal trapézoïdal en remblai revégétalisé avec des bajoyers inclinés suivant un fruit à 2/1,
 - canal trapézoïdal en remblai avec des bajoyers inclinés suivant un fruit à 3/2 protégés par des enrochements,
 - canal en U constitués d'éléments préfabriqués en béton armé,
 - canal en U ou V constitué en remblai avec ajout d'un revêtement en béton armé en bajoyer et/ou radier,
 - canal en U ou V constitué en remblai avec ajout d'un revêtement en béton projeté,
 - etc.
- ouvrage de raccordement amont entre l'ouvrage de prise latéral et le canal de dévoiement,
- le tracé proposé coupe une voie agricole. Un ouvrage de franchissement devra être prévu afin de maintenir cette voie. La forme de l'ouvrage de franchissement sera définie en fonction du type de canal mis en œuvre :
 - dalle de franchissement sur deux appuis simples rive gauche et rive droite,
 - cadre béton armé adapté hydrauliquement et structurellement,
 - etc.
- exutoire dans la Ravine des Cabris,

Il est à noter qu'*in fine*, le Bras d'Antoine étant un affluent direct de la Ravine des Cabris, la solution proposée ne bascule pas des masses d'eaux d'un bassin versant vers un autre.



3.2. AMENAGEMENTS BRAS D'ANTOINE

Les aménagements proposés ont été dimensionnés pour une crue Q_{30} délestée soit un débit de $57 \text{ m}^3/\text{s}$ à l'entrée amont du modèle. Les figures suivantes localisent les aménagements à réaliser sur le bras d'Antoine.

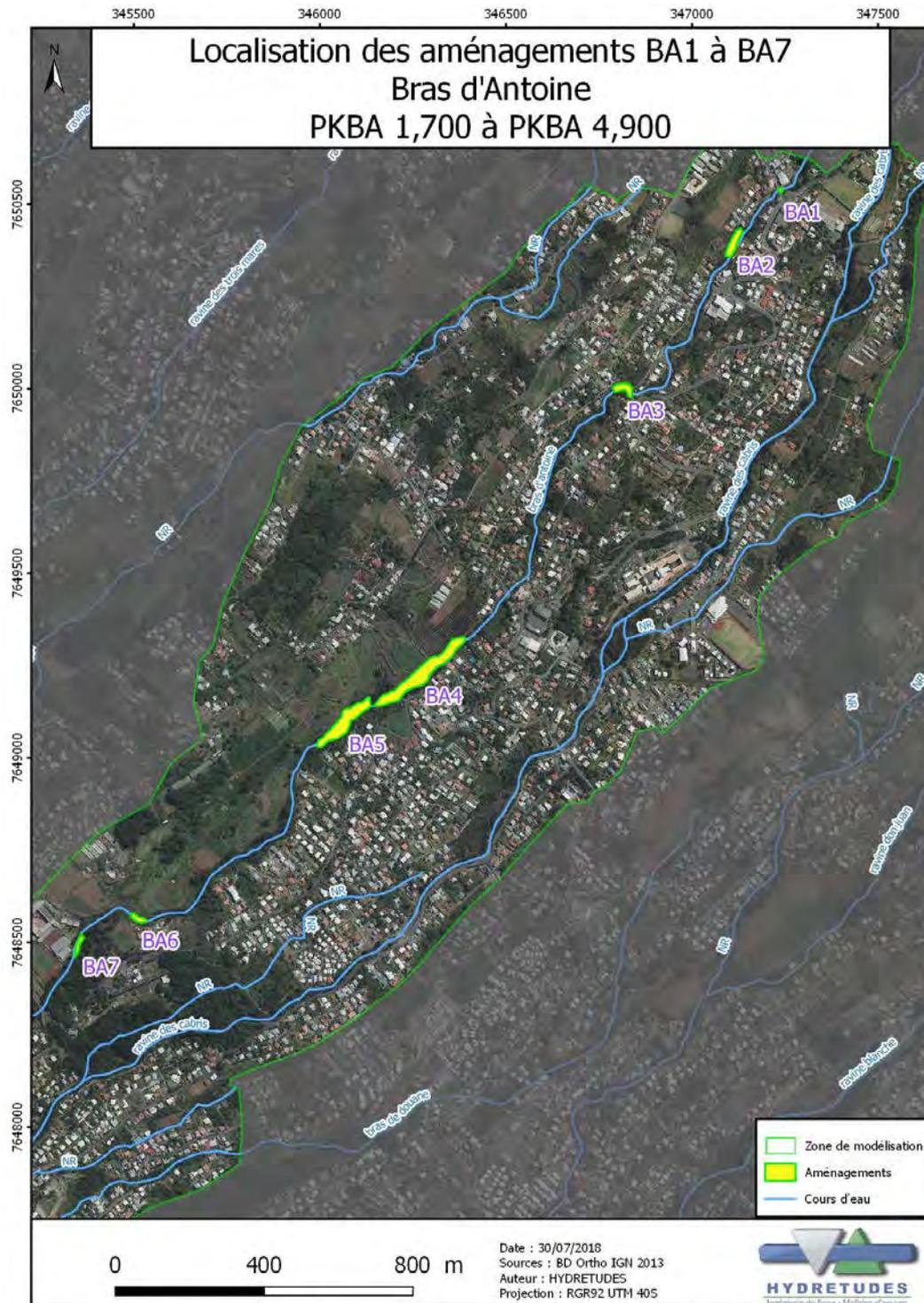


Figure 22 : Localisation des aménagements proposés sur le Bras d'Antoine du PK BA 1,700 au PK BA 4,900





Figure 23 : Localisation des aménagements proposés sur le Bras d'Antoine du PK BA 5,100 au PK BA 7,600



Dans la suite du chapitre, les aménagements sont décrits selon cette légende :

	Hauteur d'eau (m) - Q30 délesté - 57 m ³ /s	
 Cours d'eau		
 Point Kilométrique Bras d'Antoine		0.05 - 0.500
 Parcelles impactées par le projet		0.501 - 1.000
 Talus projet		1.001 - 2.000
 Recalibrage du lit mineur		2.001 - 5.000
 Murs existants		>5 m
 Murs à créer		
 Débordement		
 Implantation profil en travers type		

Figure 24 : Légende utilisée pour la description des aménagements - vues en plan (niveau étude de faisabilité) – Bras d'Antoine

Afin de justifier chaque aménagement, les hauteurs d'eau pour une crue délestée Q₃₀ sont affichées pour chaque aménagement.

Les surfaces des parcelles impactées par le projet ont été déterminées via le cadastre SIG disponible datant de 2014. **Ce cadastre n'est pas parfaitement calé, ainsi, les impacts fonciers devront être précisés dans les études de maîtrise d'œuvre.** Néanmoins cette approche permet d'identifier la majorité des parcelles potentiellement impactées par le projet.



3.2.1. Aménagement n°BA1 – création d'un ouvrage de franchissement - 955 mNGR – PK BA 1,700

Le premier aménagement consiste à redimensionner le pont de la route des Caféiers situé sur le PKBA 1,700.

Aujourd'hui le pont présente un débit capable compris entre 25 et 30 m³/s avec une section hydraulique estimée à 7,5 m². Ce pont est un verrou hydraulique et créer des débordements importants en rive droite et en rive gauche. En effet, la configuration du pont avec un entonnement en rive droite qui s'étend sur la moitié du lit mineur diminue la capacité du pont.



Figure 25 : Vue de dessus sur la configuration des berges au droit du pont à l'état initial (à gauche) et à l'état projet (à droite)

La proposition d'aménagement consiste à redimensionner ce pont avec une section de 14 m².

Ainsi, la capacité du pont proposé est de 42 m³/s.

Cet aménagement nécessitera de :

- détruire l'ouvrage existant,
- dérocter la berge en rive droite,
- créer le nouvel ouvrage avec des entonnements à l'amont et à l'aval sur les 2 rives.

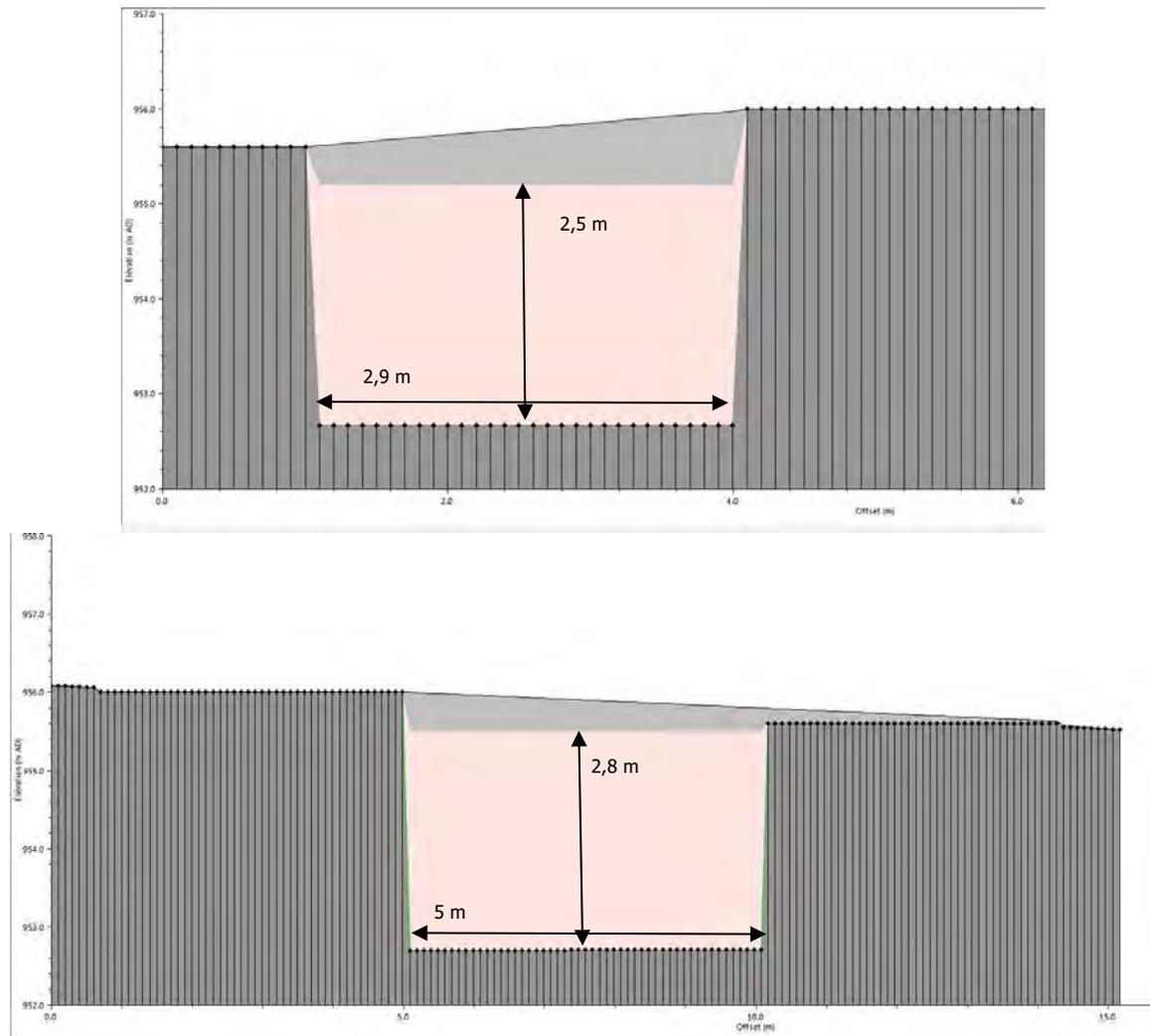


Figure 26 : Comparaison des profils en travers du pont injectés dans ICM à l'état initial (en haut) et du pont à l'état projet (en bas)

3.2.2. Aménagement n°BA2 - Recalibrage du lit de l'altitude 945 à 935 mNGR – PK BA 1,850 à 1,950 –

Le délestage du débit ne permet pas de supprimer les débordements en rive gauche. Il convient donc de réaliser un aménagement pour supprimer les débordements.

L'aménagement proposé consiste en la création d'une banquette en rive droite permettant d'augmenter la capacité du lit mineur et de confiner les écoulements. Les principales caractéristiques de cette banquette sont les suivantes :

- Largeur constante (sauf aux raccordements progressifs amont et aval) de manière à déporter le pied de talus rive droite créé de 10,5 m par rapport au fil d'eau du lit mineur,
- Côte d'arase de la banquette variable, calée sur le fil d'eau de la ravine,
- Longueur totale de l'aménagement de 77 m,
- Re-talutage de la berge suivant un fruit de 2H/1V jusqu'à l'arase du TN actuel.



Figure 27 : Implantation de l'aménagement n°BA2

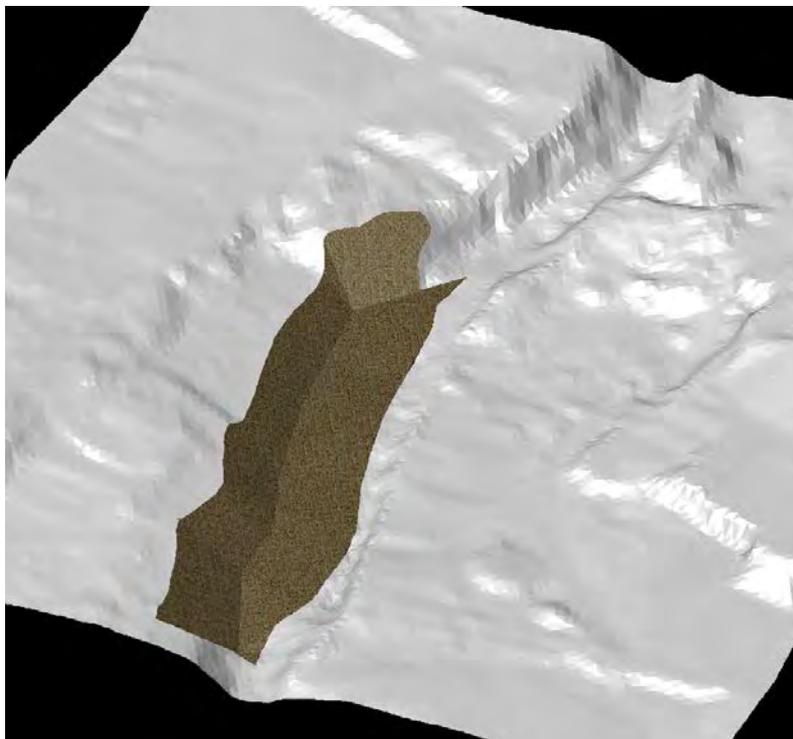


Figure 28 : Intégration de l'aménagement n°BA2 dans le MNT projet – vue 3D



Le profil type suivant indique les dimensions de cette risberme.

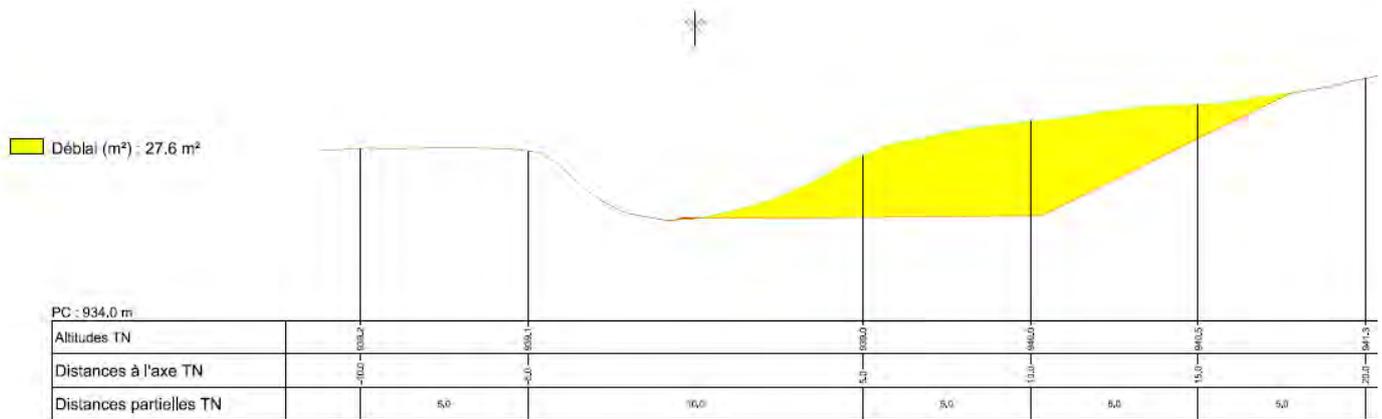


Figure 29 : Profil type de l'aménagement n°BA2

3.2.3. Aménagement n°BA3 - Recalibrage du lit de l'altitude 890 à 885 mNGR – PK BA 2,450 à 2,500

Le délestage du débit ne permet pas de supprimer les débordements en rive gauche au droit du radier. Un aménagement pour supprimer ce débordement est donc nécessaire, il consistera à réaliser :

- Une homogénéisation du fond du lit chaotique du Bras d'Antoine, sur une longueur d'environ 50 m et sur toute la largeur du fond du lit mineur soit environ 4 m,
- Un reprofilage du fond du lit du radier chemin des Bambous jusqu'à 50 m à l'aval afin d'augmenter sensiblement la pente, à cet endroit trop faible :
 - Pente constante de 10,5% sur 50 m reprofilés,
 - Largeur de la zone reprofilée de 4 m environ.
- Re-talutage de la berge suivant un fruit de 1H/1V jusqu'à l'arase du TN actuel, un confortement local des berges au droit de l'aménagement devra être réalisé,
- En crête de berge, un mur de rehausse de 0,8 m sera également créer en rive gauche sur une longueur de 28 m environ (cf. implantation figure suivante).

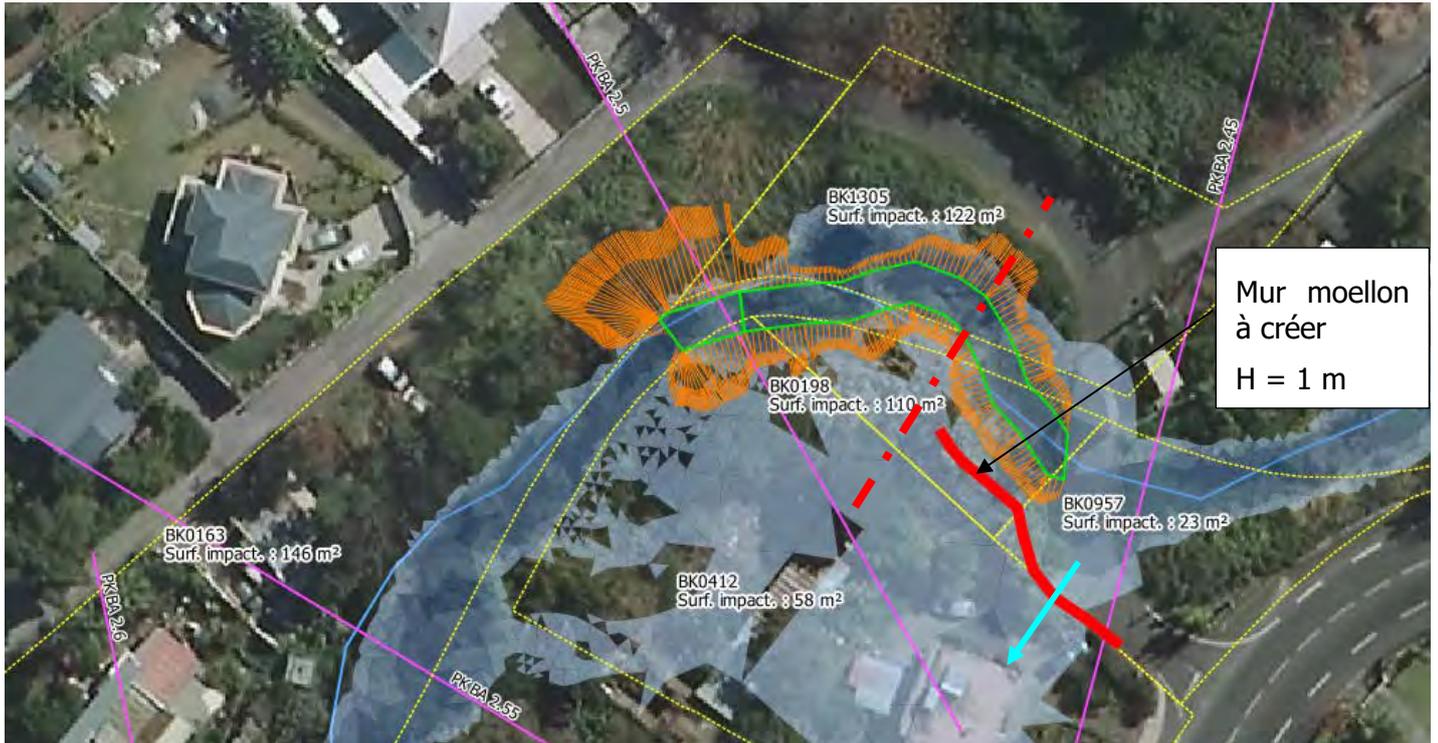


Figure 30 : Implantation de l'aménagement n°BA3

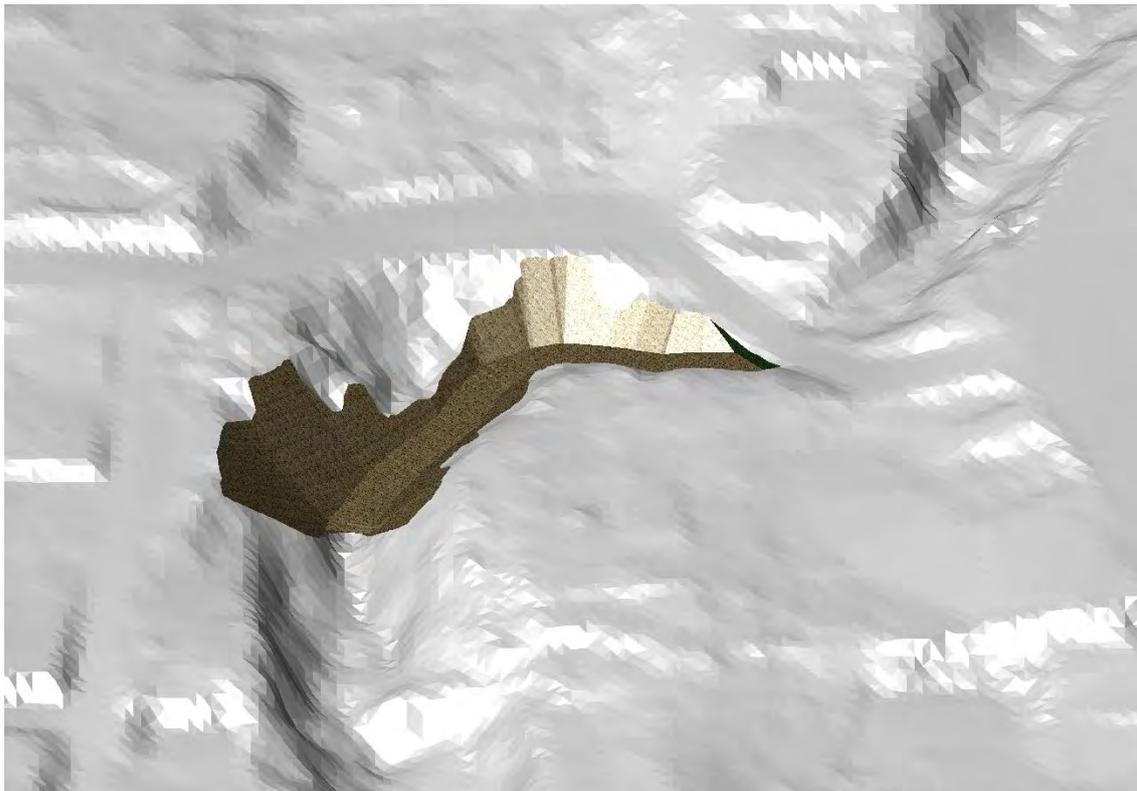


Figure 31 : Intégration de l'aménagement n°BA3 dans le MNT projet – vue 3D



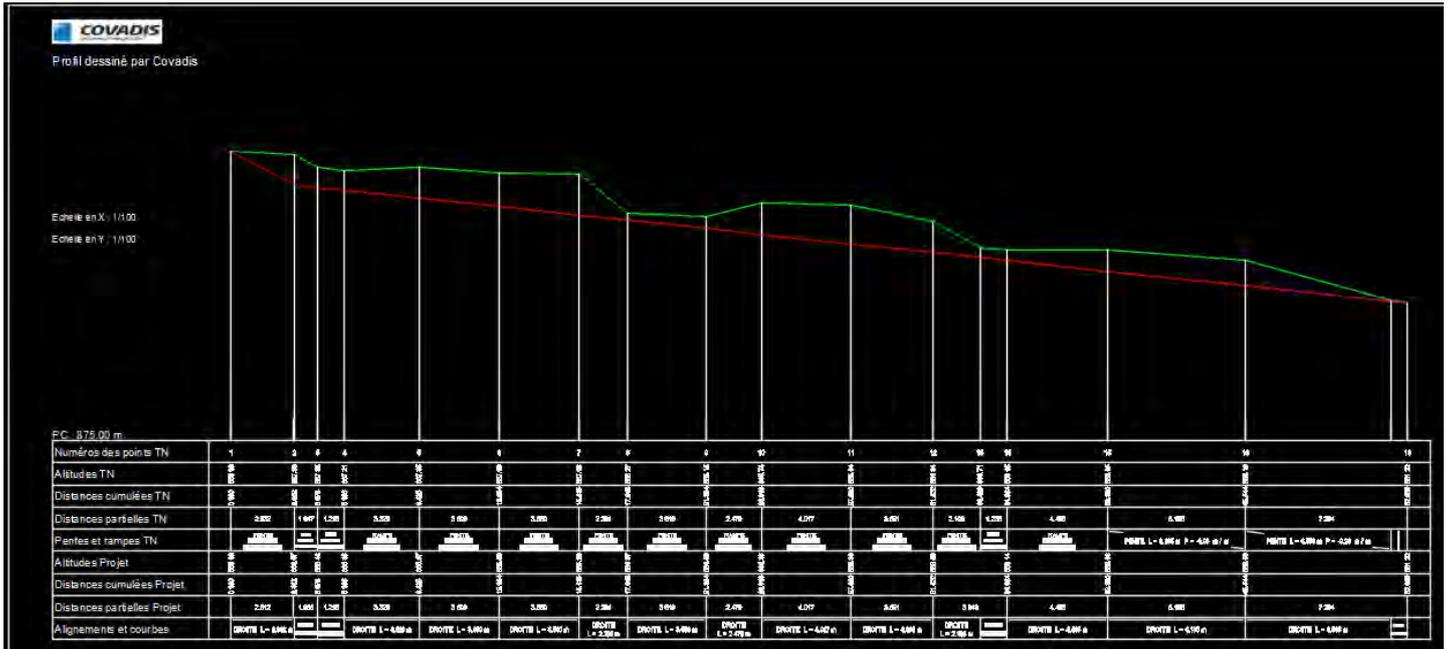


Figure 32 : Profil en long au droit de l'aménagement n°BA3

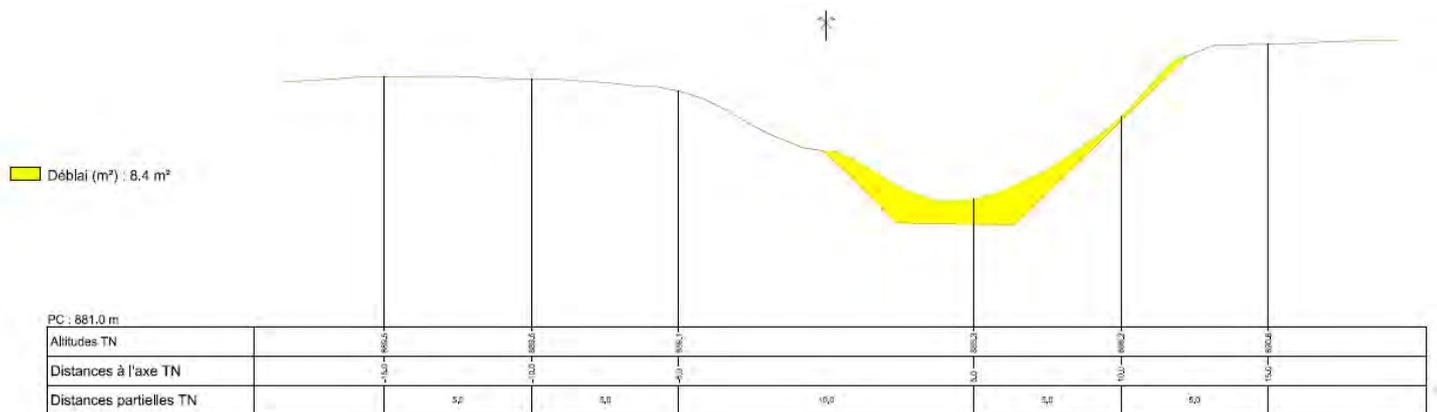


Figure 33 : Profil type de l'aménagement n°BA3

3.2.4. Aménagement n°BA4 - Recalibrage du lit de l'altitude 798 à 760 mNGR – PK BA 3,350 à 3,65

Le délestage du débit ne permet pas de supprimer les débordements en rive droite et en rive gauche. Il convient donc de réaliser un aménagement pour supprimer les débordements.

L'aménagement proposé consiste en la création d'une banquette en rive droite (en parallèle de la rue du Docteur Charrières) permettant d'augmenter la capacité du lit mineur et de confiner les écoulements. Les principales caractéristiques de cette banquette sont les suivantes :

- Largeur constante (sauf aux raccordements progressifs amont et aval) de manière à déporter le pied de talus rive droite créé de la façon suivante : création d'une



risberme de 90 cm de haut d'une largeur de 3,7 m par rapport au fil d'eau puis élargissement après la risberme de 16,2 m,

- Côte d'arase de la banquette variable, calée sur le fil d'eau de la ravine,
- Longueur totale de l'aménagement de 300 m,
- Re-talutage de la berge suivant un fruit de 2H/1V jusqu'à l'arase du TN actuel,
- Une rehausse du mur existant sera également réalisée en rive gauche. Ce mur mesure 1 m actuellement et sera rehaussé de 40 cm sur une longueur de 37 m environ pour contenir les débordements résiduels en amont immédiat du PK BA 3,450 (cf. implantation figure suivante).

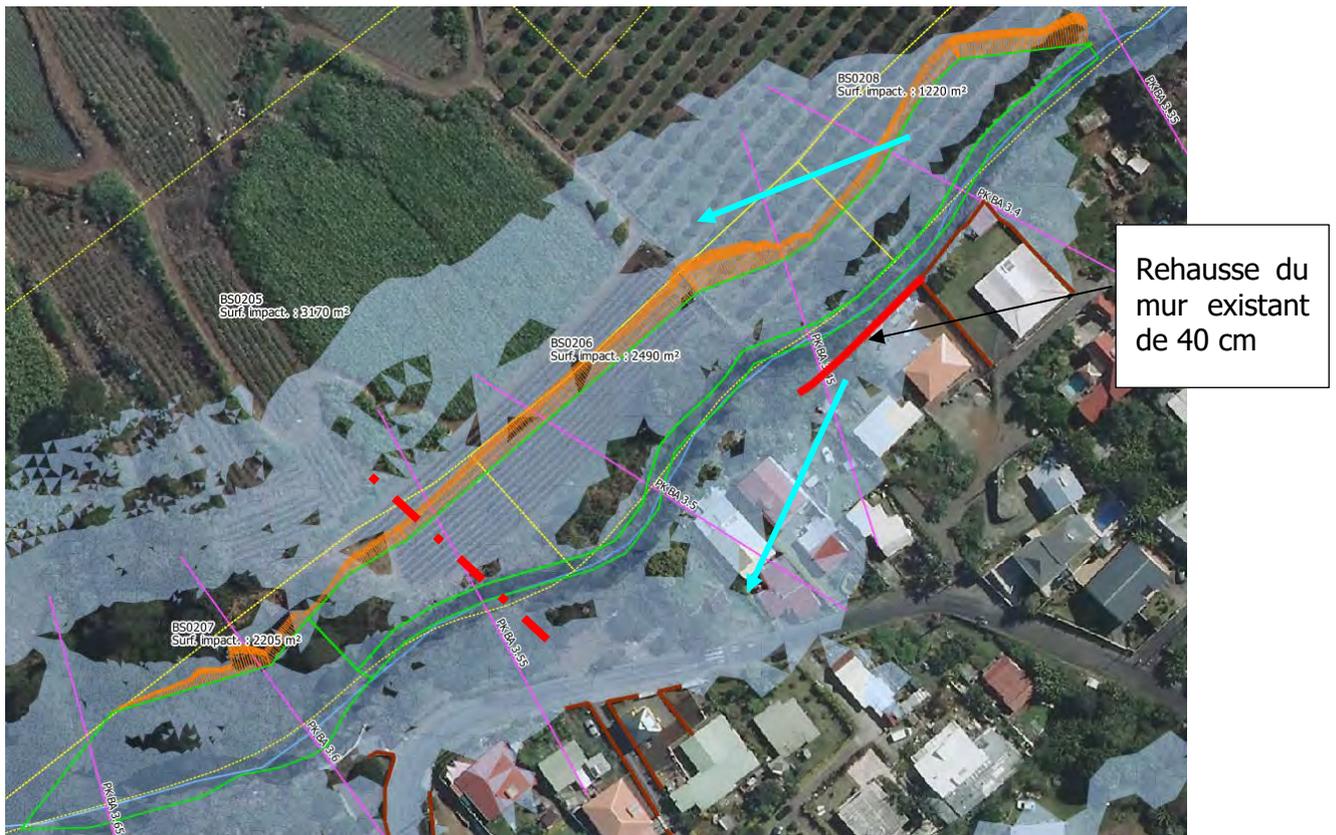


Figure 34 : Implantation de l'aménagement n°BA4



Figure 35 : Intégration de l'aménagement n°BA4 dans le MNT projet – vue 3D

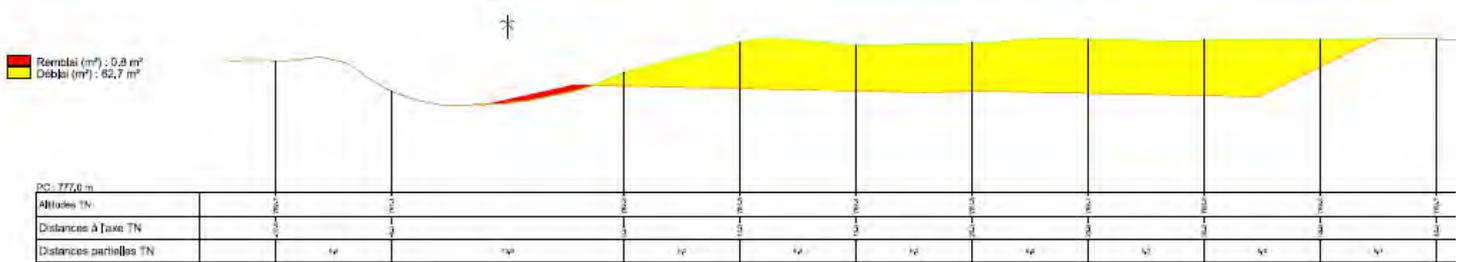


Figure 36 : Profil type de l'aménagement n°BA4

3.2.5. Aménagement n°BA5 - Recalibrage du lit de l'altitude 750 à 725 mNGR – PK BA 3,700 à 3,850

Le délestage du débit ne permet pas de supprimer les débordements en rive gauche. Il convient donc de réaliser un aménagement pour supprimer les débordements.

L'aménagement proposé consiste en la création d'une banquette en rive droite permettant d'augmenter la capacité du lit mineur et de confiner les écoulements. Les principales caractéristiques de cette banquette sont les suivantes :

- Largeur constante (sauf aux raccordements progressifs amont et aval) de manière à déporter le pied de talus rive droite créé de 20 m par rapport au fil d'eau du lit mineur,
- Côte d'arase de la banquette variable, calée sur le fil d'eau de la ravine,
- Longueur totale de l'aménagement de 185 m,
- Re-talutage de la berge suivant un fruit de 2H/1V jusqu'à l'arase du TN actuel.

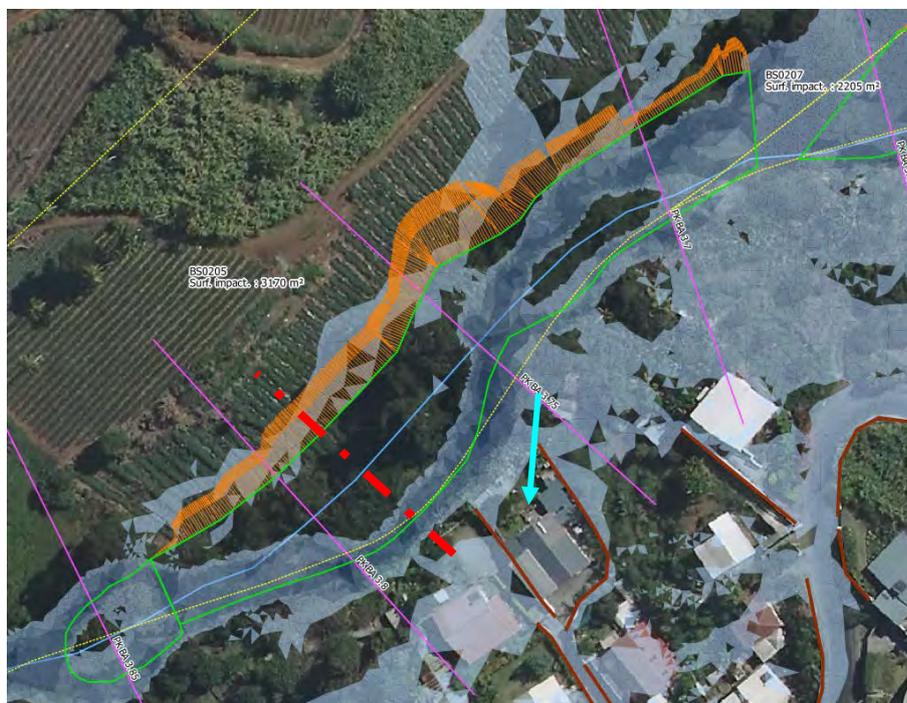


Figure 37 : Implantation de l'aménagement n°BA5

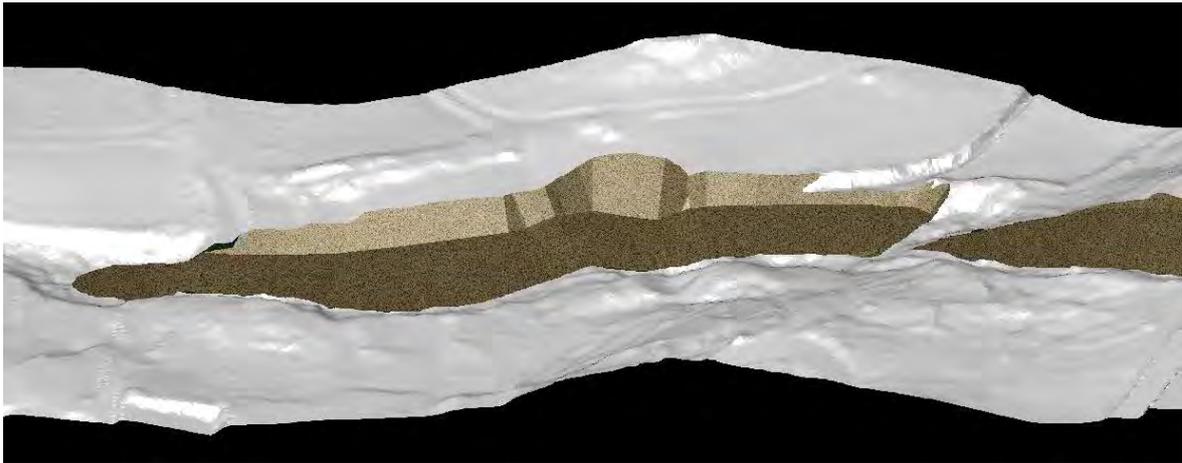


Figure 38 : Intégration de l'aménagement n°BA5 dans le MNT projet – vue 3D



Figure 39 : Intégration des aménagements n°BA4 et n°BA5 dans le MNT projet – vue 3D

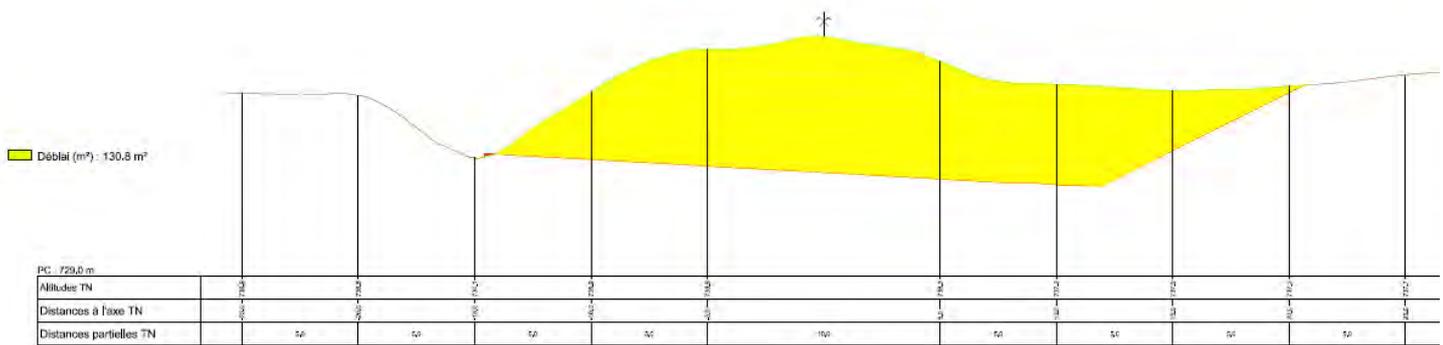


Figure 40 : Profil type de l'aménagement n°BA5

3.2.6. Aménagement n°BA6 - Recalibrage du lit de l'altitude 653 à 649 mNGR – PK BA 4,600 à 4,650

Le délestage du débit ne permet pas de supprimer les débordements en rive gauche. Il convient donc de réaliser un aménagement pour supprimer les débordements.

L'aménagement proposé consiste en la création d'une banquette en rive droite permettant d'augmenter la capacité du lit mineur et de confiner les écoulements. Les principales caractéristiques de cette banquette sont les suivantes :

- Largeur constante (sauf aux raccordements progressifs amont et aval) de manière à déporter le pied de talus rive droite créé de la façon suivante : création d'une risberme de 60 cm de haut d'une largeur de 4 m par rapport au fil d'eau puis élargissement après la risberme de 5,3 m,
- Côte d'arase de la banquette variable, calée sur le fil d'eau de la ravine,
- Longueur totale de l'aménagement de 47 m,
- Re-talutage de la berge suivant un fruit de 2H/1V jusqu'à l'arase du TN actuel,
- La limite avale de cet aménagement est situé au droit de la chute.

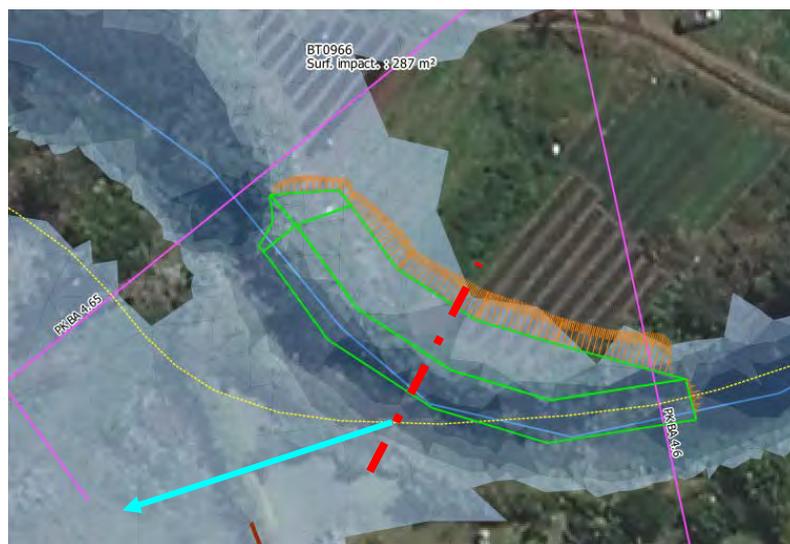


Figure 41 : Implantation de l'aménagement n°BA6



Figure 42 : Intégration de l'aménagement n°BA6 dans le MNT projet – vue 3D

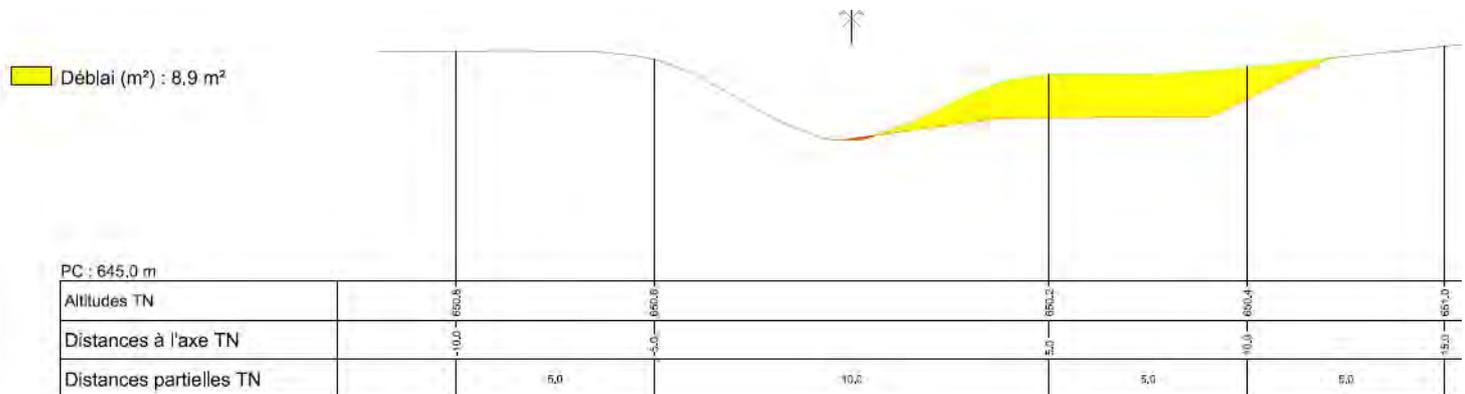


Figure 43 : Profil type de l'aménagement n°BA6

3.2.7. Aménagement n°BA7 - Recalibrage du lit de l'altitude 653 à 649 mNGR – de part et d'autre du PK BA 4,850

Le délestage du débit ne permet pas de supprimer les débordements en rive droite au droit du lycée Trois Mares. Il convient donc de réaliser un aménagement pour supprimer ce débordement.

L'aménagement proposé consiste en la création d'une banquette en rive gauche permettant d'augmenter la capacité du lit mineur et de confiner les écoulements. Les principales caractéristiques de cette banquette sont les suivantes :

- Largeur constante (sauf aux raccordements progressifs amont et aval) de manière à déporter le pied de talus rive droite créé de 5 m par rapport au fil d'eau du lit mineur avec déroctage, puis talutage d'une risberme suivant un fruit de 1H/1V sur une largeur et hauteur de 1,30 m, puis re-talutage de la berge suivant un fruit de 2H/1V jusqu'à l'arase du TN actuel,
- Côte d'arase de la banquette variable, calée sur le fil d'eau de la ravine,
- Longueur totale de l'aménagement de 70 m (débutant à 35 m à l'amont du PK BA 4,85 et finissant à 25 m à l'aval du PK BA 4,850).



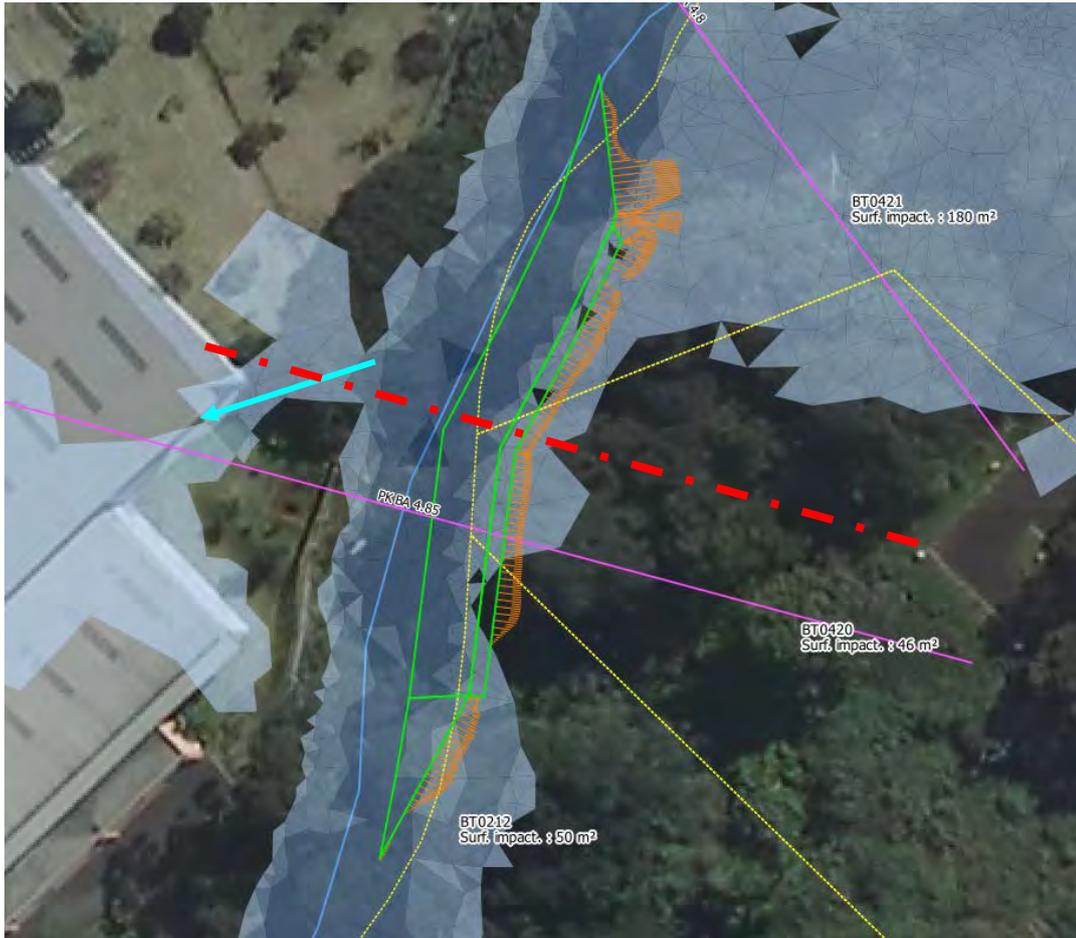


Figure 44 : Implantation de l'aménagement n°BA7

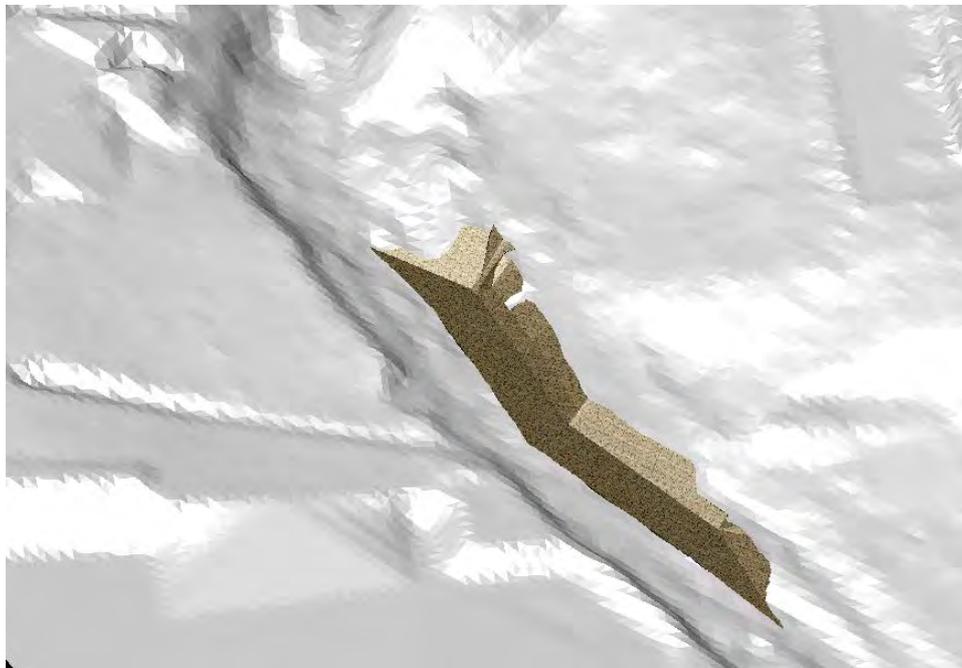


Figure 45 : Intégration de l'aménagement n°BA7 dans le MNT projet – vue 3D



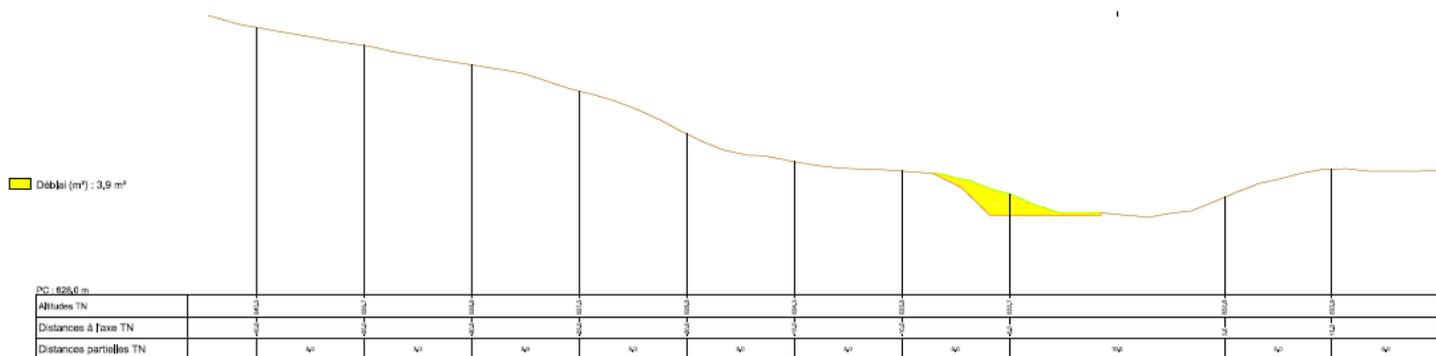


Figure 46 : Profil type de l'aménagement n°BA7

3.2.8. Aménagement n°BA8 - Création de murs moellons et recalibrage du lit entre la rue du Docteur Guy Hoareau et la RD3 (rue Hubert Delisle) de l'altitude 605 à 585 mNGR – PK BA 5,500 à 5,100

Le secteur entre la rue du Docteur Guy Hoareau et la RD3 présente un lit mineur très étroit. De plus le lit mineur est perché (altitude supérieure au lit majeur) par rapport au lit majeur en rive droite. Des débordements importants en rive droite sont encore présents malgré le délestage.

Le lit majeur est très urbanisé de part et d'autre du Bras d'Antoine, il n'est donc pas possible d'élargir le lit sans impacts fonciers importants. C'est pourquoi nous proposons en aval de la rue du docteur Guy Hoareau de réaliser des murs moellons d'une hauteur inférieure à 1,5 m pour contenir les écoulements puis d'élargir le lit plus à l'aval.

Nota : Sans cet élargissement des murs supérieurs à 1,5 m devront être mis en place. Il s'agirait donc de la réalisation d'un endiguement. La réalisation d'un endiguement présente des contraintes réglementaires, des contraintes de gestion et d'entretien importantes. De plus compte tenu de la position perchée du lit mineur, les conséquences en cas de rupture de cet endiguement seraient aggravées par rapport à l'état actuel. En effet, l'endiguement serait, dans notre cas, dimensionné pour une crue tricennale. En cas de dépassement de cette occurrence, les probabilités de rupture seront fortes.

Cet aménagement est suivi, immédiatement à l'aval, par le recalibrage du pont RD3 décrit au chapitre suivant. Création de mur moellons en rive droite :

- Rive droite PK BA 5.100 à 5.150 : mur moellons d'une hauteur de 1 m longueur 46 m,
- Rive droite PK BA 5.150 à 5.280 : mur moellons d'une hauteur de 1,2 m longueur 123 m,
- Rive droite PK BA 5.280 à 5.350 : mur moellons d'une hauteur de 1,3 m longueur 86 m.

Le principe est de rehausser les murs existants. En première approche, quelques impacts fonciers sont identifiés. Néanmoins, en pratique et suivant l'étude foncière détaillée, ces impacts pourraient être nuls suivant le calage parcellaire exact.



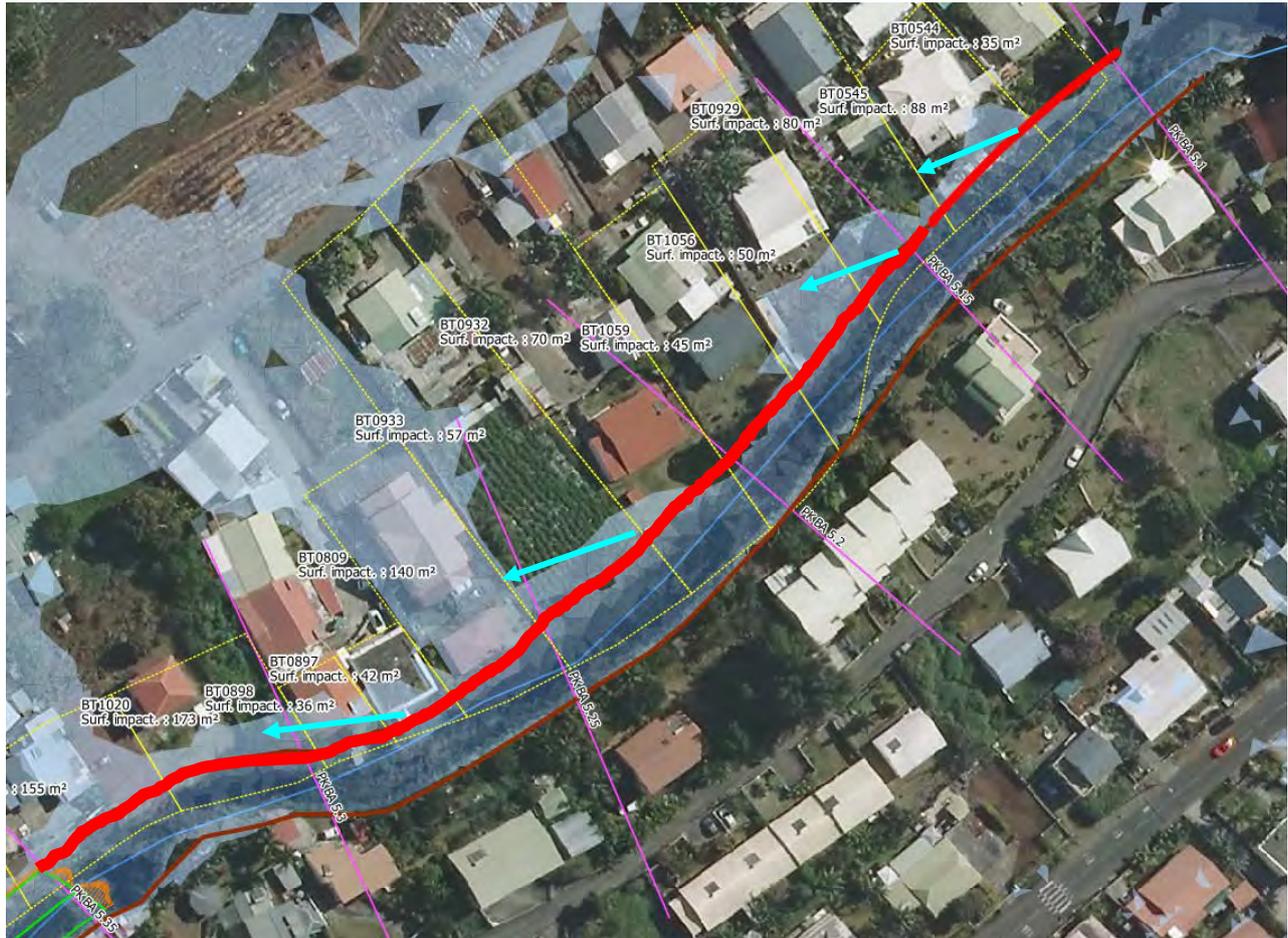


Figure 47 : Implantation des murs moellons à rehausser en rive droite – amont aménagement n°BA8

À partir du PK BA 5.35, l'élargissement du lit est indispensable :

- PK BA 5.35 à 5.4 : élargissement en RD sur 3 m à partir du fil d'eau suivant un fruit de 2H/1V jusqu'à une hauteur de 3.5 m (surmonté d'un merlon ou mur moellon de 60 cm maximum) et une longueur de 52 m environ avec lissage du lit,
- À l'amont immédiat du PK BA 5.4 : réalisation d'un déroctage pour effacer les irrégularités du lit jusqu'au pont de la RD3 en respectant la pente globale,
- PK BA 5.4 à 5.5 : élargissement en RD sur 3,5 m maximum à partir du fil d'eau avec talus de 1/1 avec lissage du lit sur une longueur de 83 m environ.

Ces élargissements pourront être optimisés dans les études détaillées pour diminuer les impacts fonciers.

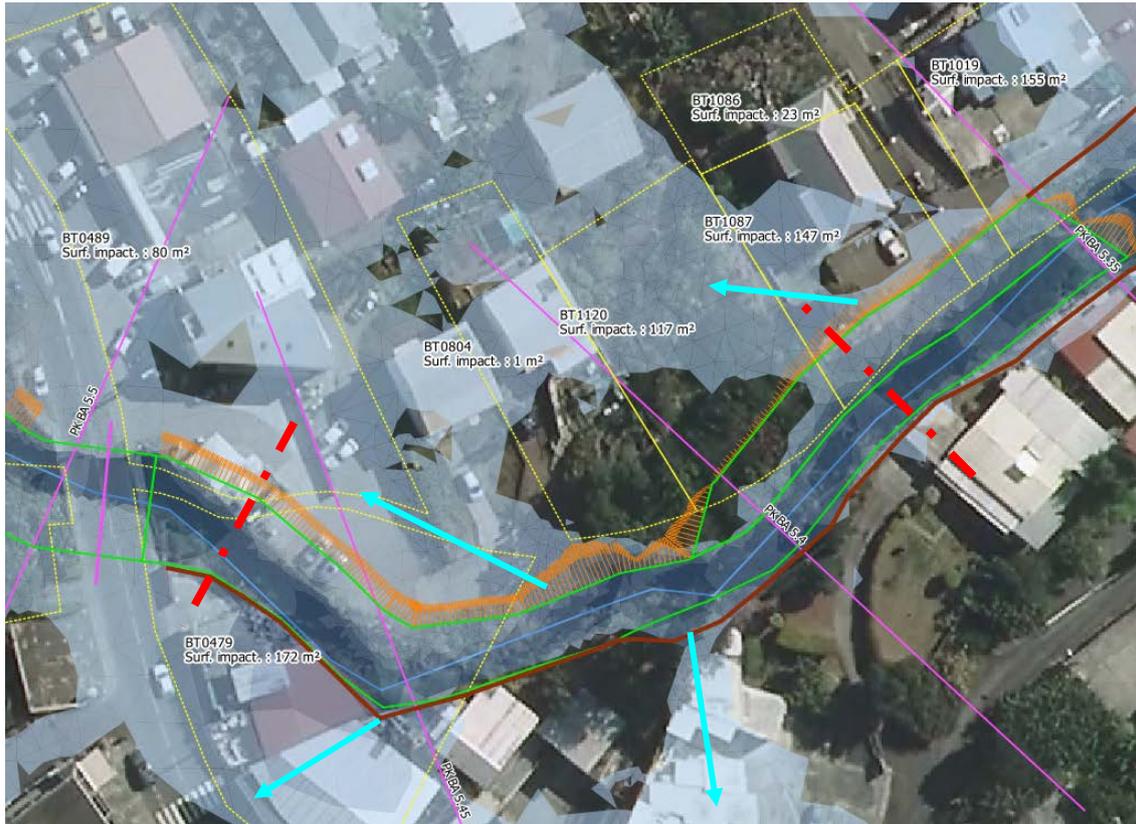


Figure 48 : Implantation de l'aménagement n°BA8 (partie aval)

Cet aménagement implique la réduction du parking et le déplacement du commerce ambulante situé sur ce parking. Les accès aux habitations devront également être réduits tout en gardant une possibilité d'accès.

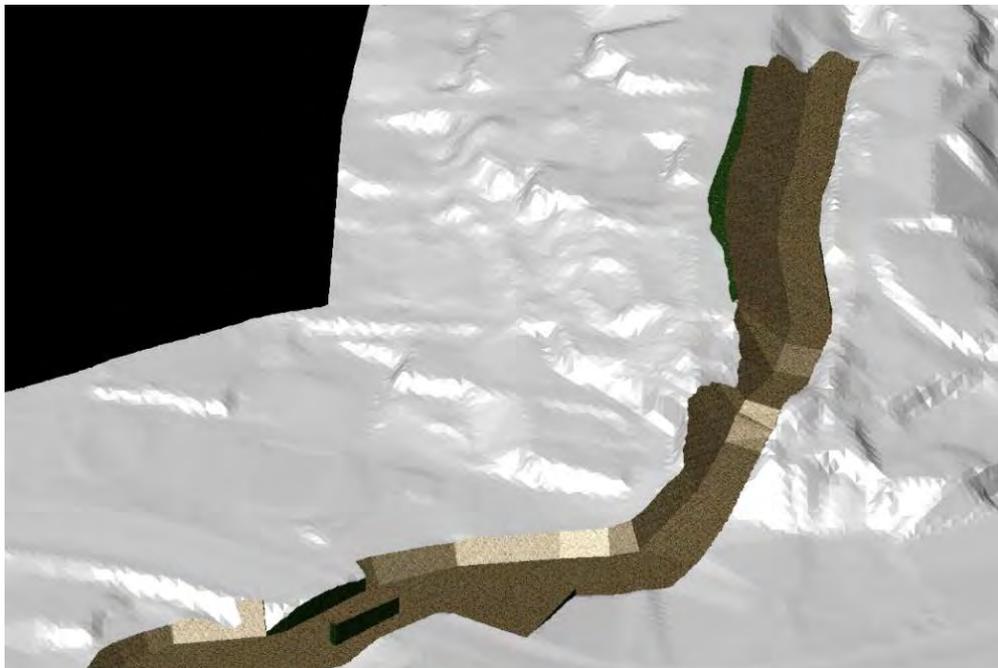


Figure 49 : Intégration de l'aménagement n°BA8 (partie aval) dans le MNT projet – vue 3D

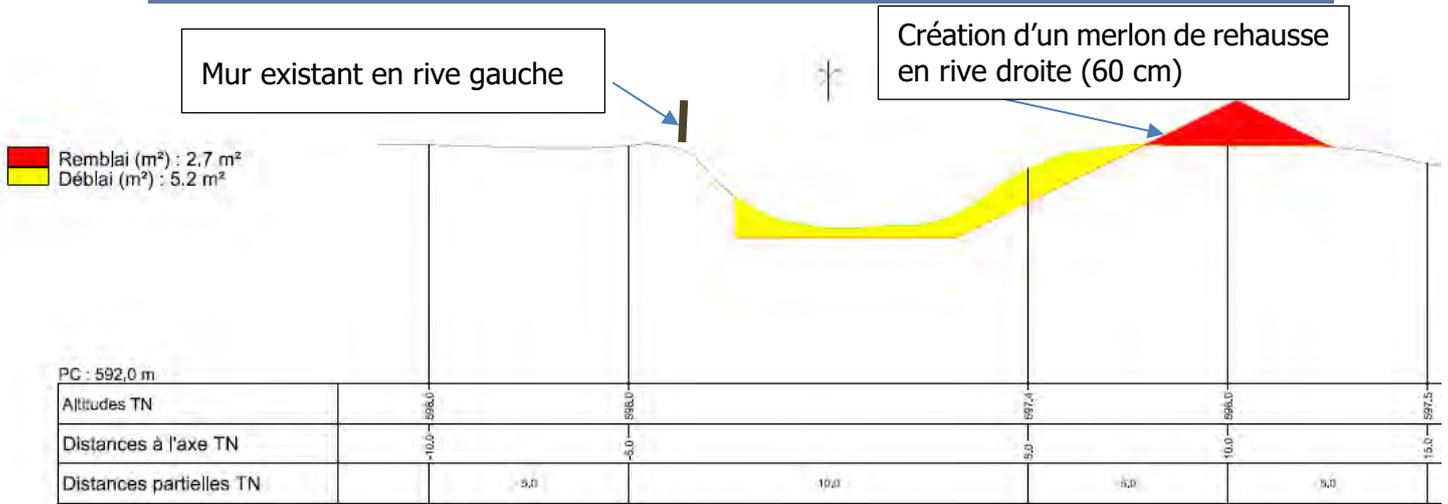


Figure 50 : Profil type 1 de l'aménagement n°BA8

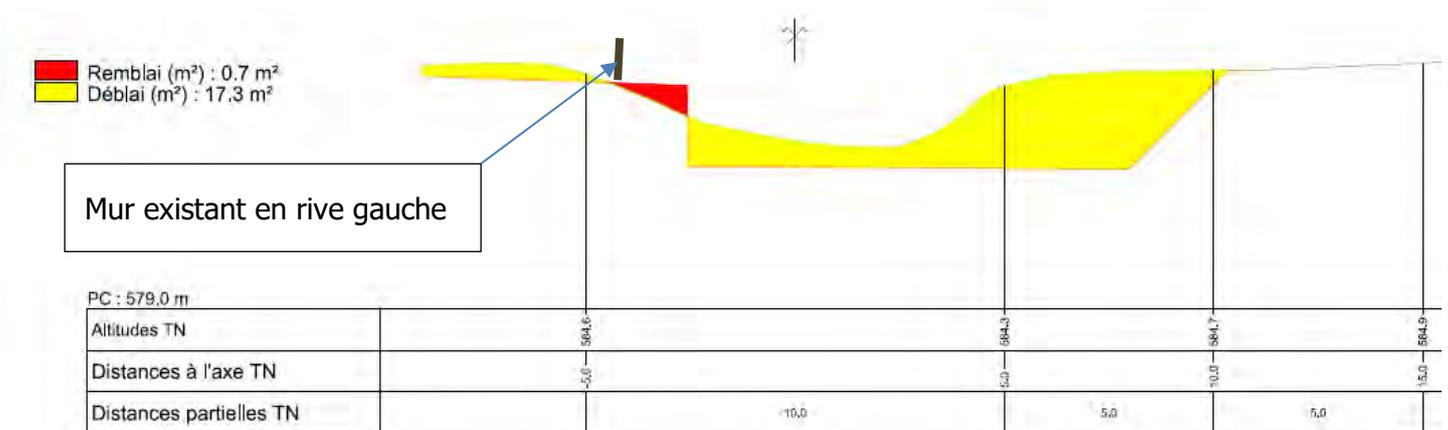


Figure 51 : Profil type 2 de l'aménagement n°BA8



3.2.9. Aménagement n°BA9 - Redimensionnement du pont de la RD3 (rue Hubert Delisle) – 585 mNGR – PK BA 5,100

Aujourd'hui le pont présente un débit capable compris entre 31 m³/s avec une section hydraulique estimée à 10 m². La section hydraulique de cet ouvrage est très limitante. Ce pont est un verrou hydraulique et crée des débordements importants en rive droite et en rive gauche.

Dans la continuité de l'aménagement n°8, le pont sera redimensionné en élargissant sa section hydraulique.



Figure 52 : Vue de dessus sur la configuration des berges au droit du pont RD3 à l'état initial (à gauche) et à l'état projeté (à droite)

La proposition d'aménagement consiste à redimensionner ce pont avec une section de 29 m² en réalisant une pile de pont centrale de 1 m de largeur.

Ainsi, la capacité du pont proposé est de 88 m³/s.

Cet aménagement nécessitera de :

- détruire l'ouvrage existant,
- dérocter les berges en rive droite et rive gauche,
- créer le nouvel ouvrage avec des entonnements à l'amont et à l'aval sur les 2 rives.

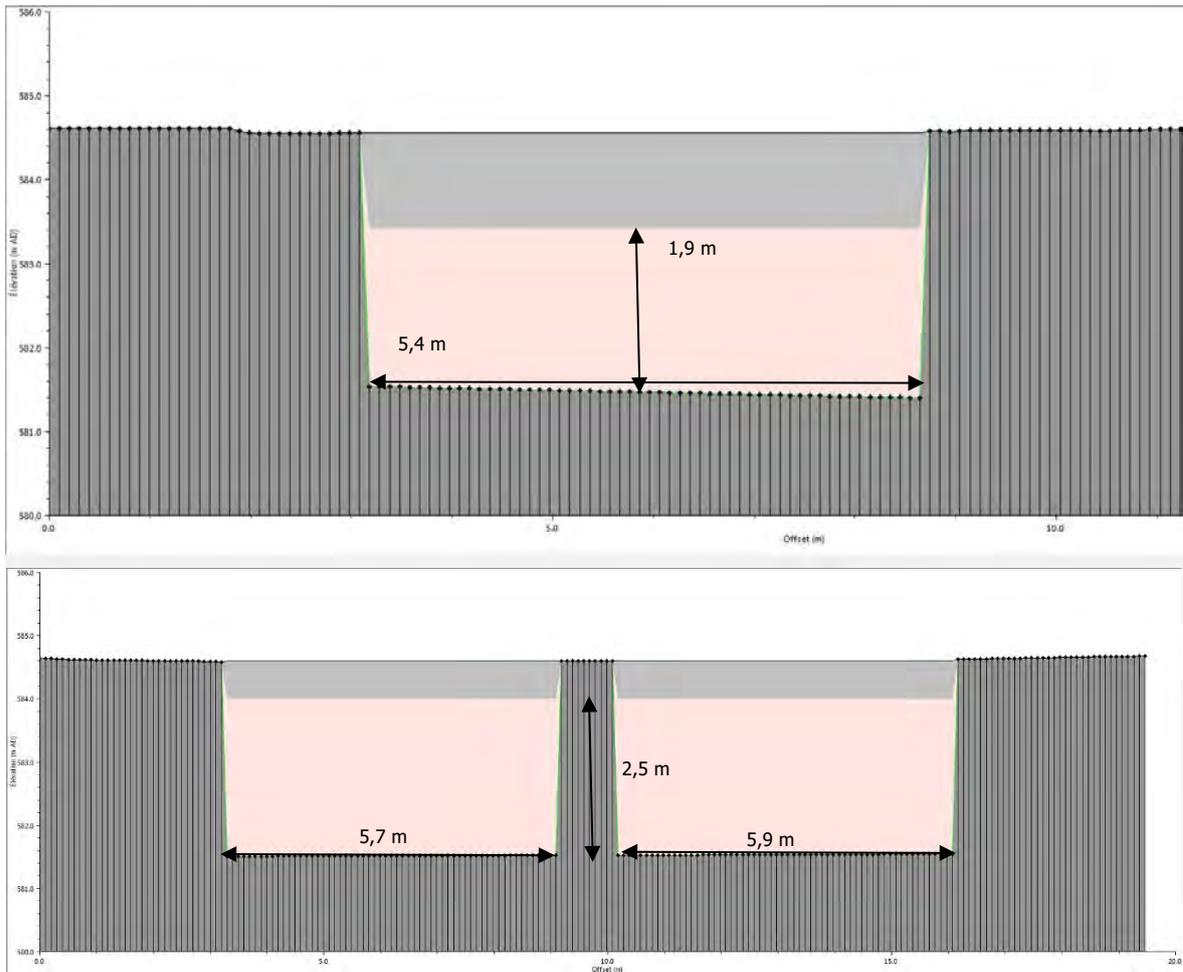


Figure 53 : Comparaison des profils en travers du pont injectés dans ICM à l'état initial (en haut) et du pont à l'état projet (en bas)

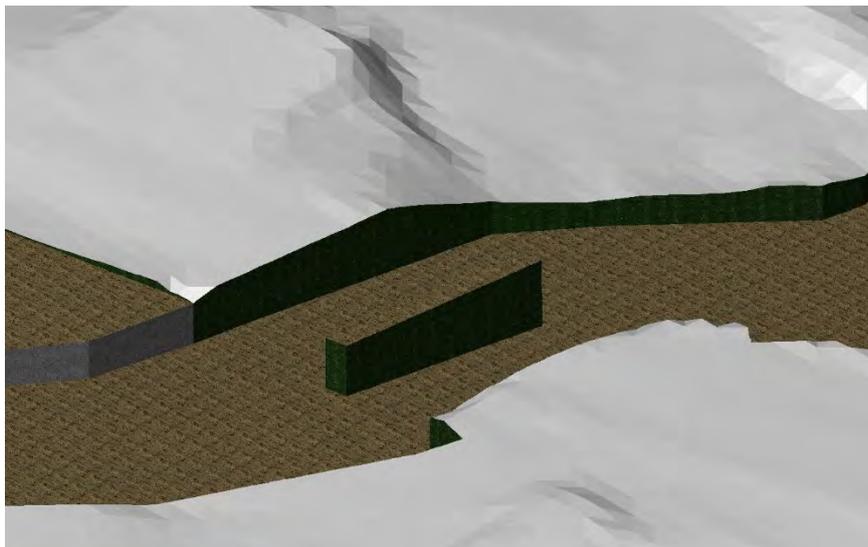


Figure 54 : Intégration de la pile de pont - aménagement n°BA9 dans le MNT projet – vue 3D

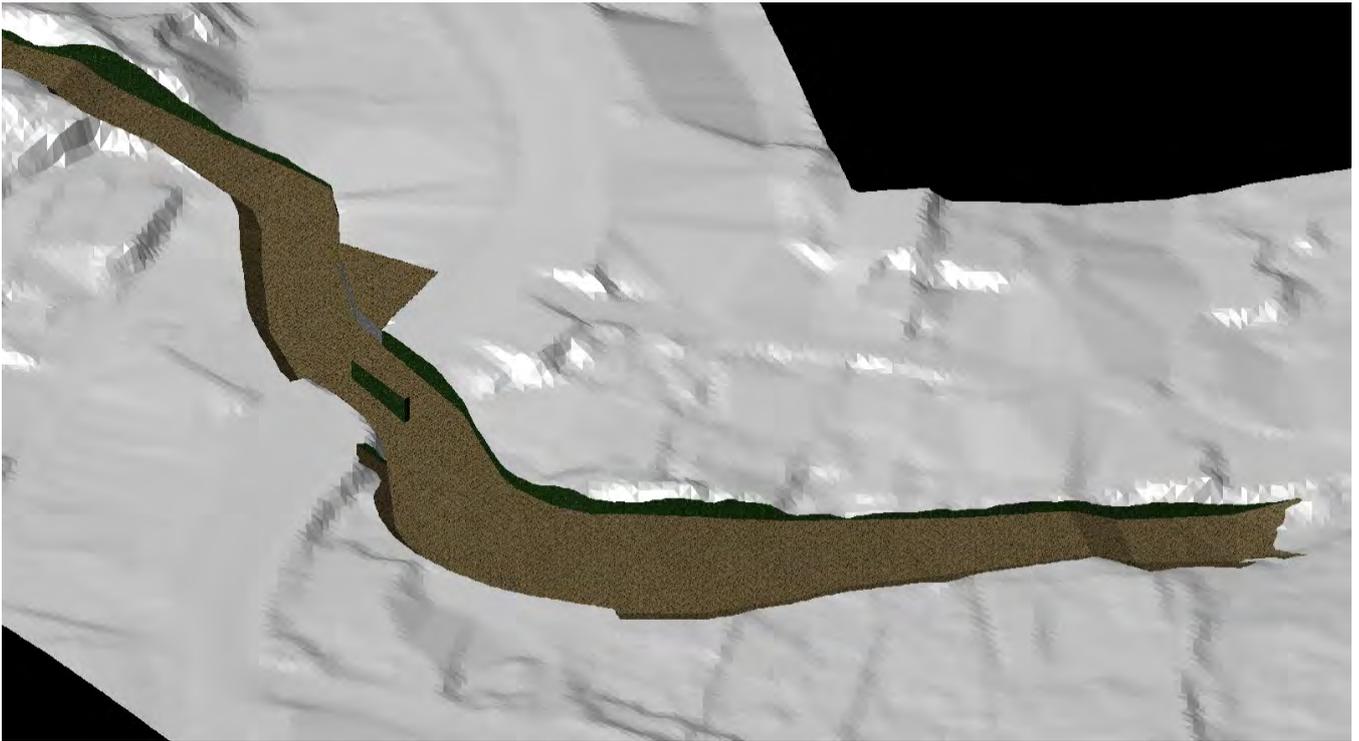


Figure 56 : Intégration de l'aménagement n°BA10 dans le MNT projet – vue 3D

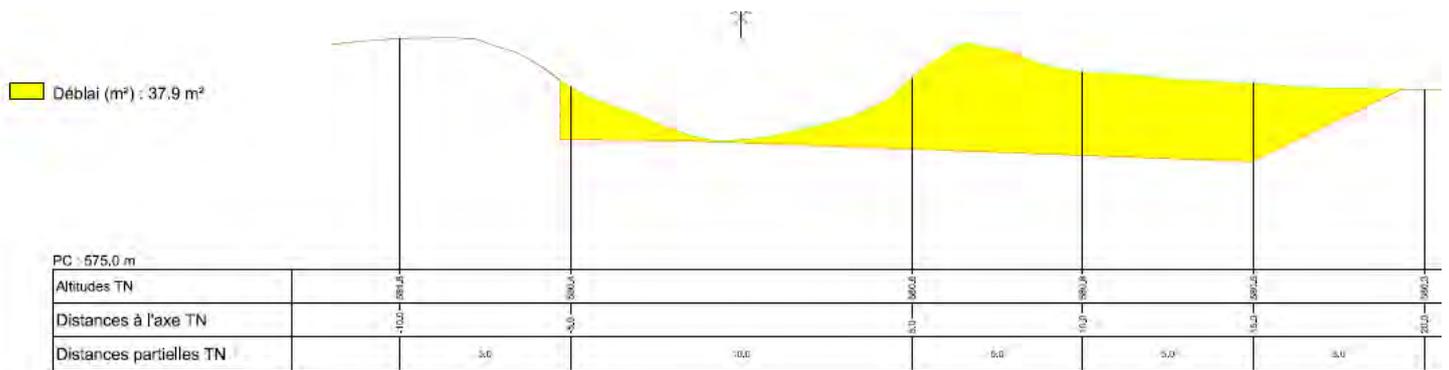


Figure 57 : Profil type de l'aménagement n°BA10



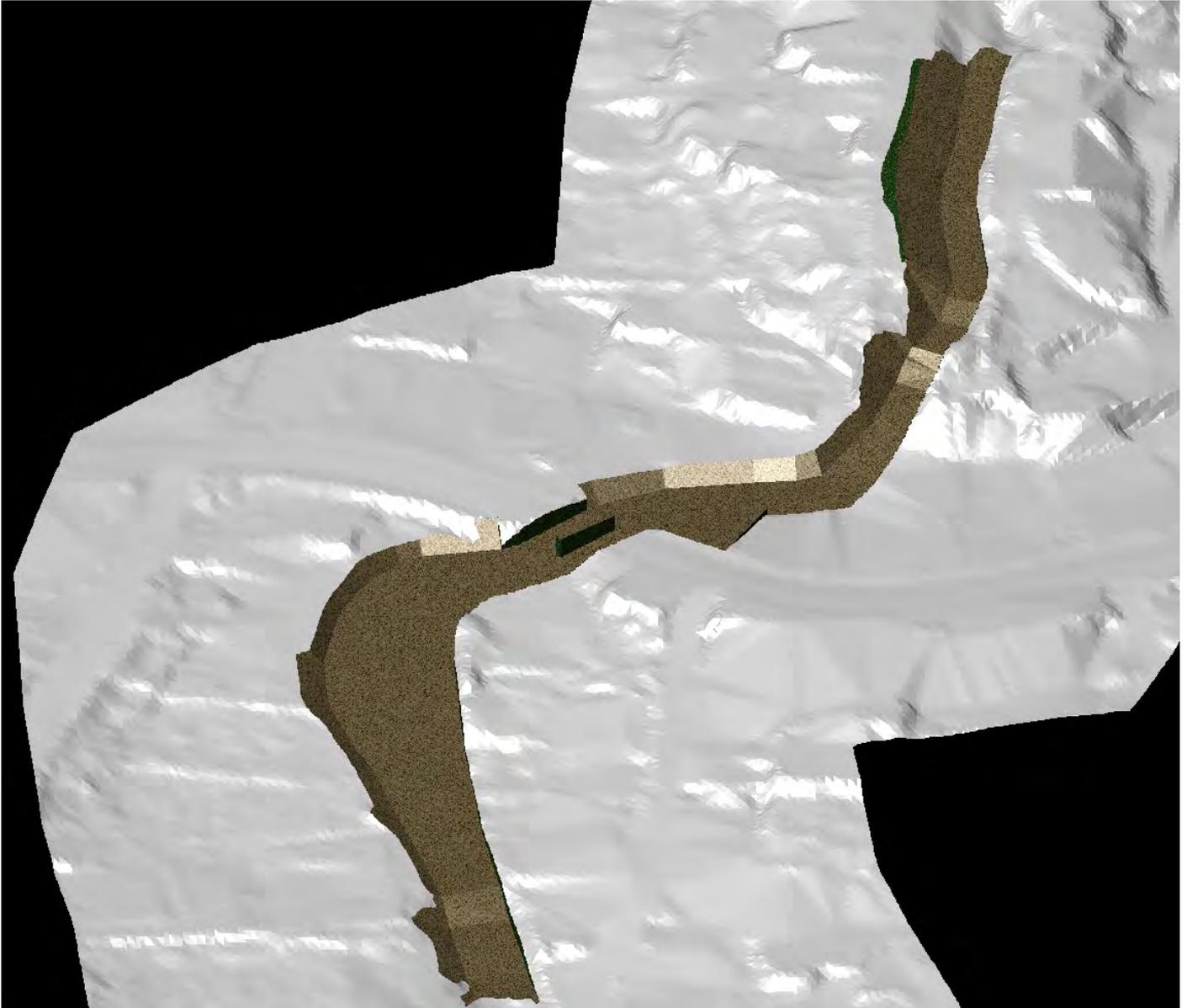


Figure 58 : Intégration des aménagements n°BA8 à BA10 dans le MNT projet – vue 3D de l'ensemble

3.2.11. Aménagement n°BA11 - Recalibrage du lit de l'altitude 567 à 560 mNGR – du PK BA 5,700 au PK BA 5,800

Le délestage du débit ne permet pas de supprimer les débordements en rive droite et rive gauche. Il convient donc de réaliser un aménagement pour supprimer ce débordement.

L'aménagement proposé consiste en la création d'une banquette en rive droite et en rive gauche permettant d'adoucir la courbe de l'extrados, d'augmenter la capacité du lit mineur et de confiner les écoulements. Les principales caractéristiques de ces banquettes sont les suivantes :

- Largeur constante (sauf aux raccordements progressifs amont et aval) de manière à déporter les pieds de talus, en rive droite de 5 m par rapport au fil d'eau et en rive gauche de 5 à 8 m par rapport au fil d'eau,

- Côte d'arase de la banquette variable, calée sur le fil d'eau de la ravine,
- Longueur totale de l'aménagement de 63 m en rive droite et 110 m en rive gauche,
- Re-talutage des berges suivant un fruit de 2H/1V jusqu'à l'arase du TN actuel.

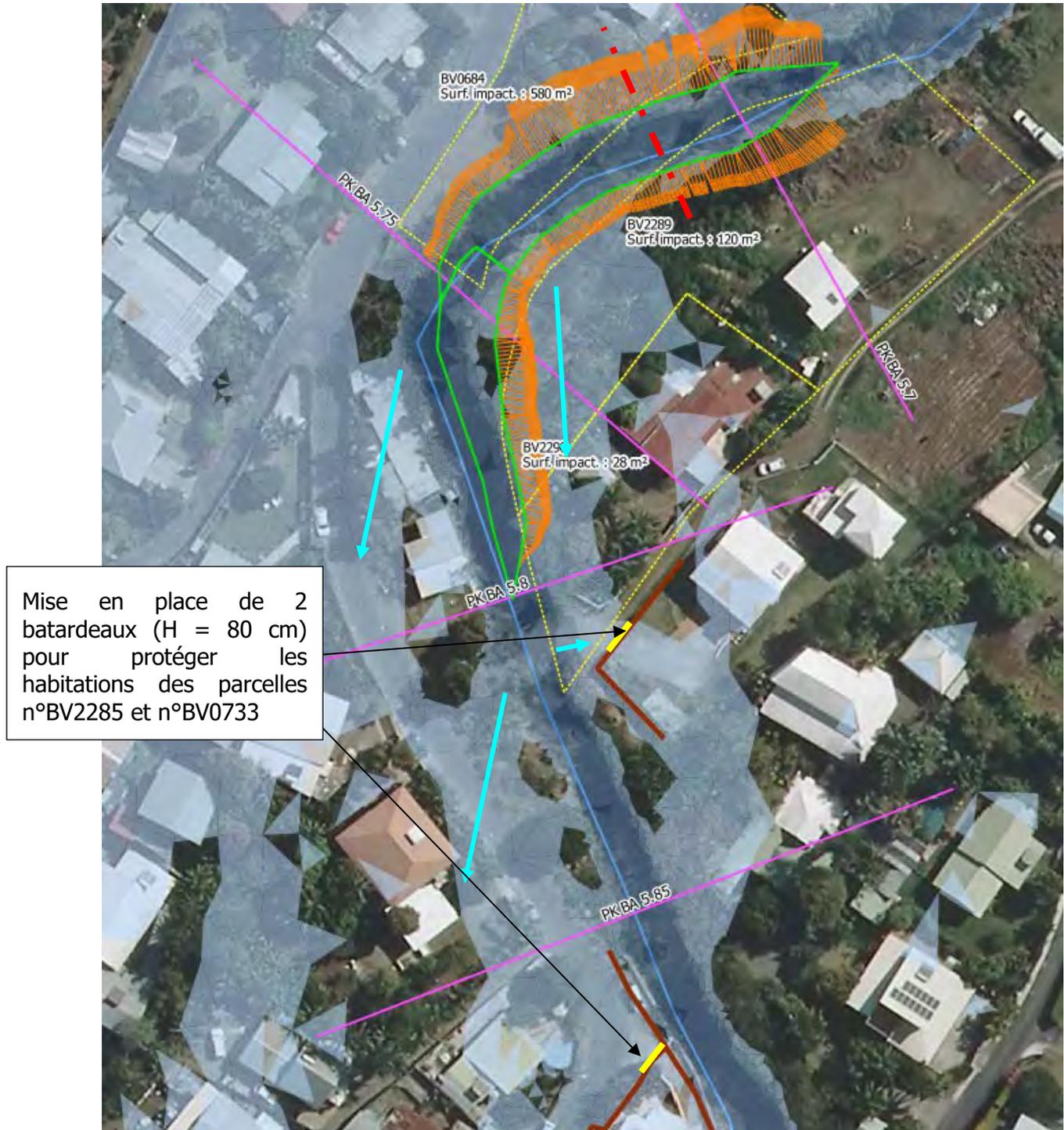


Figure 59 : Implantation de l'aménagement n°BA11



Cet aménagement pourrait être complété par la mise en place de deux batardeaux pour diminuer la vulnérabilité de ces deux habitations (parcelles n°BV2285 et n°BV0733 plus en aval) face aux inondations.

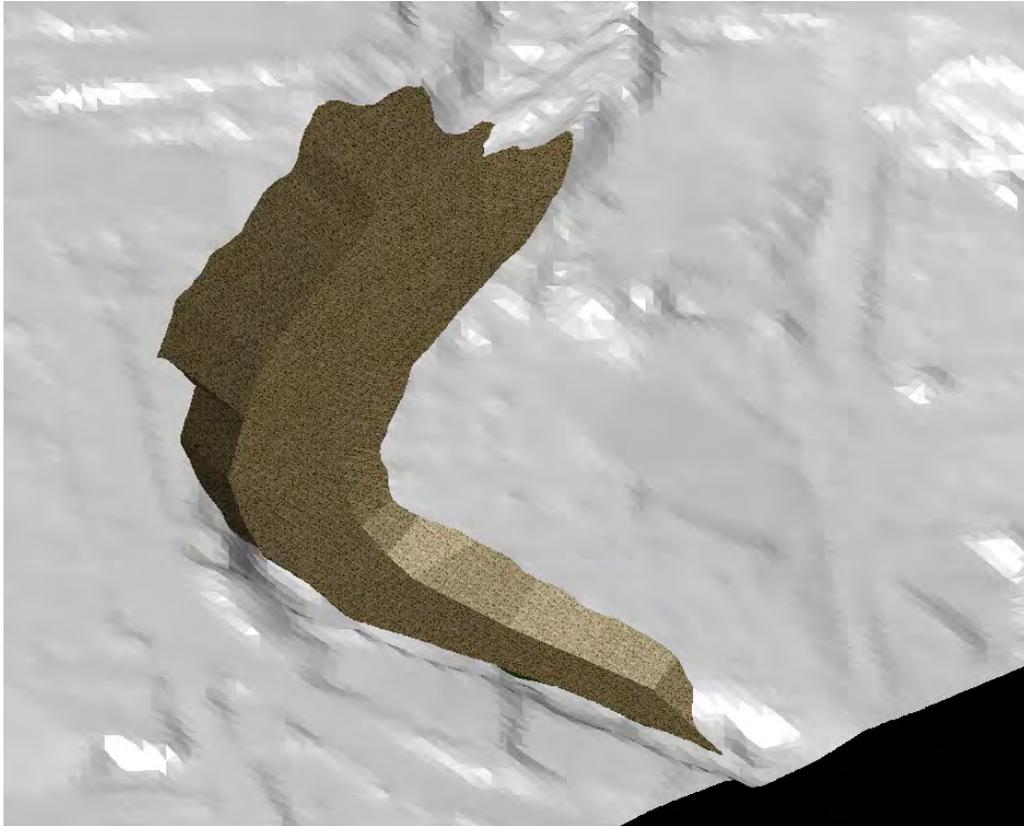


Figure 60 : Intégration de l'aménagement n°BA11 dans le MNT projet – vue 3D

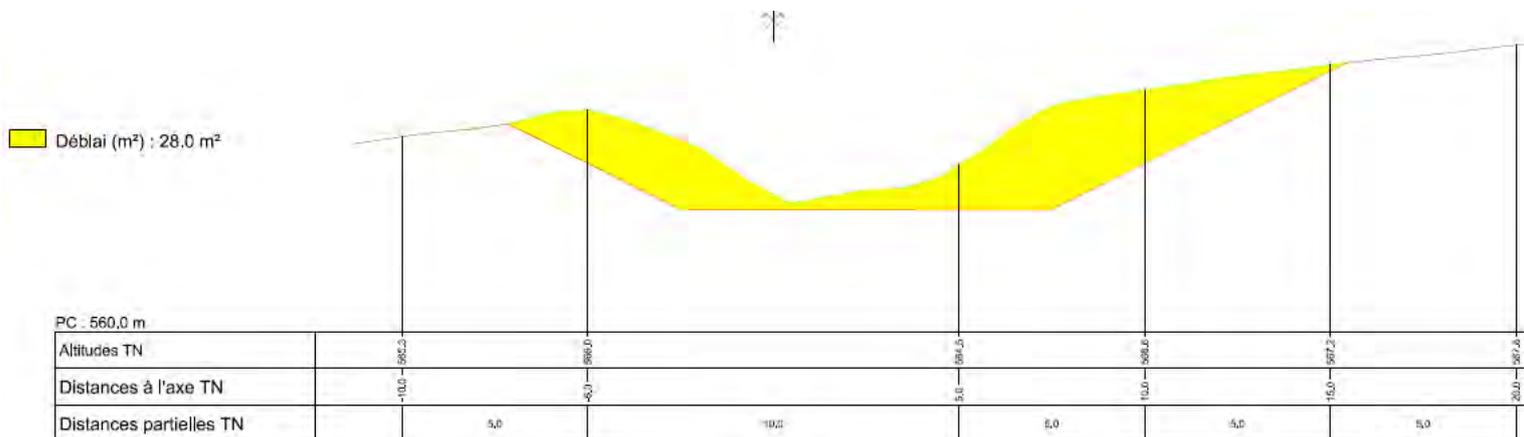


Figure 61 : Profil type de l'aménagement n°BA11

3.2.12. Aménagement n°BA12 - Création d'un mur moellons de rehausse de la crête de berge et mise en place d'un batardeau - altitude 550 à 542 mNGR – du PK BA 5,900 au PK BA 6,000 –

Le radier rue Edmond Rostand génère des débordements en rive gauche et en rive droite. Afin de pallier à ces débordements, un aménagement léger est proposé :

- Création d'un mur moellon de rehausse de la crête de berge d'une hauteur de 80 cm et d'une longueur de 85 m en rive gauche,
- Mise en place d'un batardeau d'une hauteur de 80 cm pour l'habitation située sur la parcelle n°BV1160 en rive droite.

Ainsi les débordements en rive droite ne sont pas supprimés mais réorientés vers le bras d'Antoine par la mise en place du batardeau. Cet aménagement ne présente pas d'impact foncier.

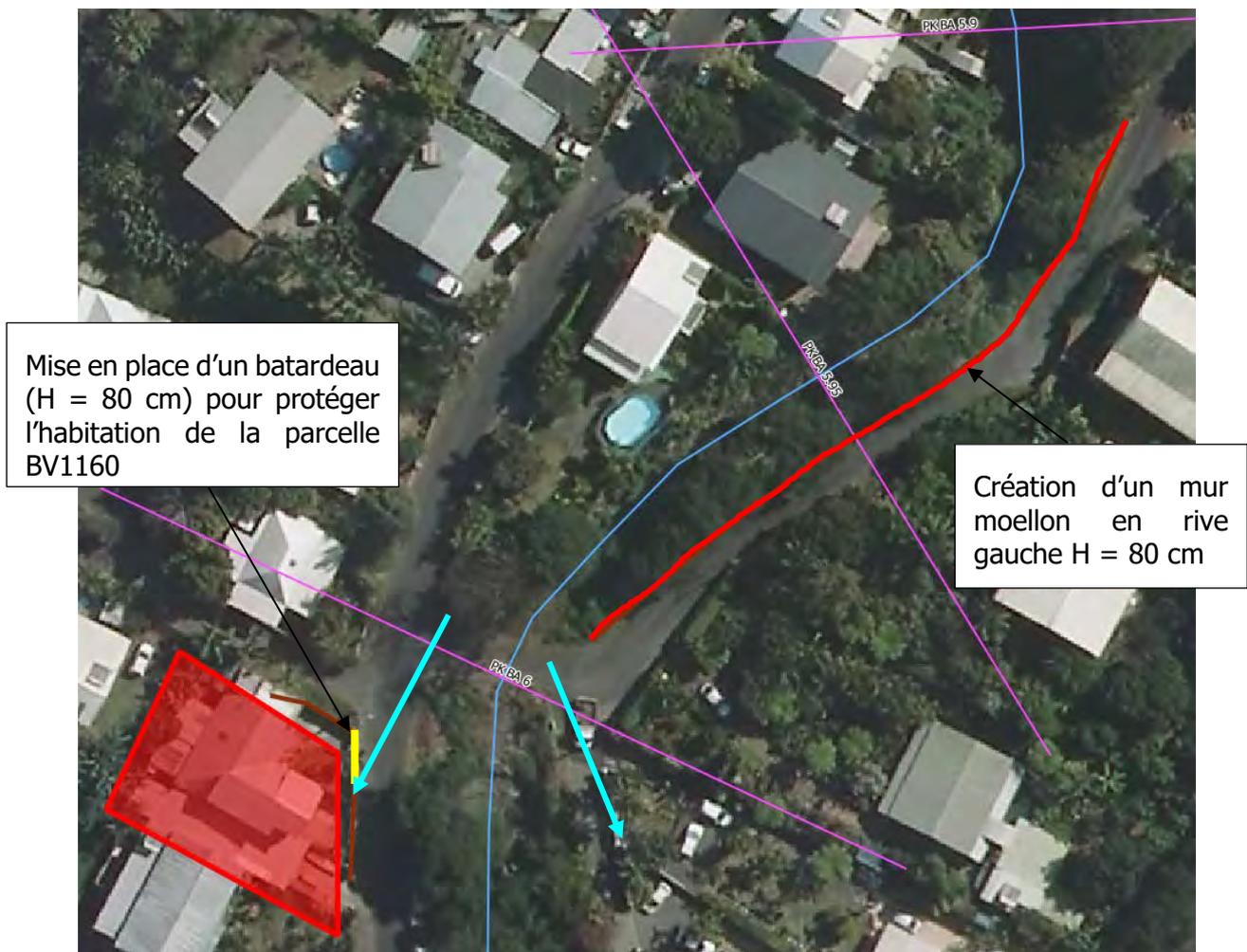


Figure 62 : Implantation du mur moellon en rive gauche et du batardeau en rive droite – aménagement n°BA12

3.2.13. Aménagement n°BA13 - Recalibrage du lit de l'altitude 526 à 523 mNGR – du PK BA 6,150 au PK BA 6,250

Le délestage du débit ne permet pas de supprimer les débordements en rive gauche. Il convient donc de réaliser un aménagement pour supprimer ce débordement.

L'aménagement proposé consiste en la création d'une banquette en rive droite permettant d'augmenter la capacité du lit mineur et de confiner les écoulements. Les principales caractéristiques de cette banquette sont les suivantes :

- Largeur constante (sauf aux raccordements progressifs amont et aval) de manière à déporter le pied de talus rive droite de 10 m par rapport au fil d'eau,
- Côte d'arase de la banquette variable, calée sur le fil d'eau de la ravine,
- Longueur totale de l'aménagement de 77 m (au droit de l'impasse René Descartes),
- Re-talutage de la berge suivant un fruit de 2H/1V jusqu'à l'arase du TN actuel.



Figure 63 : Implantation de l'aménagement n°BA13

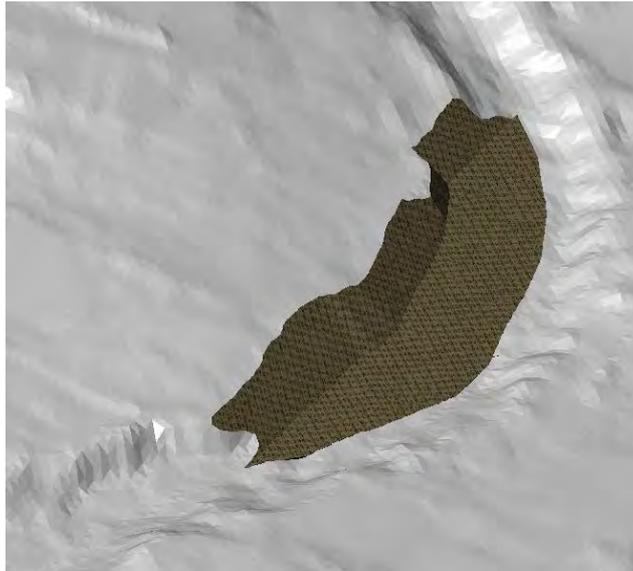


Figure 64 : Intégration de l'aménagement n°BA13 dans le MNT projet – vue 3D

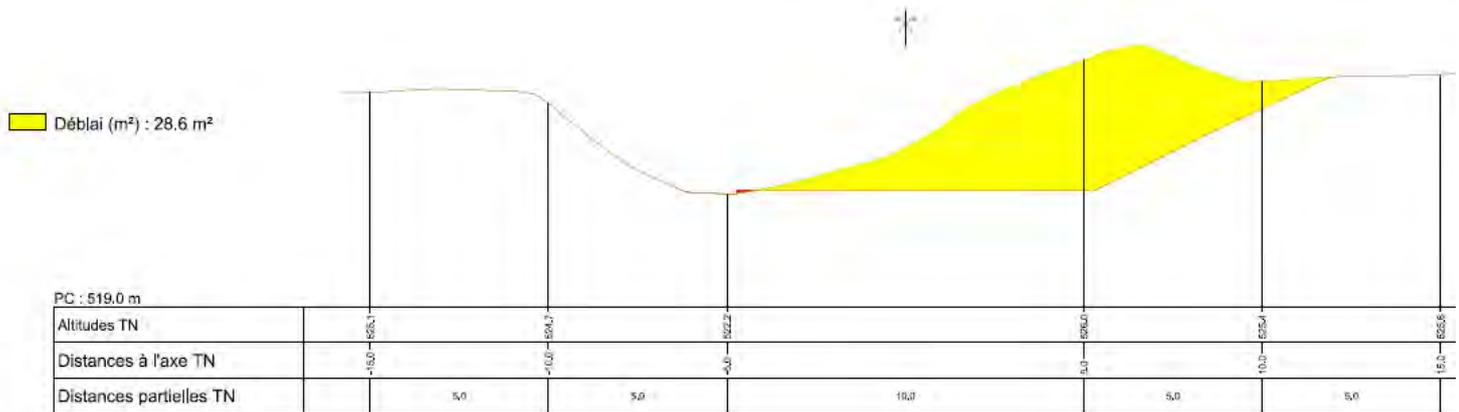


Figure 65 : Profil type de l'aménagement n°BA13



3.2.14. Aménagement n°BA14 - Recalibrage du lit de l'altitude 508 à 495 mNGR – du PK BA 6,550 au PK BA 6,750 –

Le radier situé impasse Nelson Lebon génère des débordements en rive gauche et en rive droite. De plus juste à l'amont de ce radier, un bras de décharge naturel existe. Ce bras de décharge marqué sur 300 m en aval présente ensuite des discontinuités hydrauliques et le lit mineur de ce bras de décharge disparaît complètement à l'altitude 468 mNGR. Le rétablissement de la continuité hydraulique de ce bras nécessiterait des aménagements conséquents avec la suppression de 2 ou 3 maisons ainsi que la réalisation d'un ouvrage de traversée sur la RD400. Par conséquent, pour une crue tricennale, il a été proposé de ne pas activer ce bras de décharge et d'adapter la capacité hydraulique du lit mineur du Bras d'Antoine en conséquence à l'aval du radier jusqu'à la RD400.

Pour pallier à ces dysfonctionnements hydrauliques, l'aménagement proposé, à l'amont du radier, consiste à en la création de banquettes en rive droite et en rive gauche permettant d'augmenter la capacité du lit mineur et de confiner les écoulements. Les principales caractéristiques de cette banquette sont les suivantes :

- Banquette rive droite :
 - Largeur constante (sauf aux raccordements progressifs amont et aval) de manière à déporter le pied de talus rive droite de 9,5 m par rapport au fil d'eau,
 - Côte d'arase de la banquette variable, calée sur le fil d'eau de la ravine,
 - Longueur totale de l'aménagement de 161 m,
 - Re-talutage de la berge suivant un fruit de 2H/1V jusqu'à l'arase du TN actuel.
- Banquette rive gauche :
 - Largeur constante (sauf aux raccordements progressifs amont et aval) de manière à déporter le pied de talus rive droite de 7 m par rapport au fil d'eau,
 - Côte d'arase de la banquette variable, calée sur le fil d'eau de la ravine,
 - Longueur totale de l'aménagement de 40 m,
 - Re-talutage de la berge suivant un fruit de 2H/1V jusqu'à l'arase du TN actuel.

Au droit du radier, nous proposons d'équiper cet ouvrage de 3 buses Ø600 mm afin de permettre aux habitants d'accéder à leur habitation lorsque des événements pluvieux inférieurs à une crue tricennale se produisent. De plus, l'enrochement libre existant au droit du début du bras de décharge sera surélevé de 60 cm pour empêcher l'activation du bras de décharge pour Q_{30} mais permettant l'activation du bras pour une crue supérieure à Q_{30} .

En aval du radier, l'aménagement proposé consiste à en la création de banquettes en rive droite et en rive gauche permettant d'augmenter la capacité du lit mineur et de confiner les écoulements. Les principales caractéristiques de ces banquettes sont les suivantes :

- Largeur constante (sauf aux raccordements progressifs amont et aval) de manière à déporter les pieds de talus de 3 m de part et d'autre du fil d'eau,



- Côte d'arase de la banquette variable, calée sur le fil d'eau de la ravine,
- Longueur totale de l'aménagement de 43 m en rive droite et 110 m en rive gauche,
- Re-talutage des berges suivant un fruit de 1H/1V jusqu'à l'arase du TN actuel,
- Déroctage du lit mineur sur une longueur de 40 m environ afin d'augmenter la section hydraulique en respectant une pente de 13,6 %. La pente rattrapera le terrain naturel au droit de la chute actuelle.

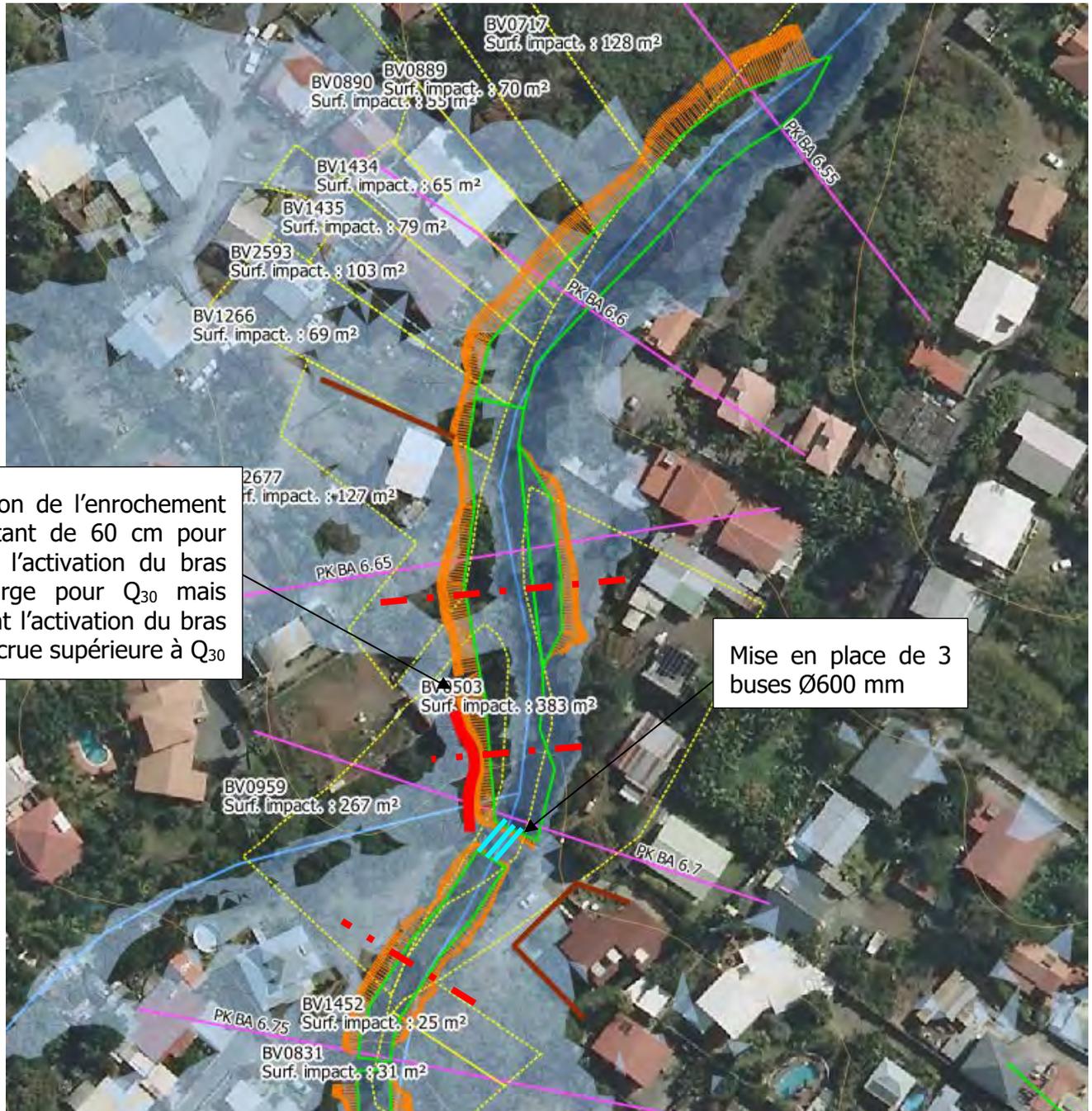


Figure 66 : Implantation de l'aménagement n°BA14





Figure 67 : Intégration de l'aménagement n°BA14 (à l'amont du radier) dans le MNT projet – vue 3D

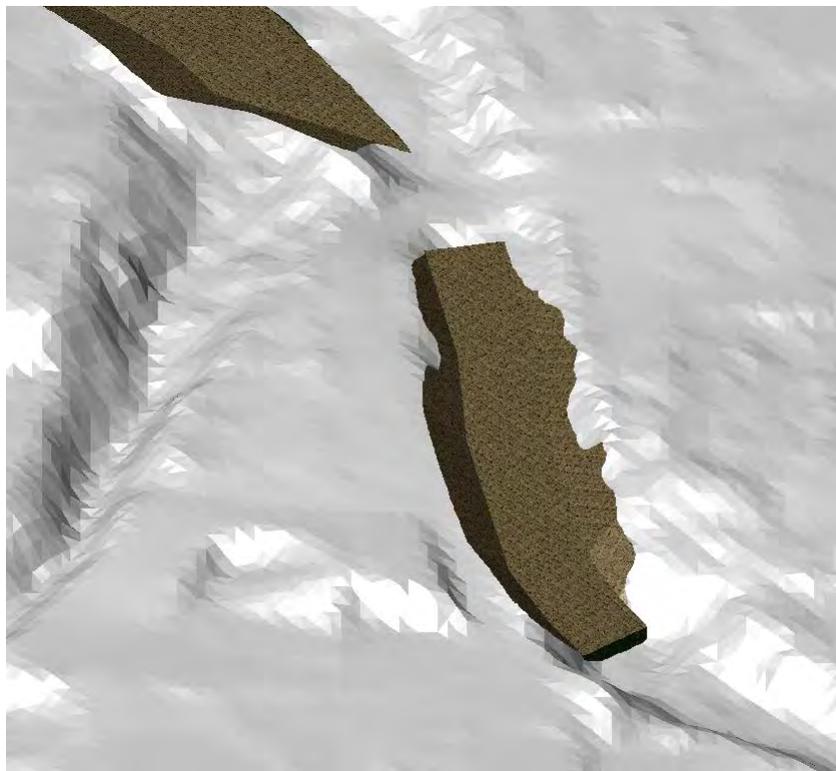


Figure 68 : Intégration de l'aménagement n°BA14 (à l'aval du radier) dans le MNT projet – vue 3D

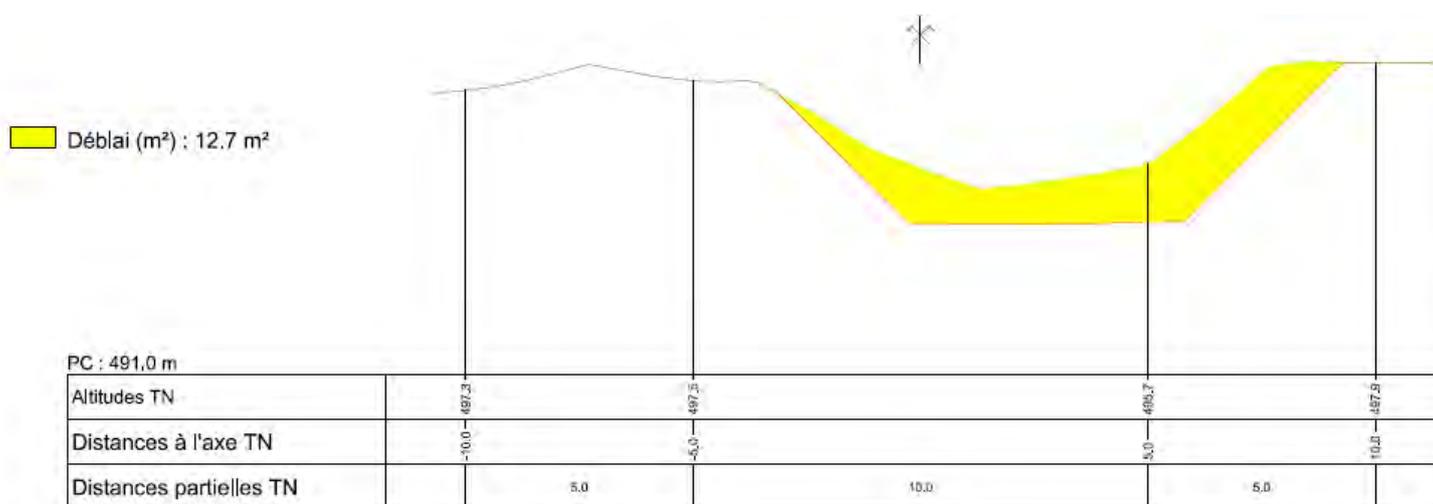


Figure 72 : Profil type 3 de l'aménagement n°BA14 (aval du radier)

3.2.15. Aménagement n°BA15 - Recalibrage du lit de l'altitude 494 à 450 mNGR – du PK BA 6,750 au PK BA 7,200 (RD400)

À partir de l'altitude 494 mNGR, le lit mineur du bras d'Antoine est sous-dimensionné et ceux jusqu'à la RD400.

L'aménagement proposé consiste de créer un élargissement permettant d'augmenter la capacité du lit mineur et de confiner les écoulements. Les principales caractéristiques de l'élargissement sont les suivantes :

- Largeur constante (sauf aux raccordements progressifs amont et aval) de manière à déporter les pieds de talus rive droite et en rive gauche de 3 m de part et d'autre du fil d'eau,
- Côte d'arase de la banquette variable, calée sur le fil d'eau de la ravine, sauf en aval du PKBA 7,125 à la RD400 où un déroctage sur une longueur de 100 m sera réalisé suivant le profil en long indiqué page suivante,
- Longueur totale de l'aménagement de 477 m,
- Re-talutage des berges suivant un fruit de 1H/1V jusqu'à l'arase du TN actuel. En fonction de la largeur du lit mineur, plusieurs portions de l'aménagement ne comprennent pas de re-talutage. Ces portions sont localisées sur la vue en plan (absence de talus) ci-dessous.





Figure 73 : Implantation de l'aménagement n°BA15





Figure 74 : Intégration de l'aménagement n°BA15 dans le MNT projet – vue 3D



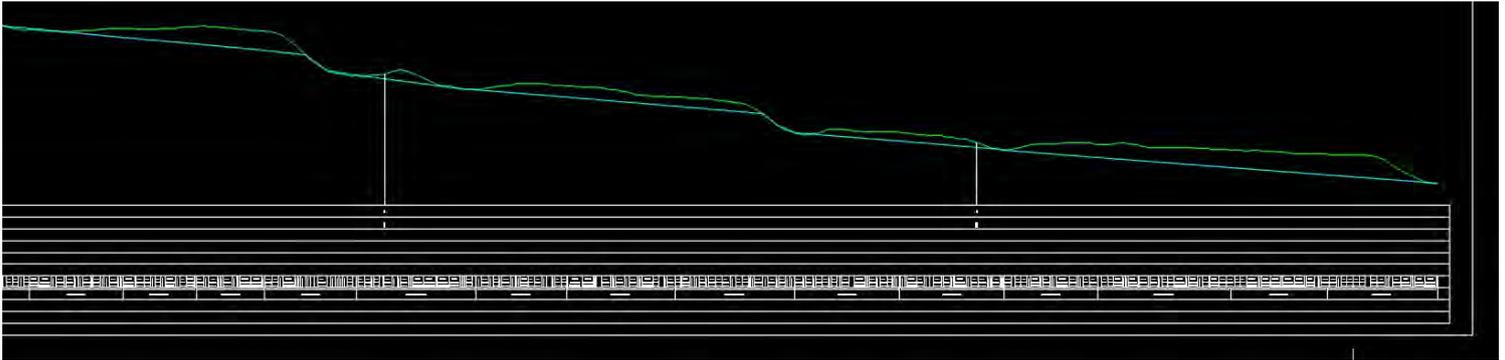


Figure 75 : Profil en long au droit de la partie déroctée – aménagement n°BA15



Figure 76 : Profil type 1 de l'aménagement n°BA15

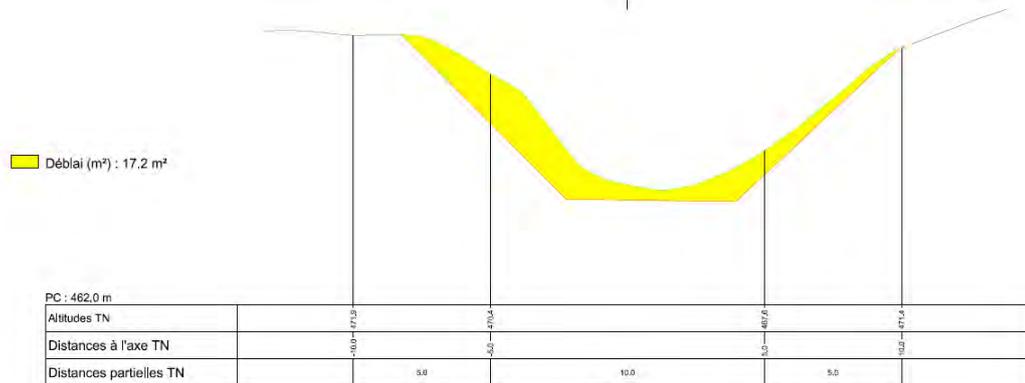


Figure 77 : Profil type 2 de l'aménagement n°BA15

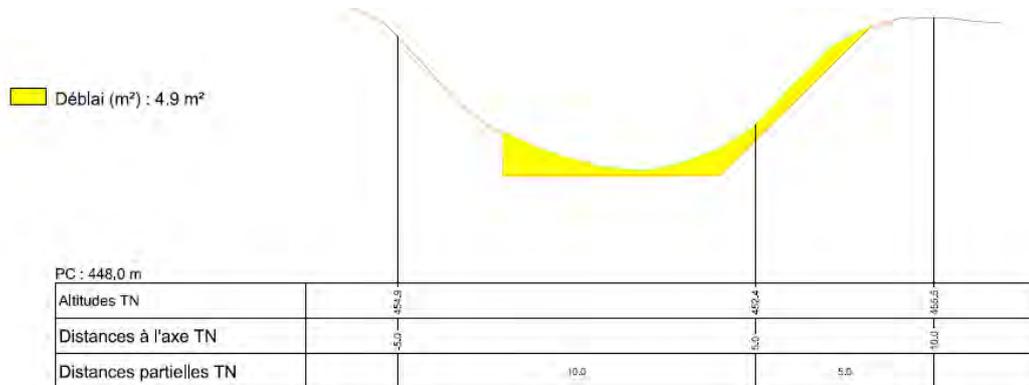


Figure 78 : Profil type 3 de l'aménagement n°BA15



3.2.16. Aménagement n°BA16 - Recalibrage du lit de l'altitude 436 à 425 mNGR – du PK BA 7,450 au PK BA 7,600

Cet aménagement est situé en dessous de la ligne des quatre Cents sur la commune de Saint-Pierre. Il est proposé pour supprimer un débordement en rive droite qui existe malgré le délestage. L'aménagement proposé consiste en la création d'une banquette en rive droite permettant d'augmenter la capacité du lit mineur et de confiner les écoulements. Les principales caractéristiques de cette banquette sont les suivantes :

- Largeur constante (sauf aux raccordements progressifs amont et aval) de manière à déporter le pied de talus rive droite créé de 5 m par rapport au fil d'eau du lit mineur,
- Côte d'arase de la banquette variable, calée sur le fil d'eau de la ravine,
- Longueur totale de l'aménagement de 150 m,
- Re-talutage de la berge suivant un fruit de 2H/1V jusqu'à l'arase du TN actuel.



Figure 79 : Implantation de l'élargissement du lit en rive gauche – aménagement n°BA16



Figure 80 : Intégration de l'aménagement n°BA16 dans le MNT projet – vue 3D

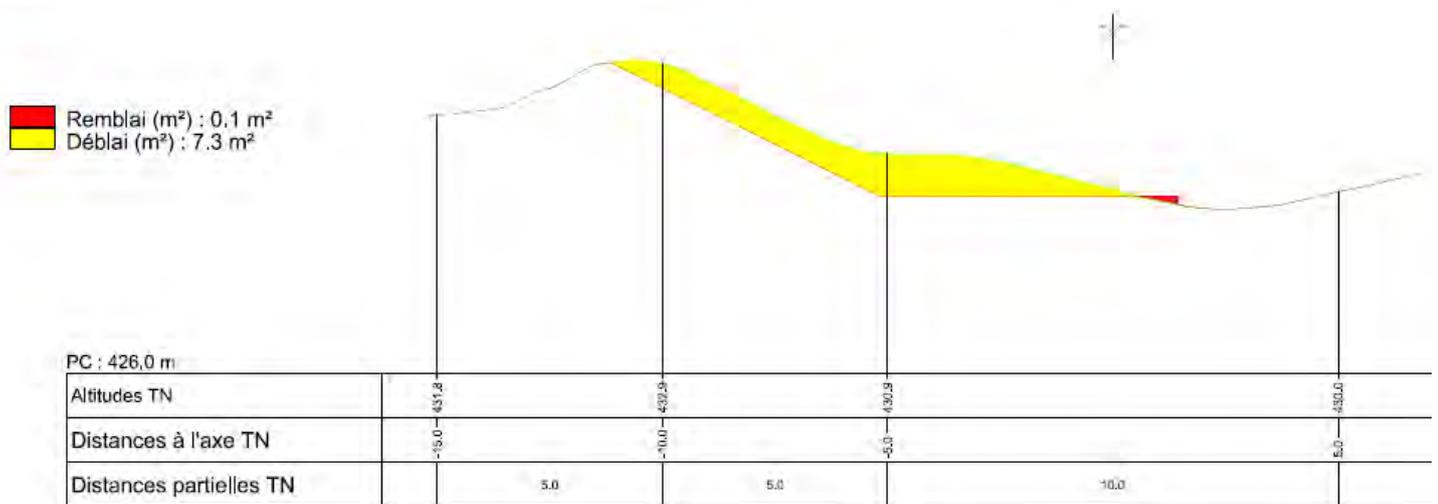


Figure 81 : Profil type de l'élargissement du lit – aménagement n°BA16



3.3. AMENAGEMENTS RAVINE DES CABRIS

Les aménagements proposés ont été dimensionnés pour une crue Q_{100} délestée soit un débit de $155 \text{ m}^3/\text{s}$ à l'entrée amont du modèle. Les figures suivantes localisent les aménagements à réaliser sur le bras d'Antoine.



Figure 82 : Localisation des aménagements proposés sur la ravine des Cabris du PK RC 1,350 au PK RC 3,450



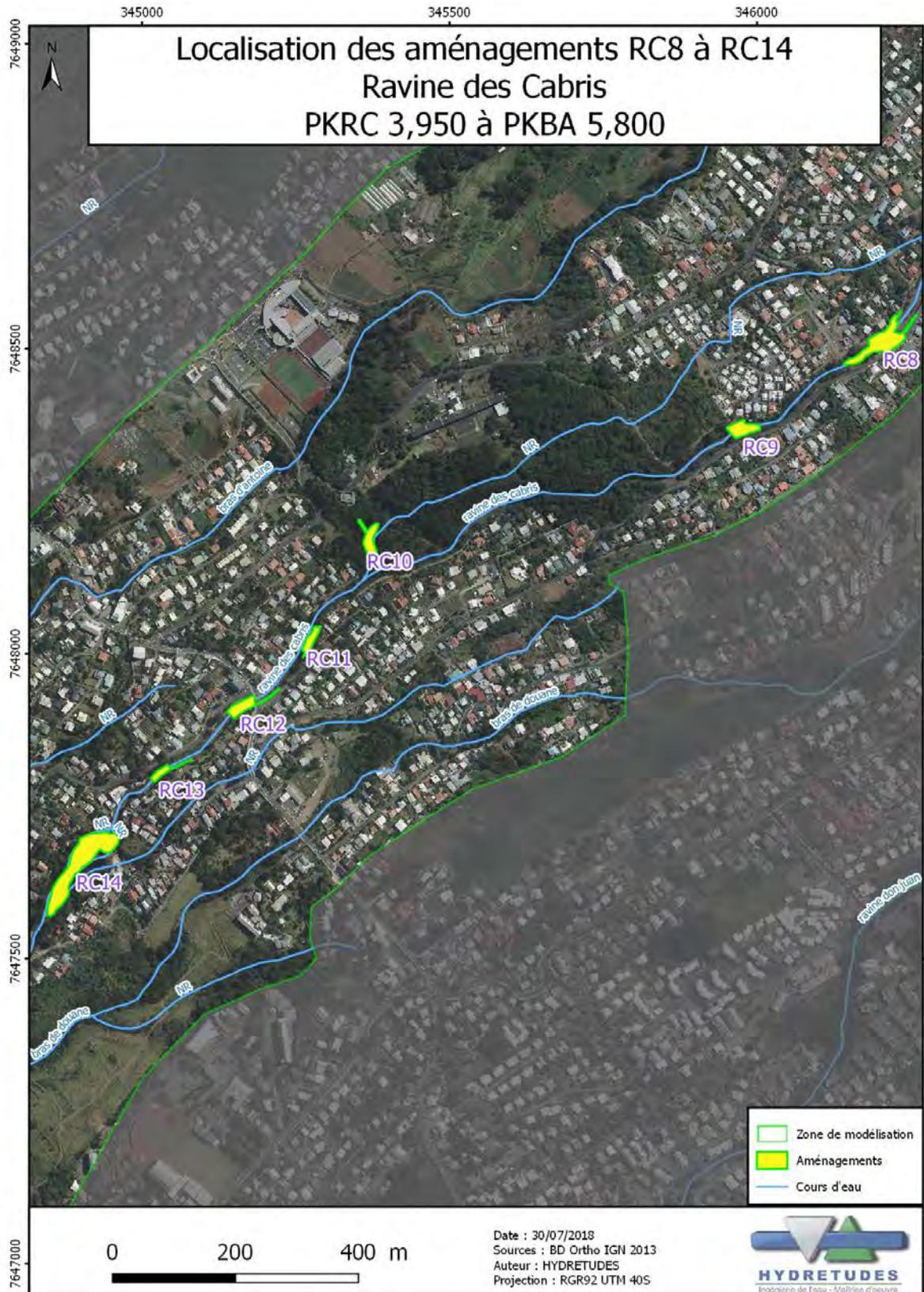


Figure 83 : Localisation des aménagements proposés sur la ravine des Cabris du PK RC 3,950 au PK RC 5,800



Dans la suite du chapitre, les aménagements sont décrits selon cette légende :

	Cours d'eau		
	Point Kilométrique Bras d'Antoine		
	Parcelles impactées par le projet		
	Talus projet		
	Recalibrage du lit mineur		
	Murs existants		
	Murs à créer		
	Débordement		
	Implantation profil en travers type		

		Hauteur d'eau (m) - Q100 délesté - 155 m ³ /s	
	0.05 - 0.500		
	0.501 - 1.000		
	1.001 - 2.000		
	2.001 - 5.000		
	>5 m		

Figure 84 : Légende utilisée pour la description des aménagements - vues en plan (niveau étude de faisabilité) – ravine des Cabris

Afin de justifier chaque aménagement, les hauteurs d'eau pour une crue délestée Q₁₀₀ sont affichées pour chaque aménagement.

Les surfaces des parcelles impactées par le projet ont été déterminées via le cadastre SIG disponible datant de 2014. **Ce cadastre n'est pas parfaitement calé, ainsi, les impacts fonciers devront être précisés dans les études de maîtrise d'œuvre.** Néanmoins, cette approche permet d'identifier la majorité des parcelles potentiellement impactées par le projet.

Le lit de la Ravine des Cabris est globalement capable de confiner le débit centennal auquel l'ouvrage de dévoiement ajoutera environ 55 m³/s.

Cependant, certains dysfonctionnements locaux, observés dès la Q₃₀ et plus importants en Q₁₀₀ existent à l'état initial.



3.3.1. Aménagement n°RC1 – recalibrage du lit de l'altitude 961 à 945 mNGR – du PK RC 1,360 au PK RC 1,600

Cet aménagement permet de supprimer les débordements en rive droite dans les parcelles agricoles.

L'aménagement proposé consiste en la création d'une banquette en rive gauche permettant d'augmenter la capacité du lit mineur et de confiner les écoulements. Les principales caractéristiques de cette banquette sont les suivantes :

- Largeur constante (sauf aux raccordements progressifs amont et aval) de manière à déporter le pied de talus rive droite créé de 17 m par rapport au fil d'eau du lit mineur,
- Côte d'arase de la banquette variable, calée sur le fil d'eau de la ravine,
- Longueur totale de l'aménagement de 240 m.



Figure 85 : Implantation de l'aménagement n°RC1



Figure 86 : Intégration de l'aménagement n°RC1 dans le MNT projet – vue 3D

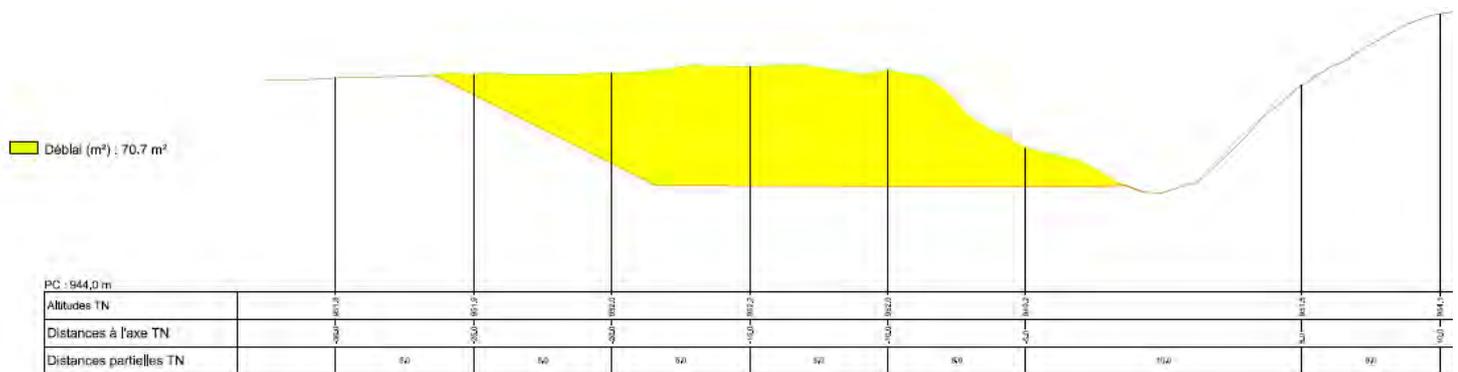


Figure 87 : Profil type de l'aménagement n°RC1



Notons que ce 1^{er} aménagement permet de réduire les débordements mais ne permet pas de supprimer les débordements. Au regard des enjeux concernés, serres, il convient de limiter le coût de cet aménagement à la protection des habitations à l'aval uniquement.

Cet aménagement est complété par la réalisation d'un mur en aval du Géranium du PK RC 1,650 au PK RC 1,670.

Cet aménagement permet de confiner partiellement les écoulements en rive droite dans le lit majeur, sans impacter les habitations alentour.

L'aménagement proposé existe déjà partiellement puisqu'il s'agit d'exploiter les murs d'enceinte actuels des propriétés situées en rive droite immédiatement en aval de l'ouvrage de franchissement.

Le seul aménagement consistera à homogénéiser voire consolider si nécessaire le mur existant, en l'arasant à une hauteur minimale de 1,2 m.

3.3.2. Aménagement n°RC2 – lissage du lit de l'altitude 916 à 910 mNGR – du PK RC 1,750 au PK RC 1,870

Cet aménagement permet de supprimer les débordements ponctuels observés et améliorer les écoulements au droit de la confluence avec la ravine affluente rive gauche.

L'aménagement proposé dans la zone est triple :

- Une homogénéisation du fond du lit chaotique de la ravine des cabris en amont de la confluence, sur une longueur d'environ 50 m et sur toute la largeur du fond du lit mineur soit environ 10 m,
- Un reprofilage du fond du lit en aval de la confluence afin d'augmenter sensiblement la pente, à cet endroit trop faible :
 - Pente constante de 5% sur 40 m reprofilés,
 - Raccordement aval au droit d'un redan existant,
 - Largeur de la zone reprofilée de 15 m environ.
- Un confortement local de la berge rive droite présentant une faiblesse altimétrique entre le PK 1.850 et le PK 1.880. Cela se traduit par une rehausse (par un merlon) ponctuelle variable de berge raccordée en amont et en aval à l'arase actuelle.





Figure 88 : Implantation de l'aménagement n°RC2

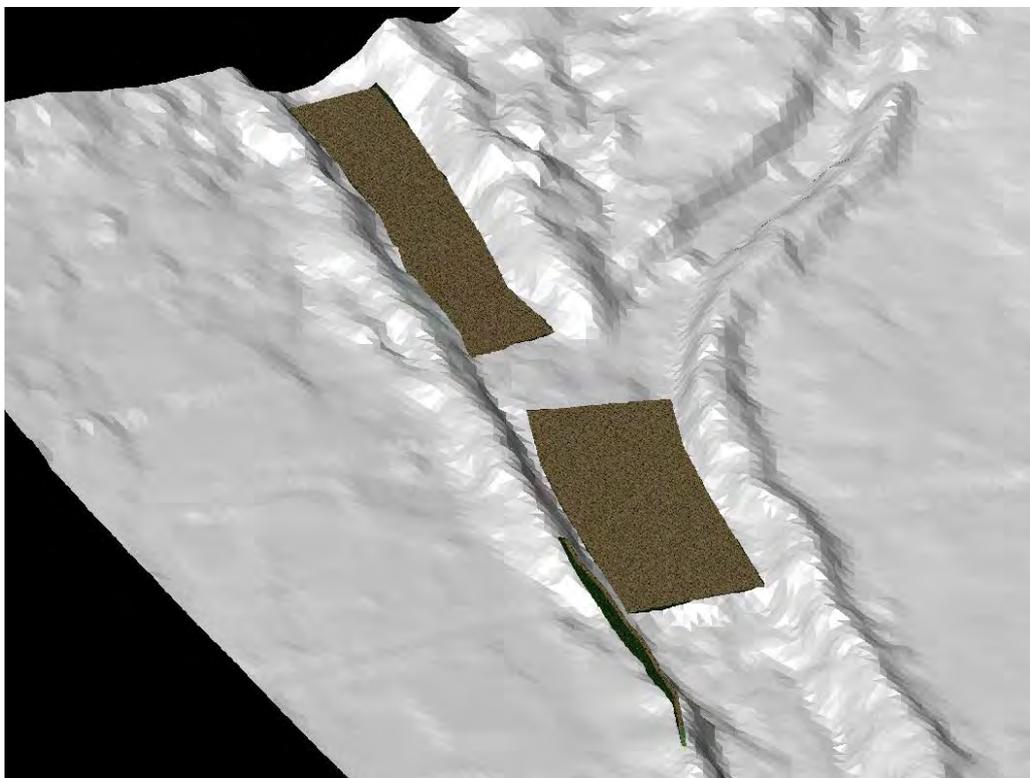


Figure 89 : Intégration de l'aménagement n°RC2 dans le MNT projet – vue 3D



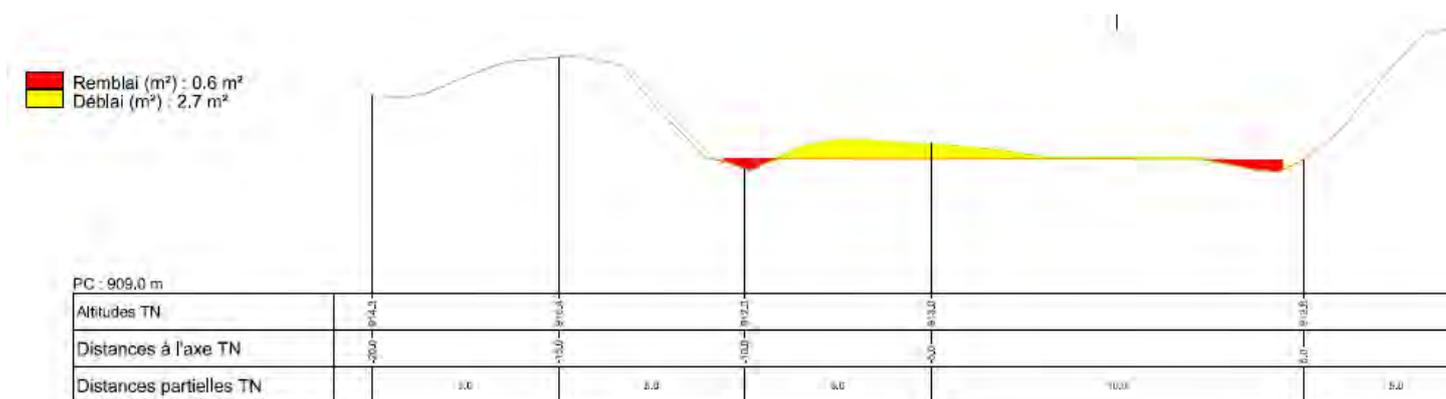


Figure 90 : Profil type de l'aménagement n°RC2

3.3.3. Aménagement n°RC3 – recalibrage du lit de l'altitude 900 à 893 mNGR et création d'un muret de rehausse – du PK RC 2,000 au PK RC 2,060

Cet aménagement permet de supprimer le débordement observé en rive gauche, à l'extrados du coude que la ravine des Cabris marque.

L'aménagement proposé consiste en un reprofilage de la berge rive gauche. Les principales caractéristiques de cette banquette sont les suivantes :

- Le pied de berge est repris de manière à être décalé de 5 m par rapport au fil d'eau (axe de l'écoulement),
- Re-talutage de la berge suivant un fruit de 2H/1V jusqu'à l'arase du TN actuel,
- Prolongement de la berge par un merlon de rehausse de 1 m au-dessus du TN actuel (le design et les matériaux constituant cette rehausse seront définis plus précisément lors de la phase de pré-chiffrage).





Figure 91 : Implantation de l'aménagement n°RC3

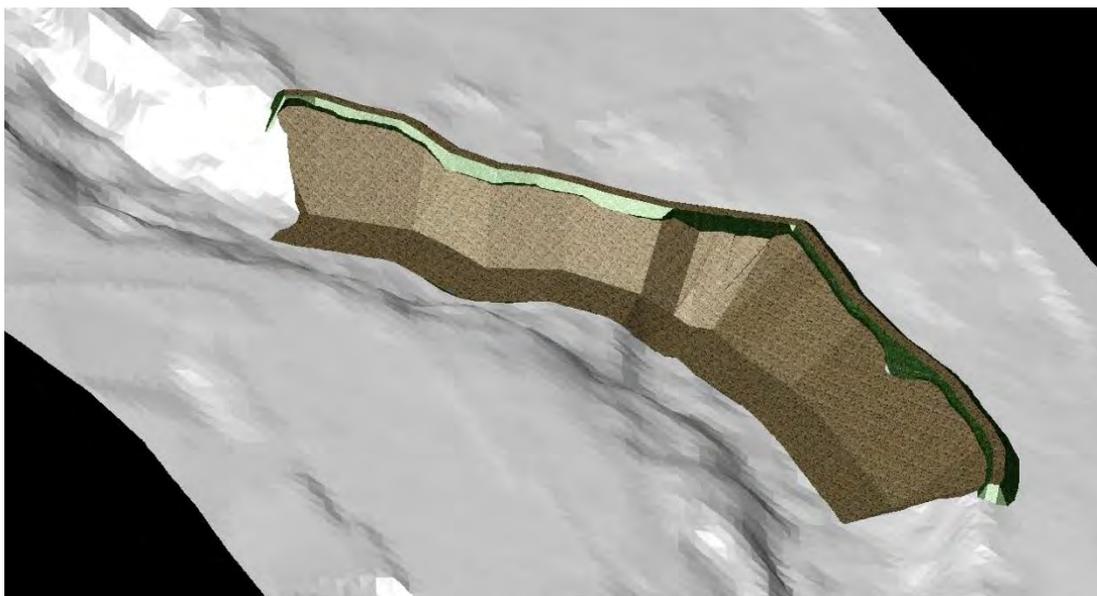


Figure 92 : Intégration de l'aménagement n°RC3 dans le MNT projet – vue 3D



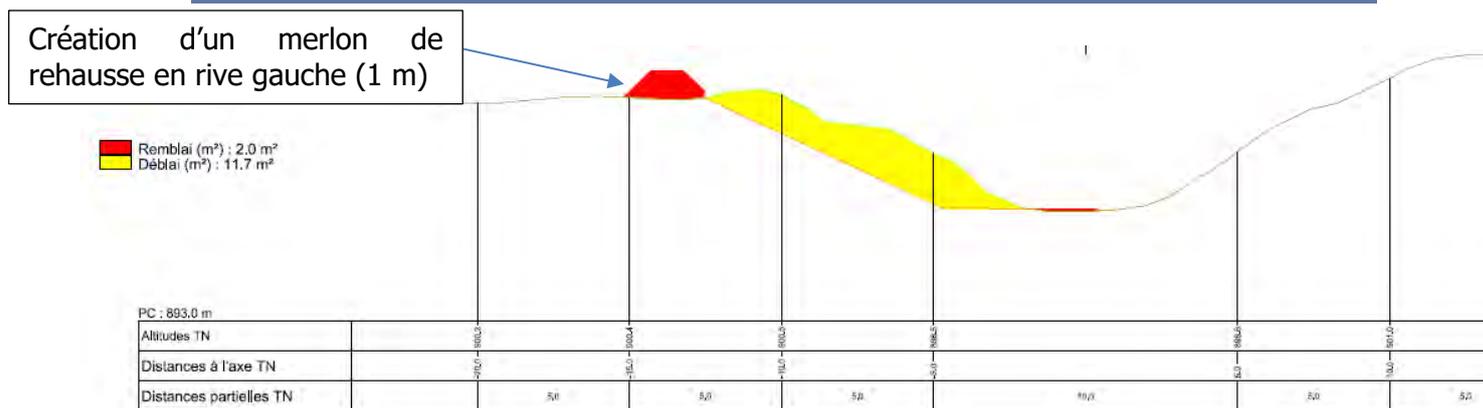


Figure 93 : Profil type de l'aménagement n°RC3

3.3.4. Aménagement n°RC4 – recalibrage du lit de l'altitude 885 à 845 mNGR et création d'un muret de rehausse – du PK RC 2,170 au PK RC 2,600

Cet aménagement permet de supprimer les débordements en rive droite.

L'aménagement proposé est un reprofilage de la ravine sur tout le secteur identifié. Le type de reprofilage mis en œuvre est cependant variable, pour s'adapter au contexte (route nationale en rive gauche, habitations en rive droite, lit plus ou moins confiné).

Les aménagements proposés sont les suivants :

- PK 2.170 au PK 2.300 :
 - Création d'une banquette d'expansion des écoulements en rive gauche,
- PK 2.250 au PK 2.430 :
 - Réactivation d'un bras secondaire rive gauche,
 - Suppression de l'« îlot » central entre les deux bras afin d'augmenter la section hydraulique,
 - Reprofilage et rehausse ponctuelle de la berge rive gauche,
- PK 2.450 au PK 2.600 :
 - reprofilage de la berge rive gauche pour augmenter la section hydraulique au maximum,
 - rehausse avec un muret d'enceinte / protection complémentaire de 1.20 m de hauteur.



Figure 94 : Implantation de l'aménagement n°RC4





Figure 95 : Intégration de l'aménagement n°RC4 dans le MNT projet – vue 3D



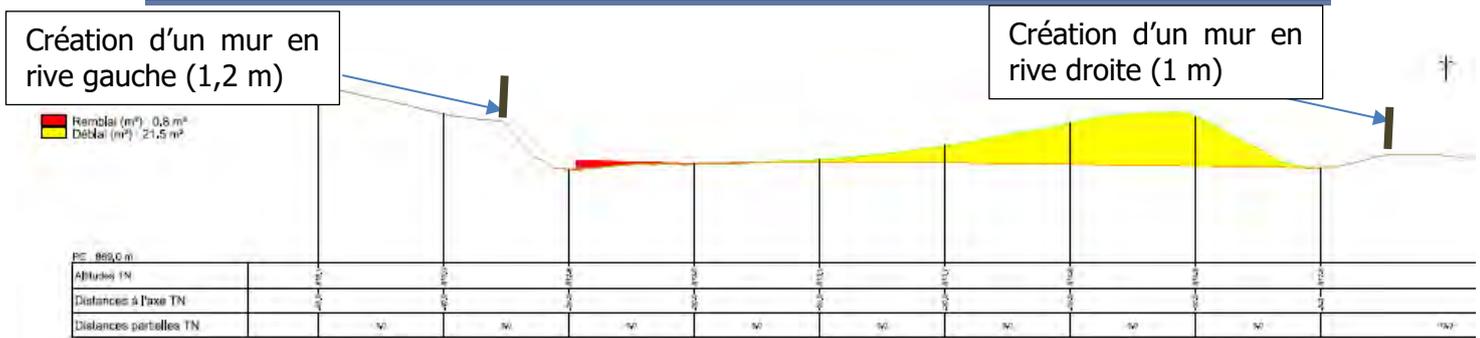


Figure 96 : Profil type 1 de l'aménagement n°RC4

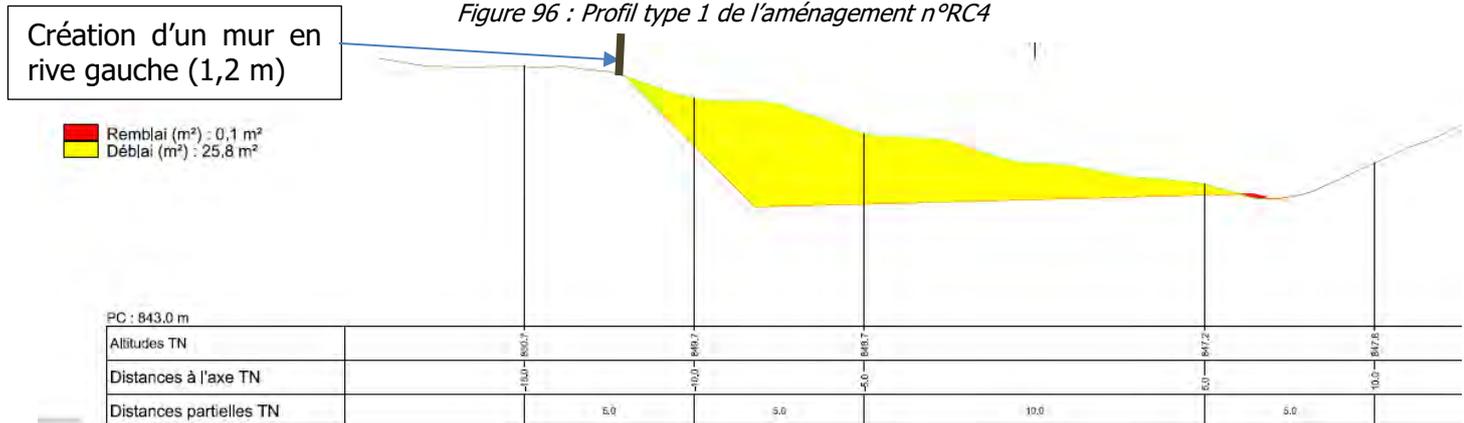


Figure 97 : Profil type 2 de l'aménagement n°RC4

3.3.5. Aménagement n°RC5 – création d'un ouvrage de franchissement et création de murets de rehausse de l'altitude 805 à 795 mNGR – du PK RC 3,050 au PK RC 3,160

Cet aménagement permet de supprimer les débordements liés au dysfonctionnement mis en évidence à l'état initial au droit du radier submersible situé rue des Bambins.

L'aménagement proposé consiste en la mise en œuvre d'un ouvrage de franchissement non submersible. Les caractéristiques principales de l'aménagement sont les suivantes :

- Ouvrage de 16 m de portée, sans pile intermédiaire, au droit du PK 4.000,
- Section hydraulique rectangulaire (48 m²), débit capable de 182 m³/s, murs de culées verticaux,
- Largeur d'ouvrage de 8 m et radier reprofilé suivant une pente de 5%,
- Arase altimétrique des plates-formes rive gauche et rive droite calée à 805,50 mNGR,
- Murs d'entonnements amont et aval avec reprofilage local ponctuel des berges et prise en compte d'un muret / parapet de rehausse de 45 m de long environ et de 1,2 m de hauteur,
- En aval immédiat de l'ouvrage de franchissement projeté, jusqu'au PK 3.160 environ, un reprofilage de la ravine est réalisé :
 - Arase et homogénéisation du fond du lit : suppression des singularités et obstacles de fond,



- Reprofilage de berge à 3/2,
- Décalage du remblai en crête de berge rive droite afin d'augmenter la section hydraulique.



Figure 98 : Implantation de l'aménagement n°RC5

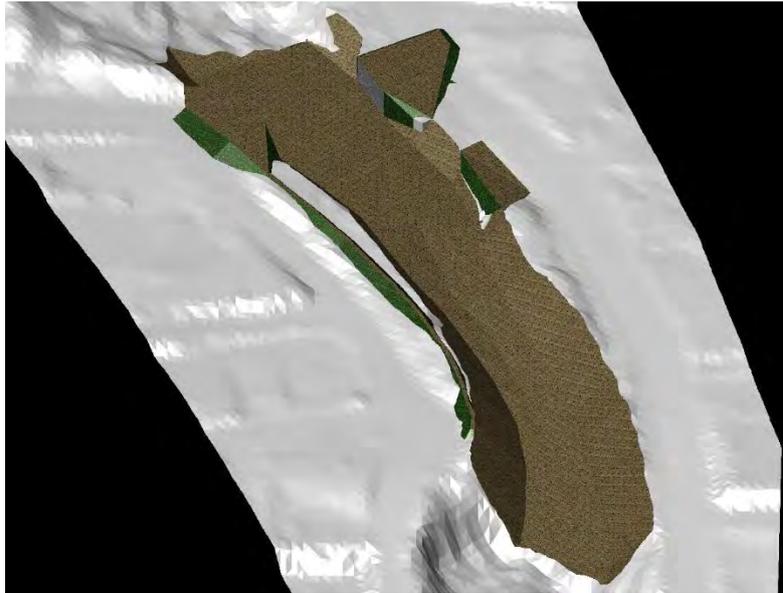


Figure 99 : Intégration de l'aménagement n°RC5 dans le MNT projet – vue 3D

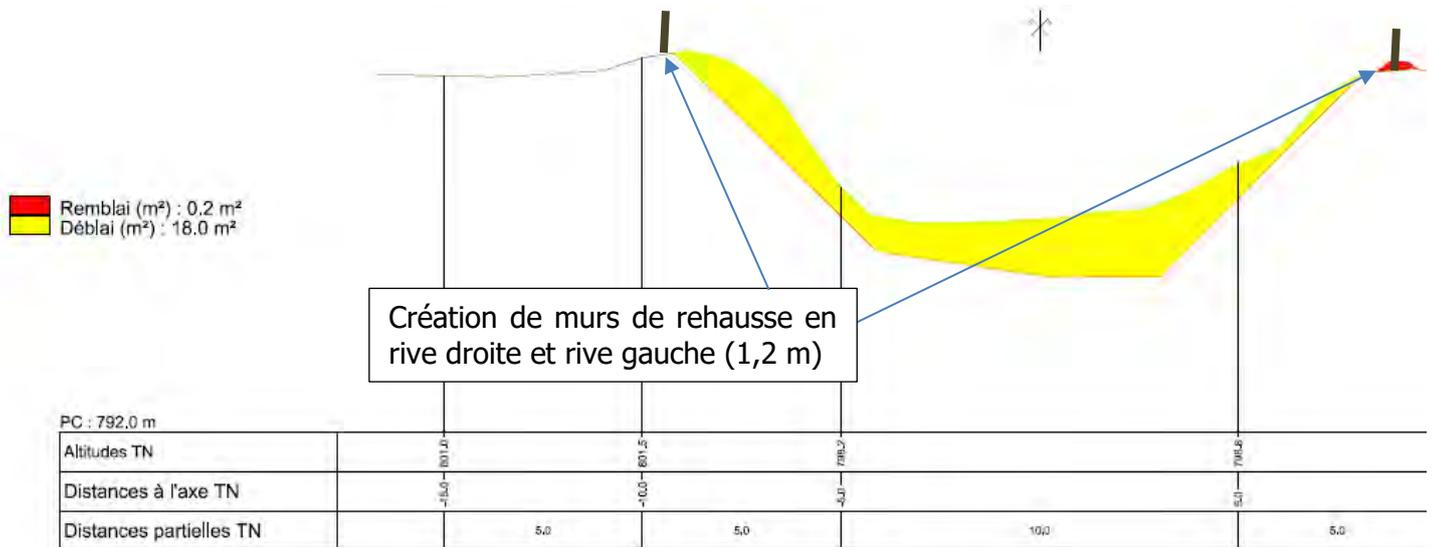


Figure 100 : Profil type de l'aménagement n°RC5 – aval de l'ouvrage à créer

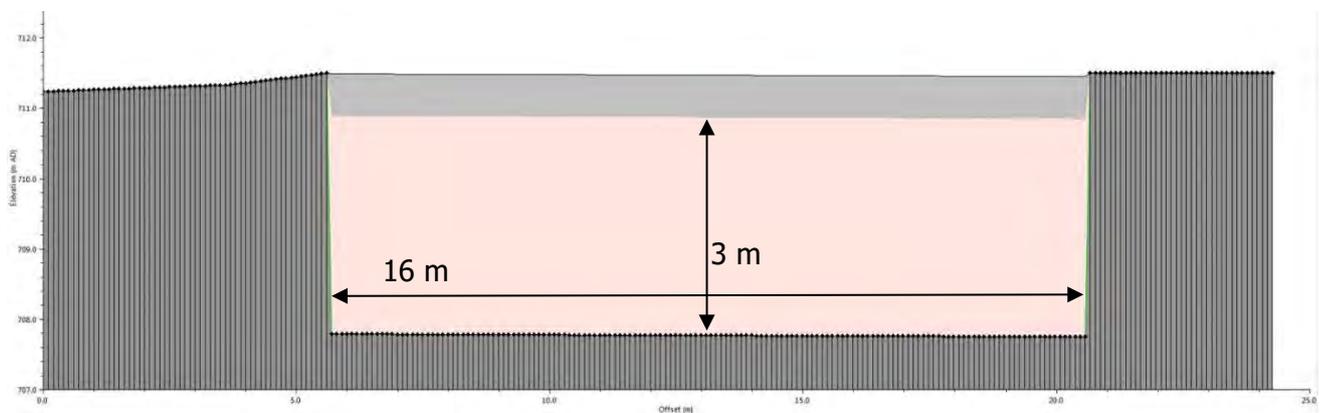


Figure 101 : Profil en travers du pont à créer – RC5



3.3.6. Aménagement n°RC6 – recalibrage du lit de l'altitude 792 à 789 mNGR et création d'un muret de rehausse – du PK RC 3,210 au PK RC 3,230

Cet aménagement permet de supprimer le débordement localement observé en rive droite au droit d'une singularité géométrique du lit mineur.

L'aménagement proposé consiste à reprofiler la berge rive droite sur environ 20 ml afin de supprimer un éperon basaltique qui réduit localement la section hydraulique :

- Pas modification du fil d'eau,
- Reprofilage de la berge rive droite sur 25 ml avec réalisation d'un talus incliné à 3H/2V (une protection de berge sera proposée en phase de pré-chiffrage),
- En crête de berge, un muret de rehausse de 50 cm sera mis en œuvre sur le linéaire de berge reprofilé.



Figure 102 : Implantation de l'aménagement n°RC6

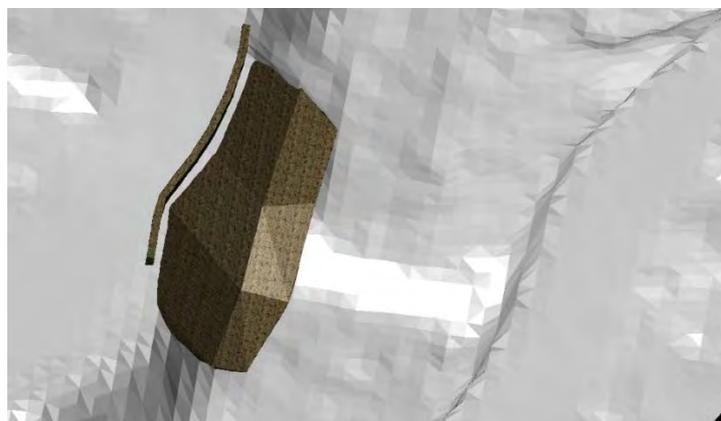


Figure 103 : Intégration de l'aménagement n°RC6 dans le MNT projet – vue 3D



Figure 104 : Profil type de l'aménagement n°RC6

3.3.7. Aménagement n°RC7 – recalibrage du lit de l'altitude 780 à 760 mNGR – du PK RC 3,340 au PK RC 3,430

Cet aménagement permet de supprimer les débordements ponctuels observés et homogénéiser le fonctionnement hydraulique du secteur.

En effet, aux environs du PK 3.400, le fond du lit est marqué par plusieurs singularités : redan important suivi d'une cuvette imposant une contre-pente sur un linéaire de 25 m environ. Le fonctionnement local alterne entre régime fluvial et torrentiel, ce qui génère la formation d'un ressaut hydraulique et un exhaussement de la ligne d'eau jusqu'à récupérer un écoulement torrentiel en aval.

L'aménagement proposé est double :

- Du PK 3.340 au PK 3.390 :
 - Reprofilage de la berge rive droite, avec décalage d'environ 5 m par rapport au fil d'eau du pied de berge,
 - Talus incliné suivant un fruit de 2H/1V,
 - Longueur reprofilée d'environ 50 ml.
- Du PK 3.380 au PK 3.430 :
 - Suppression de la contre-pente par reprofilage du fond du lit,
 - Raccordement aval au niveau du redan suivant,
 - Pente constante de 3.8% dans la zone reprofilée.



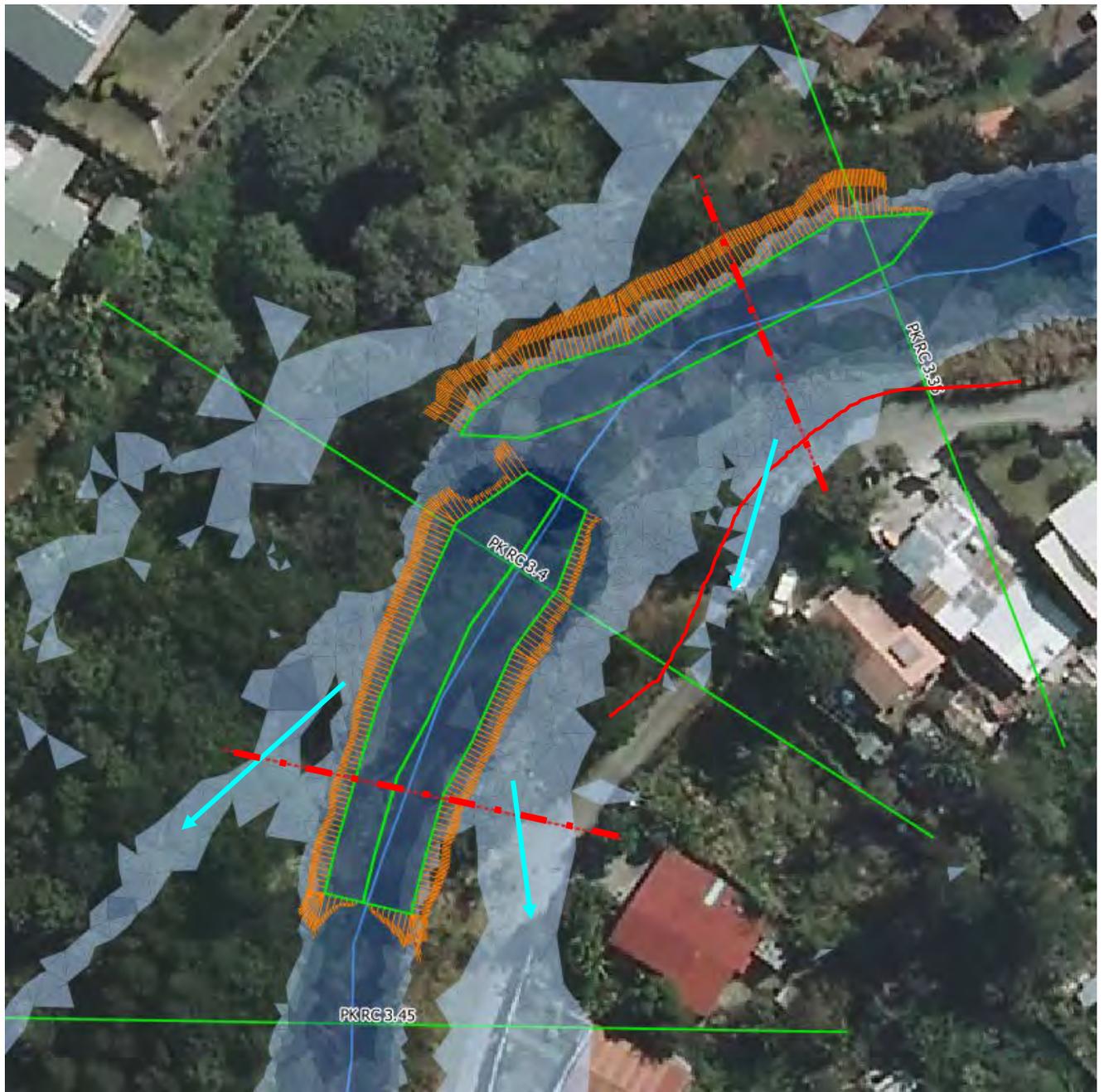


Figure 105 : Implantation de l'aménagement n°RC7



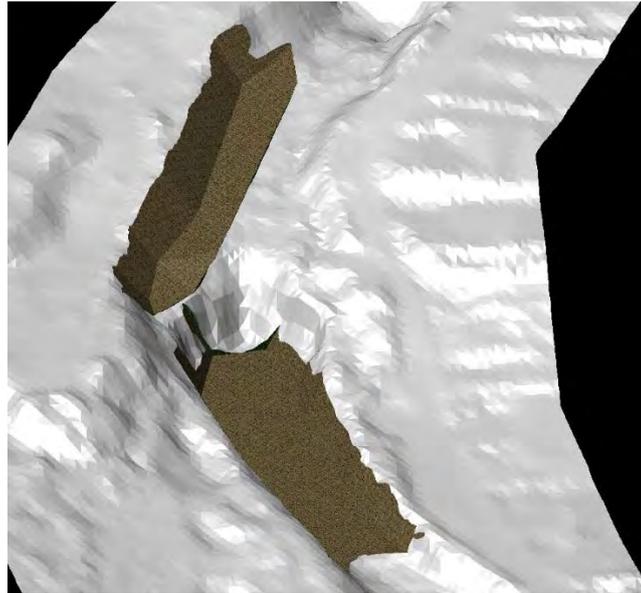


Figure 106 : Intégration de l'aménagement n°RC7 dans le MNT projet – vue 3D

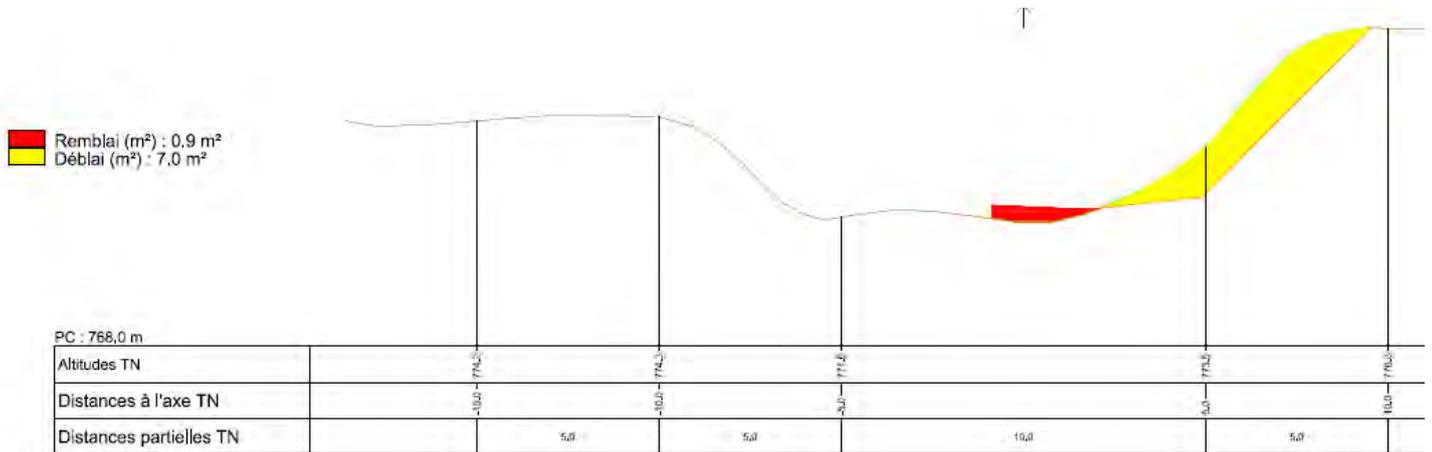


Figure 107 : Profil type 1 de l'aménagement n°RC7

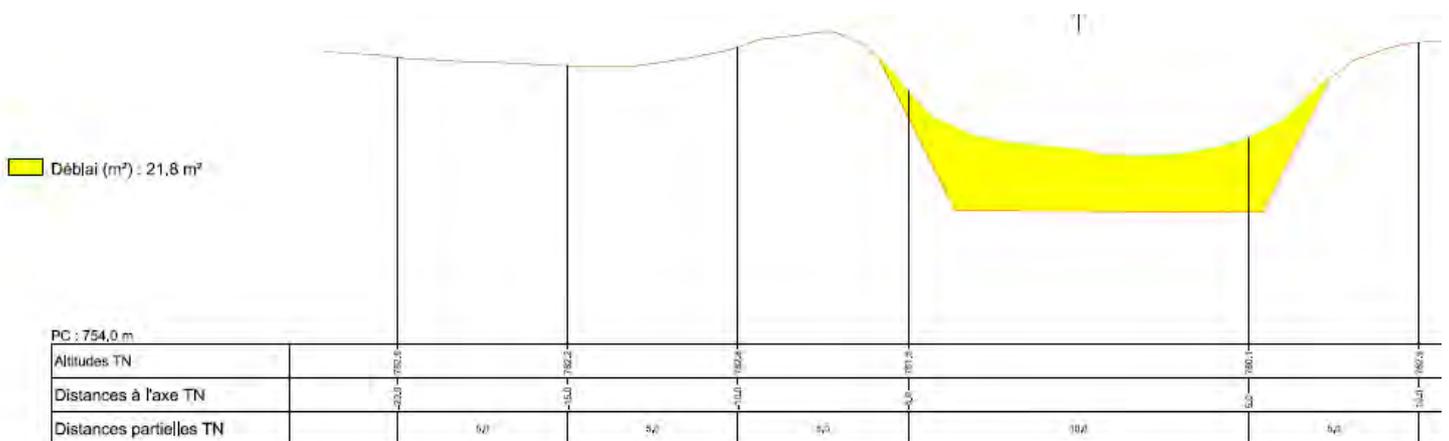


Figure 108 : Profil type 2 de l'aménagement n°RC7



3.3.8. Aménagement n°RC8 – création d'un ouvrage de franchissement et création de murets de rehausse de l'altitude 710 à 700 mNGR – PK RC 3,970 au PK RC 4,090

Cet aménagement permet de supprimer les débordements liés au dysfonctionnement mis en évidence à l'état initial au droit du radier submersible situé rue frère Polycarpe.

L'aménagement proposé consiste en la mise en œuvre d'un ouvrage de franchissement non submersible. Les caractéristiques principales de l'aménagement sont les suivantes :

- Ouvrage de 15 m de portée, sans pile intermédiaire, au droit du PK 4.000,
- Section hydraulique rectangulaire (55,5 m²), débit capable de 159 m³/s, murs de culées verticaux,
- Largeur d'ouvrage de 8 m,
- Radier reprofilé suivant une pente de 4%,
- Arase altimétrique des plates-formes rive gauche et rive droite calée à 711,50 mNGR,
- Murs d'entonnements amont et aval avec reprofilage local ponctuel des berges et prise en compte d'un muret / parapet de rehausse de 68 m environ en rive gauche et 68 m environ en rive droite et de 1,2 m de hauteur,
- Du PK 4.020 au PK 4.090, reprofilage ponctuel du fond sans modification de pente, afin de supprimer les singularités et obstacles observés.



Figure 109 : Implantation de l'aménagement n°RC8



Figure 110 : Intégration de l'aménagement n°RC8 dans le MNT projet – vue 3D



Figure 111 : Profil type de l'aménagement n°RC8

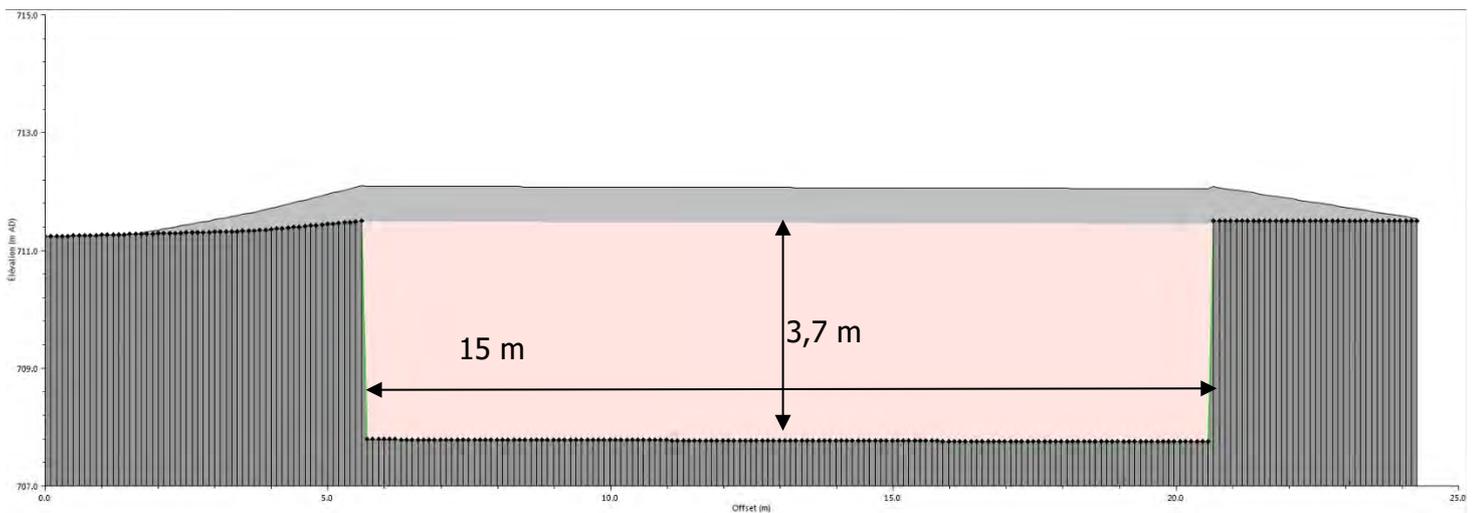


Figure 112 : Profil en travers du pont à créer – RC8

3.3.9. Aménagement n°RC9 – recalibrage du lit de l'altitude 675 à 670 mNGR et création d'un muret de rehausse – du PK RC 4,270 au PK RC 4,320

Cet aménagement permet de supprimer le débordement observé en rive droite au droit du PK 4.310 au niveau d'une zone de faiblesse dans la berge rive droite.

L'aménagement proposé est double :

- Suppression de la singularité que constitue la réduction locale de section observée :
 - Reprofilage de la berge rive gauche sur un linéaire de 50 ml environ,
 - Talus incliné suivant un fruit à 1H/1V.
- Rehausse ponctuelle variable jusqu'à 1,20 m de la berge rive droite sur un linéaire d'environ 30 ml, pour rattraper la zone de faiblesse altimétrique observée dans cette berge.

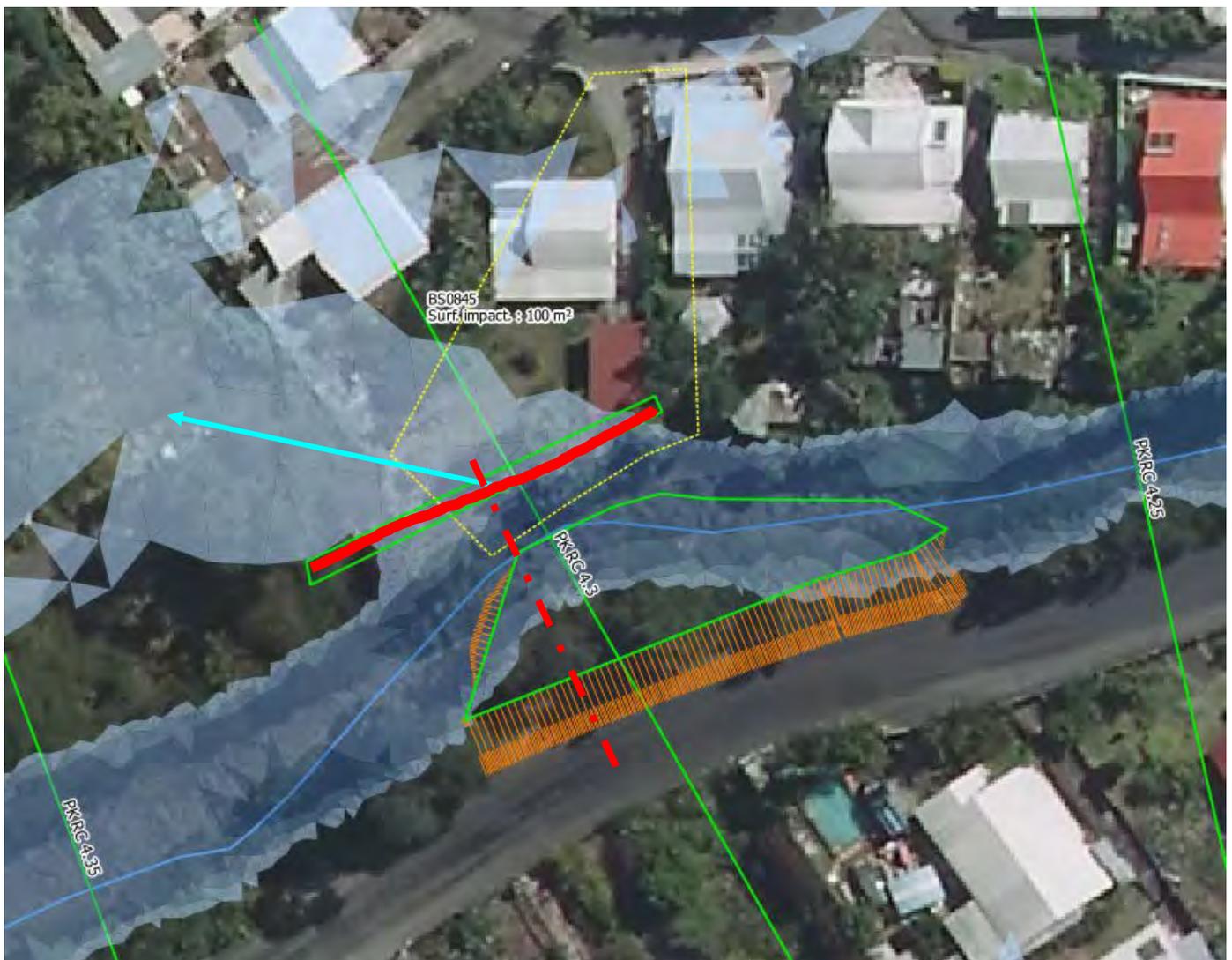


Figure 113 : Implantation de l'aménagement n°RC9

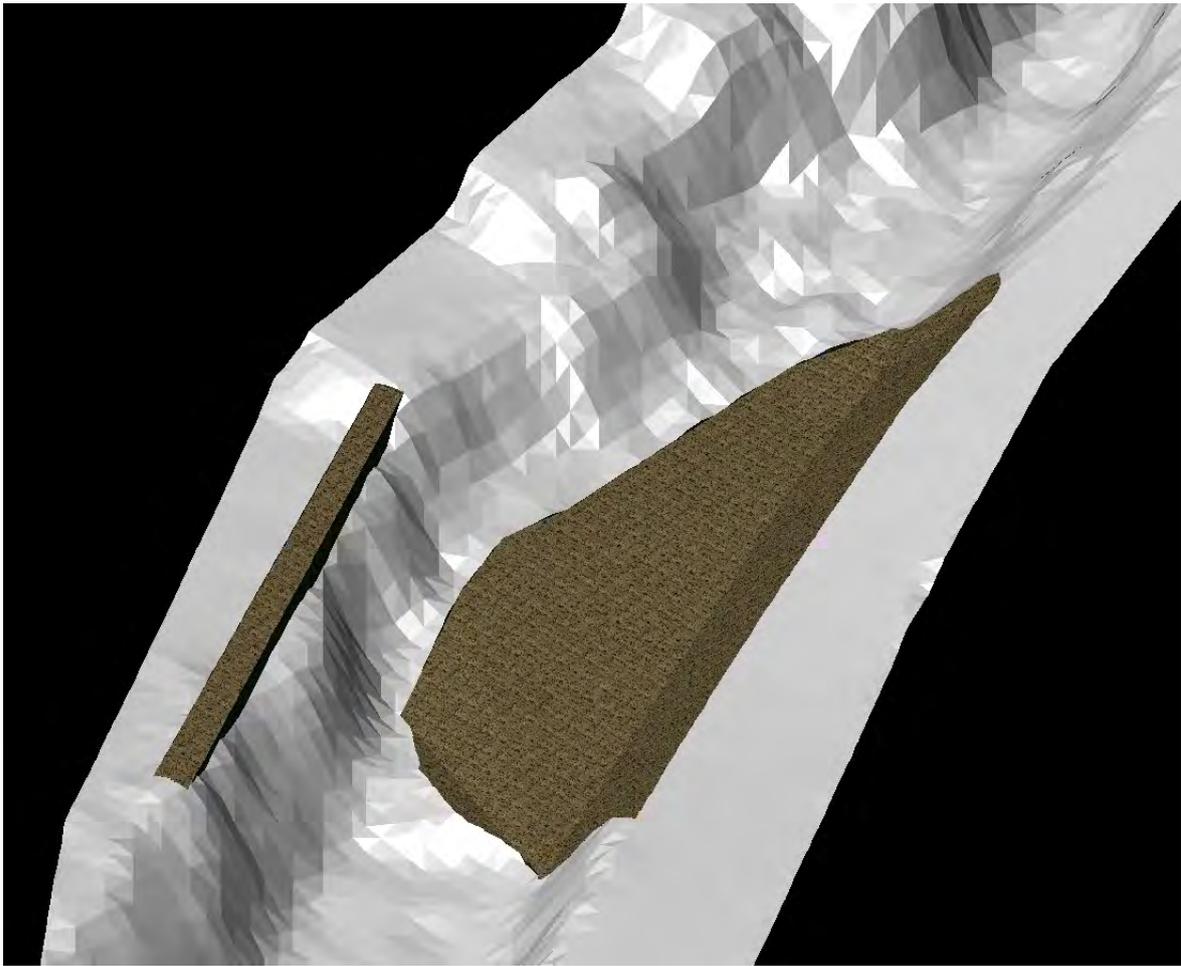


Figure 114 : Intégration de l'aménagement n°RC9 dans le MNT projet – vue 3D

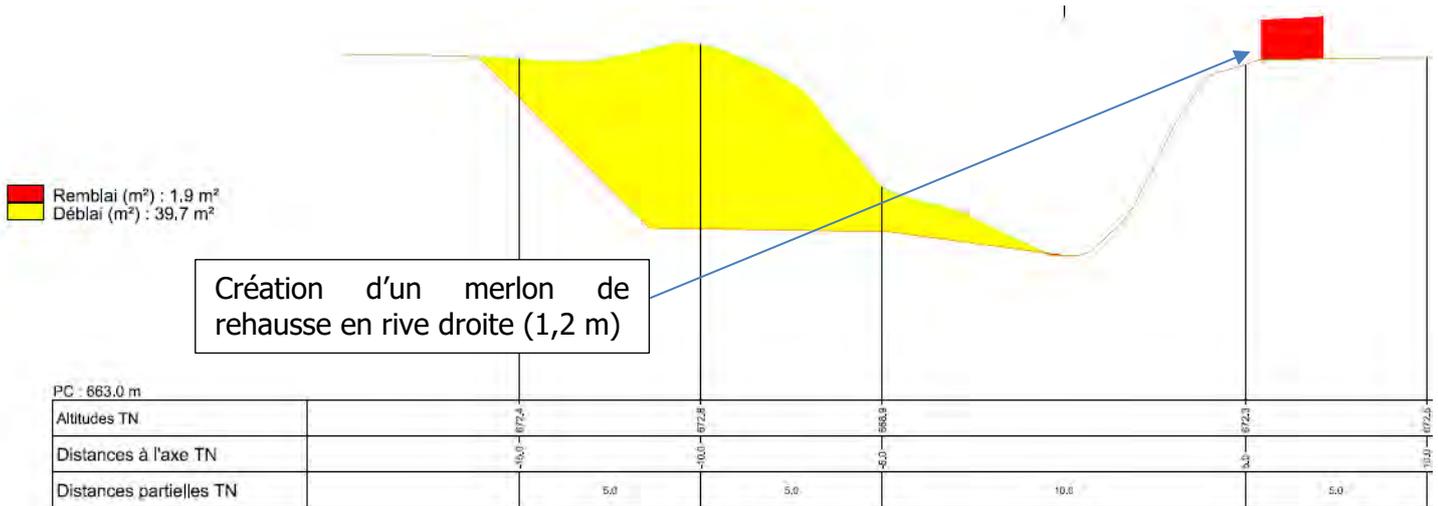


Figure 115 : Profil type de l'aménagement n°RC9



3.3.10. Aménagement n°RC10 – canal de dérivation recalibrage du lit de l'altitude 608 à 605 mNGR et création d'un merlon pour boucher le talweg – PK RC 4,970

Cet aménagement permet de restituer une confluence fonctionnelle à la ravine de l'impasse Rocaille.

L'aménagement proposé consiste en la création d'un canal de dérivation des eaux de la ravine de l'impasse Rocaille, dont l'exutoire se situe dans la berge rive droite de la Ravine des Cabris au PK 4.970. Les principales caractéristiques de ce canal sont les suivantes :

- Canal trapézoïdal de 1,50 m de largeur en fond,
- Bajoyers de canal inclinés suivant un fruit de 1H/1V. Le fruit est raide afin de limiter l'emprise globale du canal. Afin de pérenniser les talus, une protection en enrochements liés sera proposée au stade du pré-chiffrage,
- Hauteur minimale de bajoyer de 3.00 m,
- Longueur du canal d'environ 70 ml,
- Pente constante d'environ 4.5 %,
- Bouchon en ravine de l'impasse Rocaille en aval de la prise d'eau afin de garantir l'entonnement dans le canal.

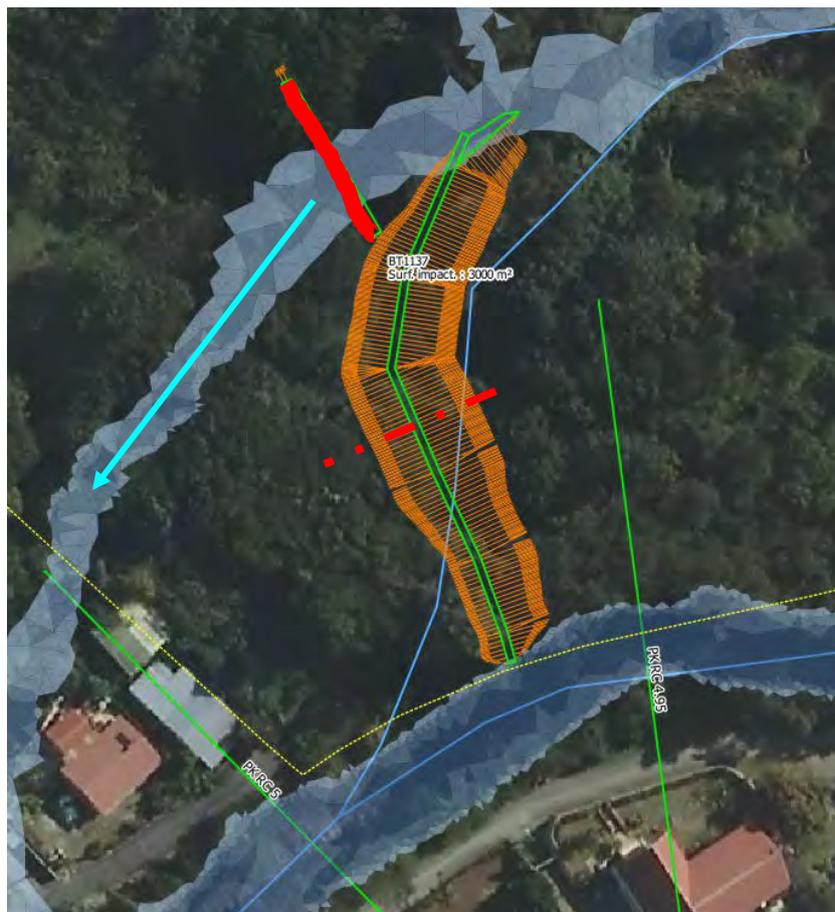


Figure 116 : Implantation de l'aménagement n°RC10

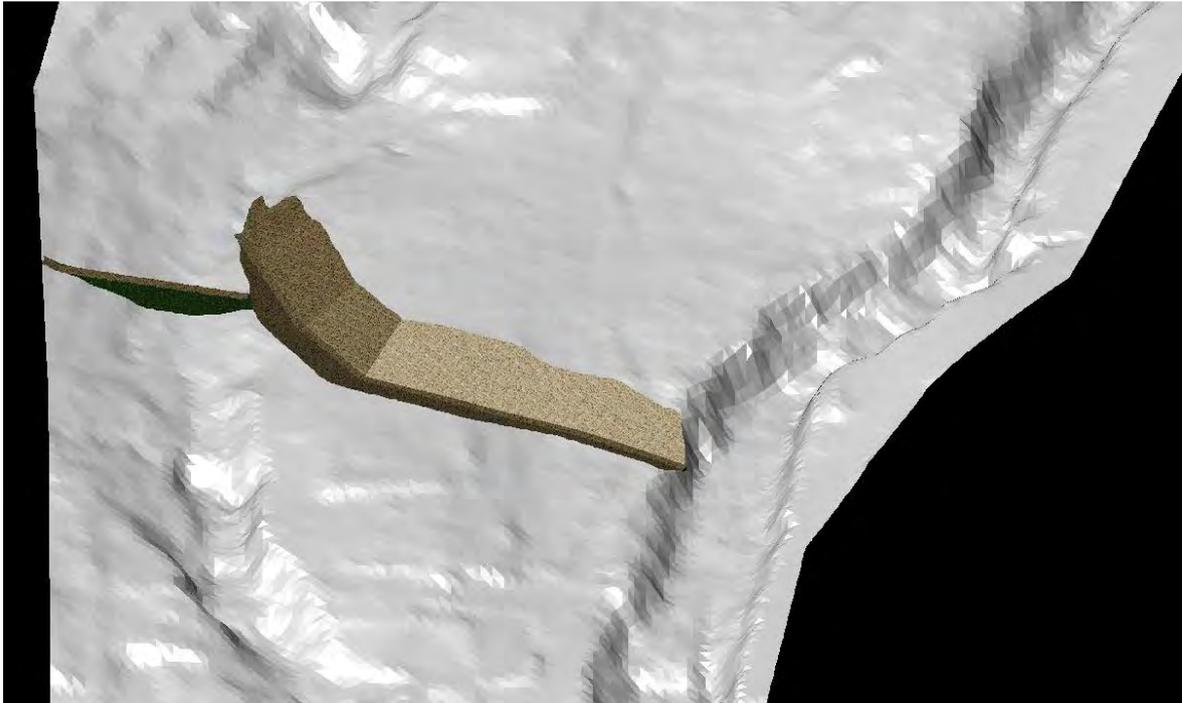


Figure 117 : Intégration de l'aménagement n°RC10 dans le MNT projet – vue 3D

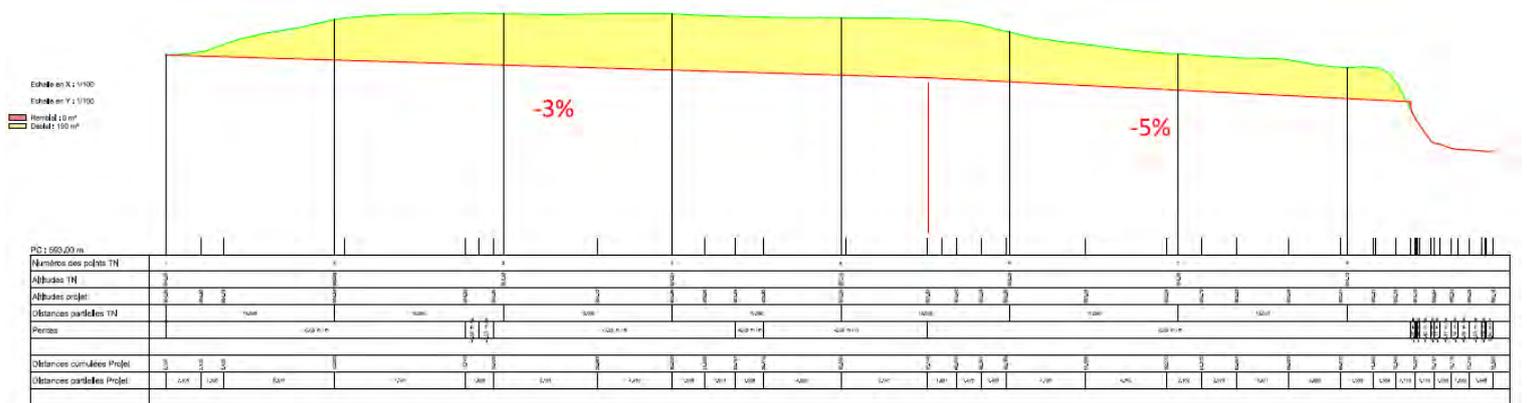


Figure 118 : Profil en long de l'aménagement n°RC10



3.3.11. Aménagement n°RC11 – recalibrage du lit de l'altitude 590 à 585 mNGR – du PK RC 5,110 au PK RC 5,150

Cet aménagement permet de supprimer un débordement local en rive gauche.

L'aménagement proposé consiste à reprofiler la berge rive gauche sur environ 40 ml afin de supprimer un éperon basaltique qui réduit localement la section hydraulique :

- Pas modification du fil d'eau,
- Reprofilage de la berge rive gauche sur 40 ml avec réalisation d'un talus incliné à 3H/2V (une protection de berge sera proposée en phase de pré-chiffrage),
- En crête de berge, un muret de rehausse de 1.00 m sera mis en œuvre sur le linéaire de berge reprofilé.

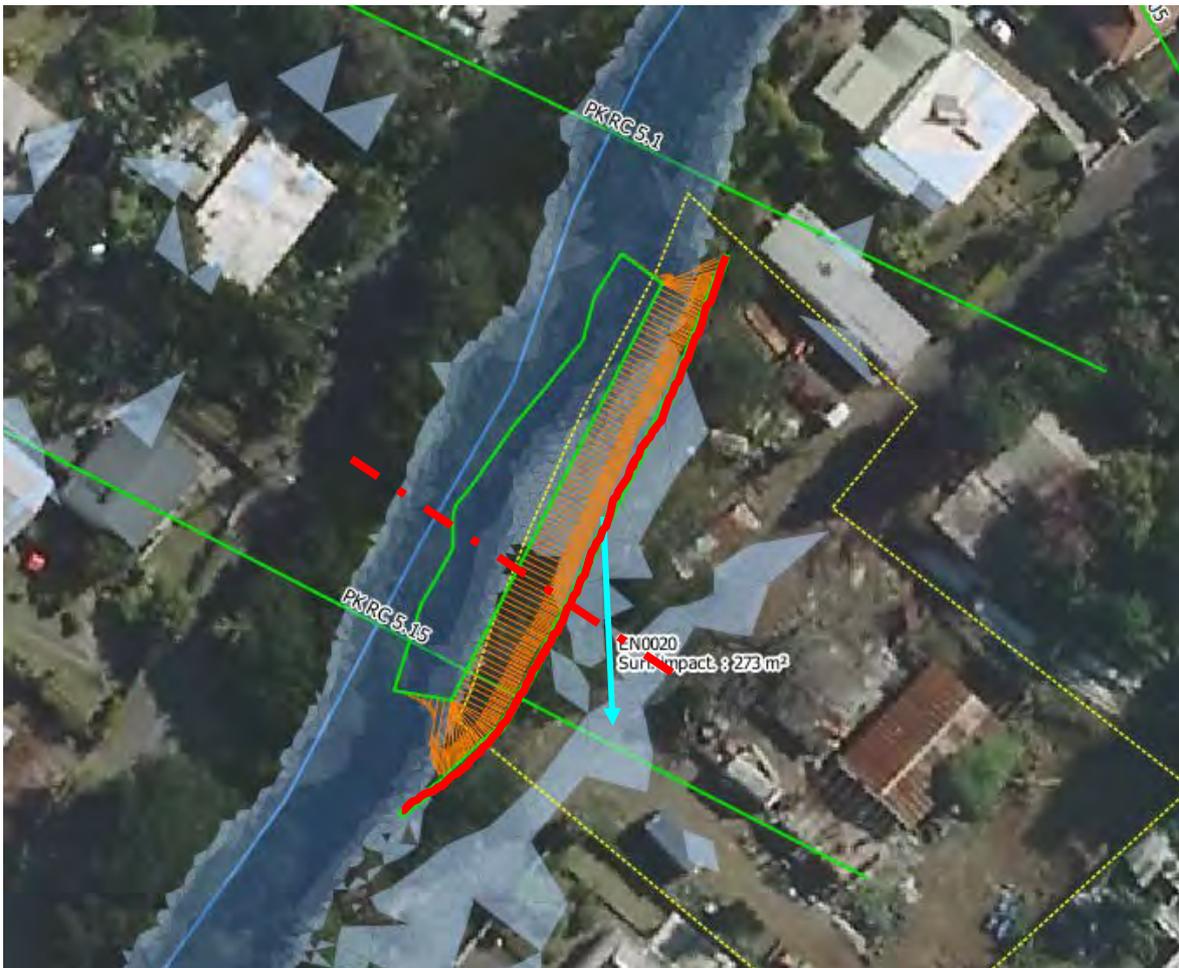


Figure 119 : Implantation de l'aménagement n°RC11

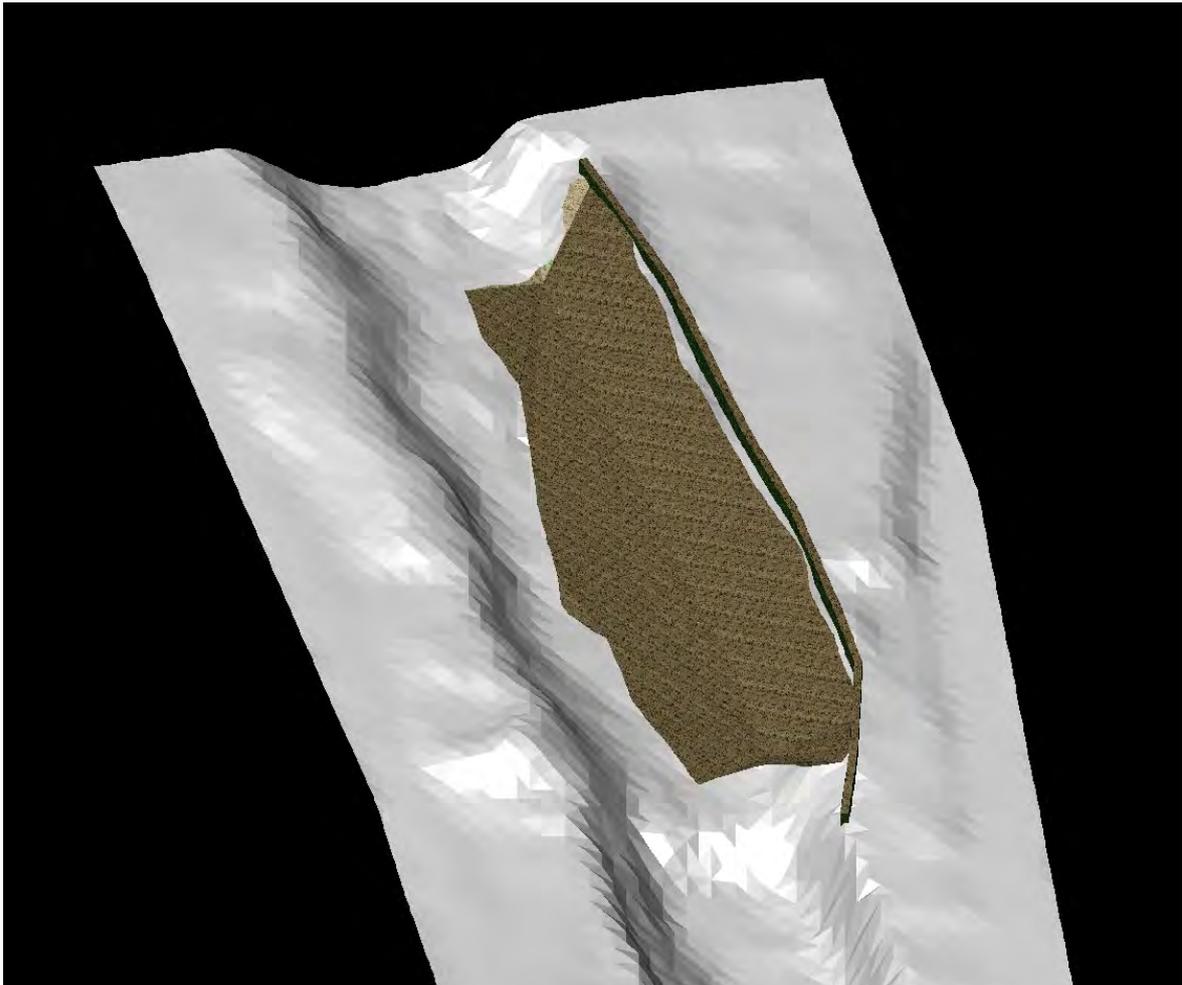


Figure 120 : Intégration de l'aménagement n°RC11 dans le MNT projet – vue 3D

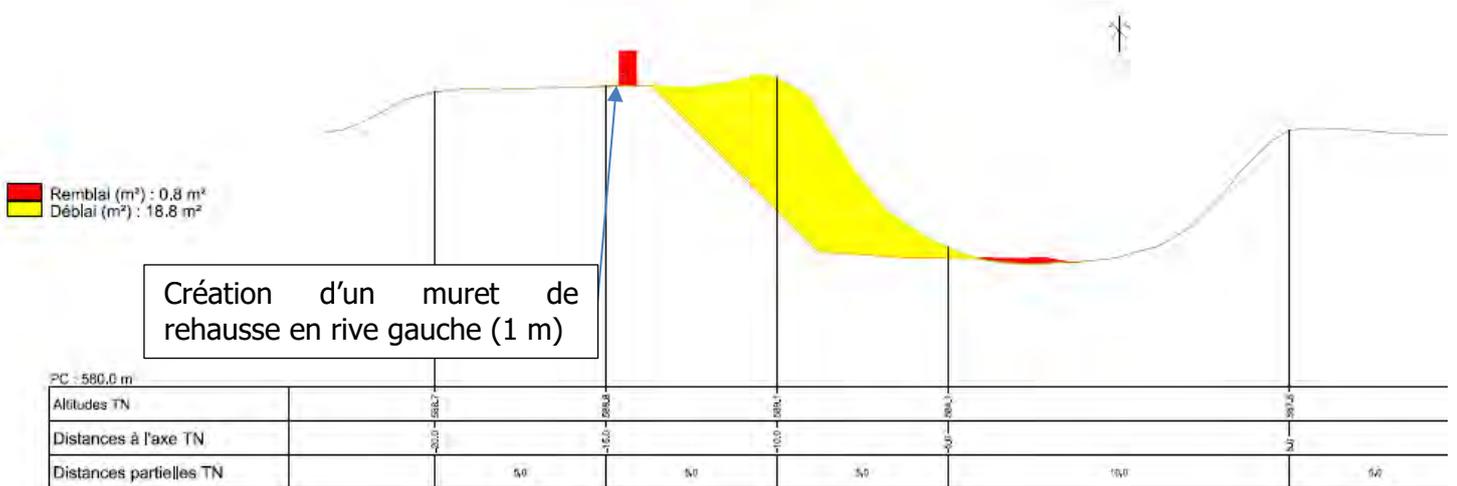


Figure 121 : Profil type de l'aménagement n°RC11



3.3.12. Aménagement n°RC12 – lissage du lit de l'altitude 580 à 575 mNGR et création de murets de rehausse – du PK RC 5,270 au PK RC 5,320

Cet aménagement permet de supprimer les débordements localement observés en rive droite et gauche.

L'aménagement proposé consiste à restituer une pente homogène et plus importante afin d'éviter le passage local en régime fluvial. Les caractéristiques principales de l'aménagement sont les suivantes :

- Reprofilage du fond du lit afin de restituer une pente constante de 5% entre le pK 5.270 et 5.310 sur un linéaire de 40 ml,
- Raccordement en aval au niveau d'un redan existant,
- Mise en œuvre en rive gauche et rive droite de murets de rehausse de 0.50 m en crête de berge, dans le prolongement de l'ouvrage de franchissement sur un linéaire d'environ 50 ml.

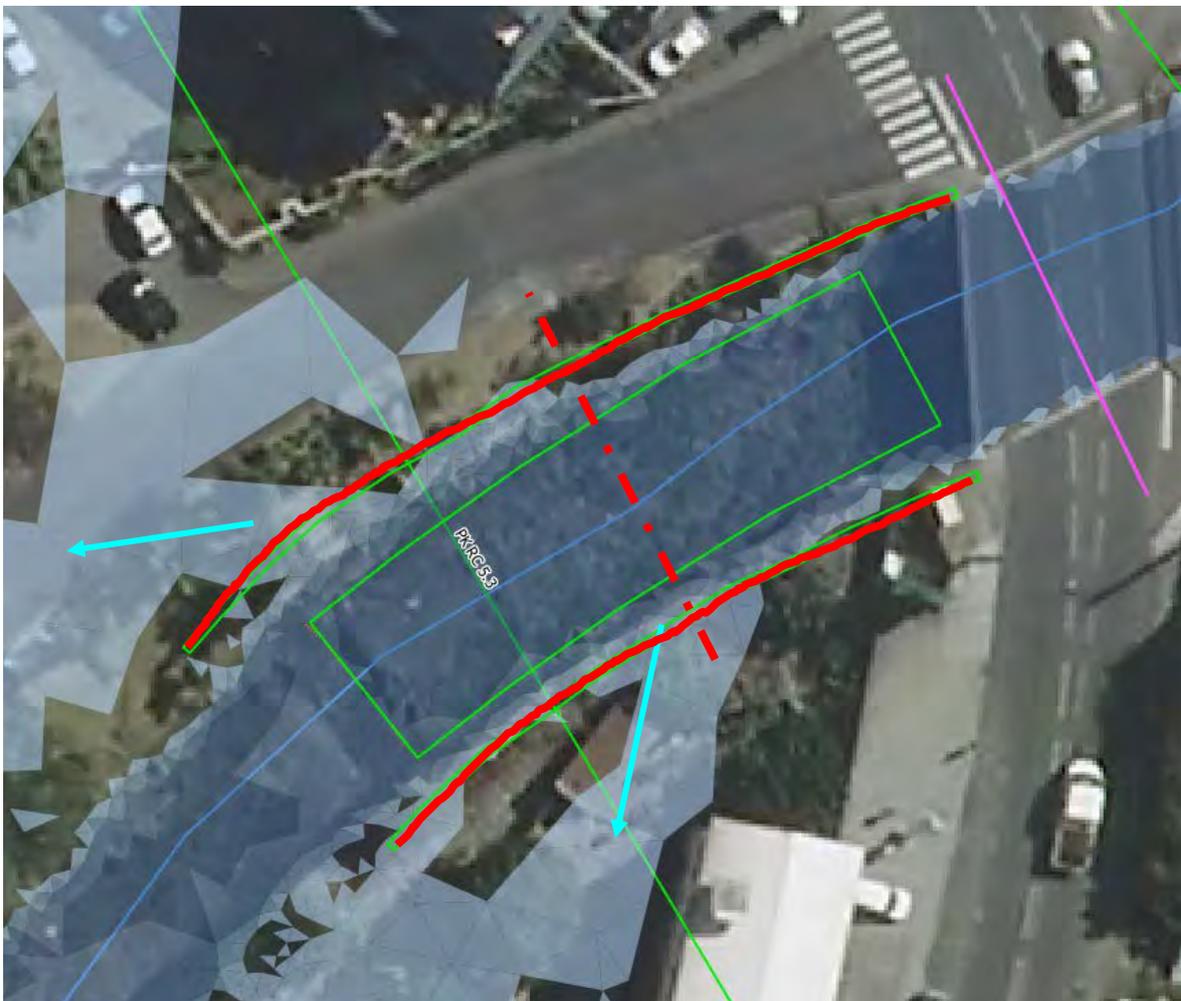


Figure 122 : Implantation de l'aménagement n°RC12

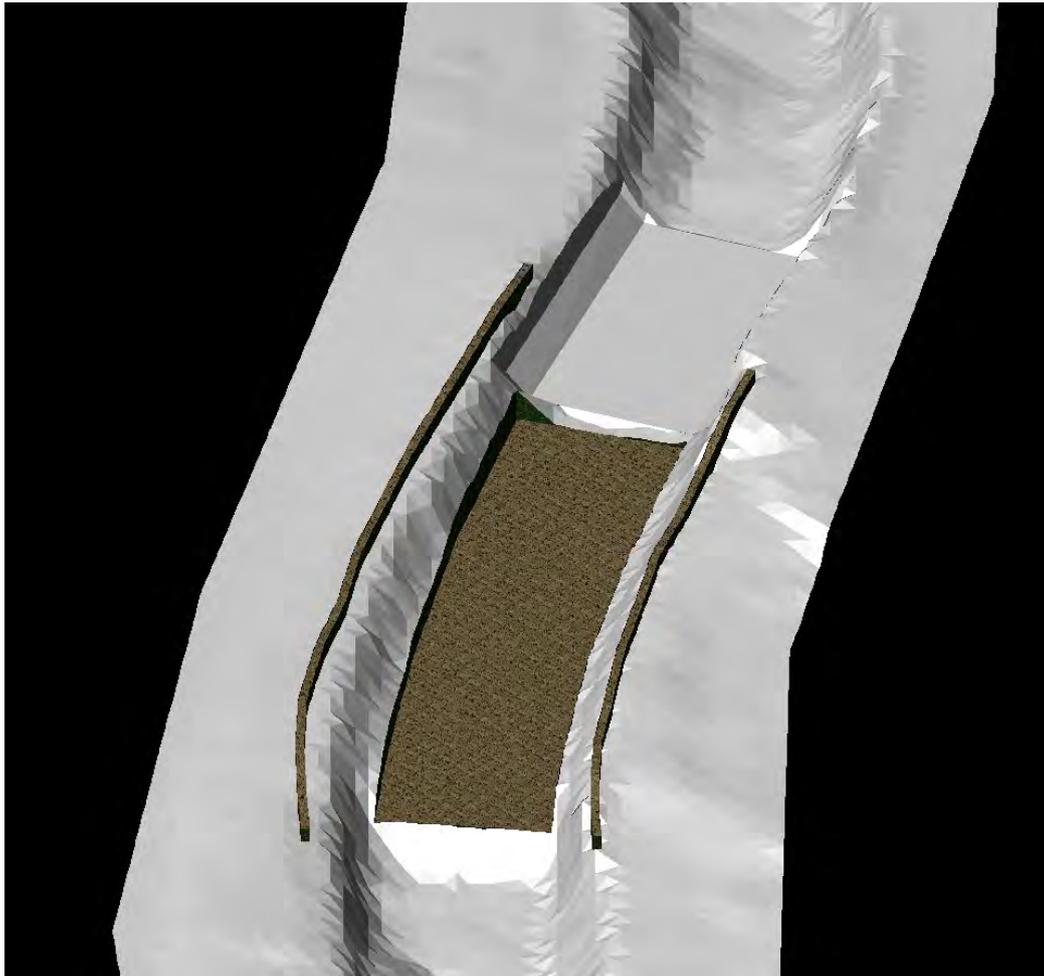


Figure 123 : Intégration de l'aménagement n°RC12 dans le MNT projet – vue 3D

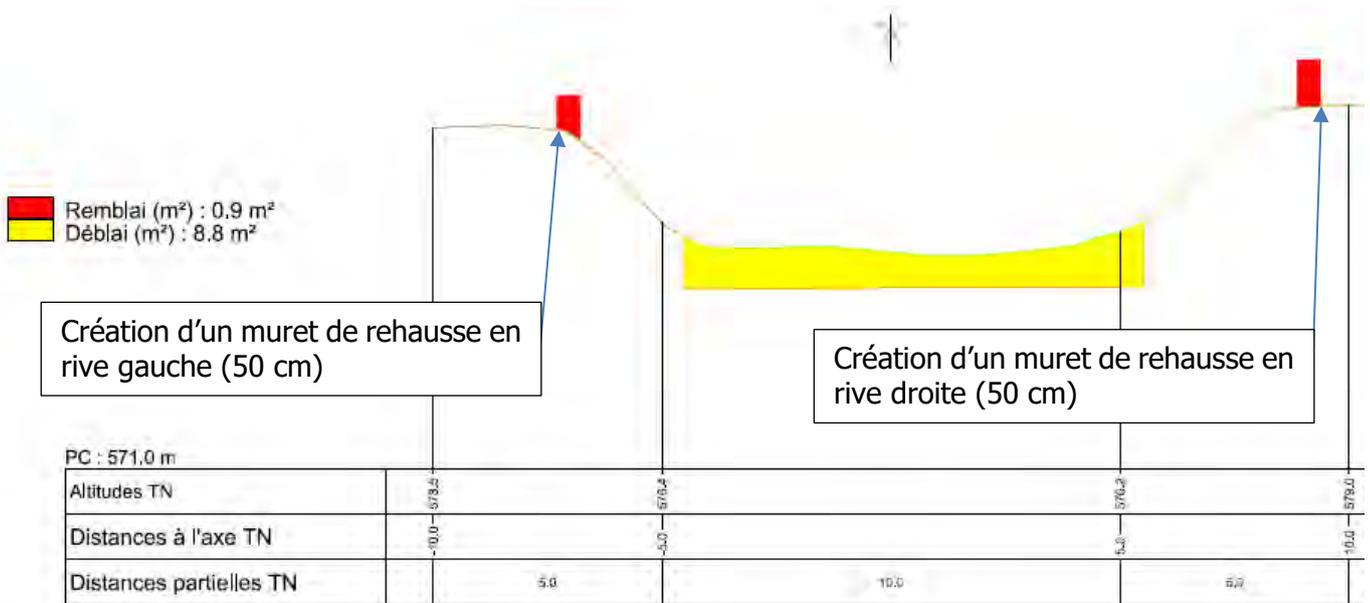


Figure 124 : Profil type de l'aménagement n°RC12



3.3.13. Aménagement n°RC13 – lissage du lit de l'altitude 570 à 565 mNGR – du PK RC 5,450 au PK RC 5,520

Cet aménagement permet de supprimer les débordements localement observés liés à une singularité du lit. En effet, dans cette zone, on note une absence de pente du fond, générant un fort exhaussement de la ligne d'eau.

L'aménagement proposé consiste en un reprofilage du fond du lit sur un linéaire de 40 ml environ suivant une pente de 2.6%.

En aval, au droit du PK 5.500, une erreur de traitement du MNT état initial a engendré un débordement ponctuel. Cette faiblesse de la berge rive droite n'existe pas dans la réalité et le MNT état projet a été modifié pour la combler.



Figure 125 : Implantation de l'aménagement n°RC13

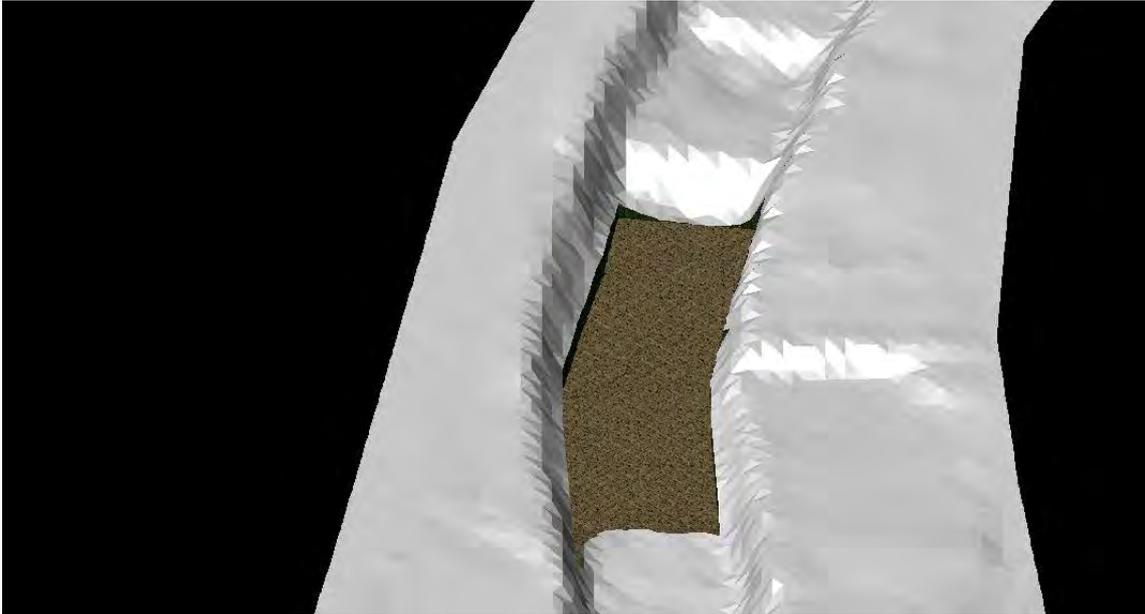


Figure 126 : Intégration de l'aménagement n°RC13 dans le MNT projet – vue 3D

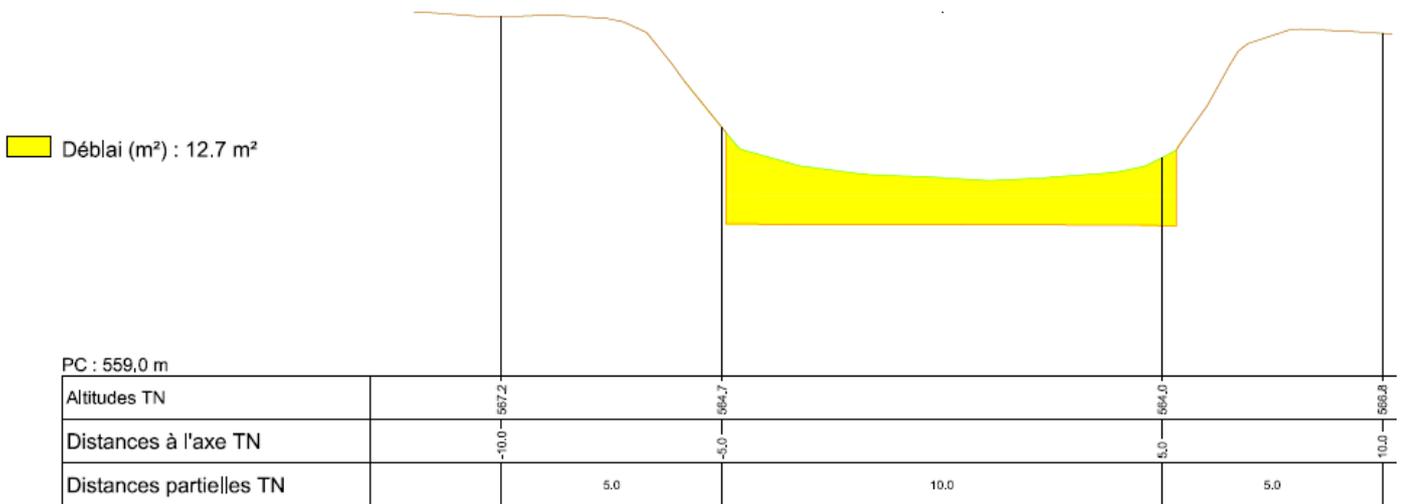


Figure 127 : Profil type de l'aménagement n°RC13



3.3.14. Aménagement n°RC14 – lissage du lit de l'altitude 550 à 525 mNGR – du PK RC 5,600 au PK RC 5,800

Cet aménagement permet d'améliorer le fonctionnement hydraulique de la confluence avec la petite ravine rive gauche. En effet, dans cette zone, on note des irrégularités du lit qui provoquent de légers débordements.

L'aménagement consiste en un reprofilage du fond du lit du PK 5.600 au PK 5.800 : le fond du lit a été homogénéisé afin de purger les affleurements rocheux créant des obstacles à l'écoulement et favorisant la formation de vagues ou faux ressauts hydrauliques. Les berges et le lit majeur n'ont pas été modifiés par rapport à l'état initial.



Figure 128 : Implantation de l'aménagement n°RC14

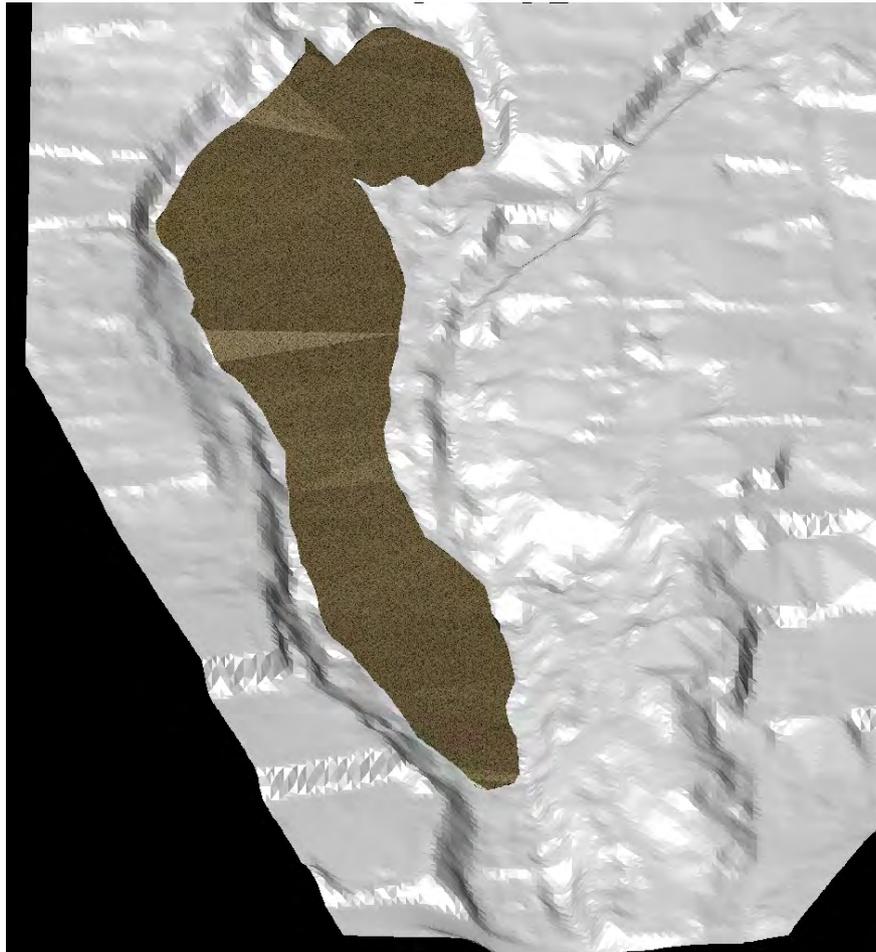


Figure 129 : Intégration de l'aménagement n°RC14 dans le MNT projet – vue 3D

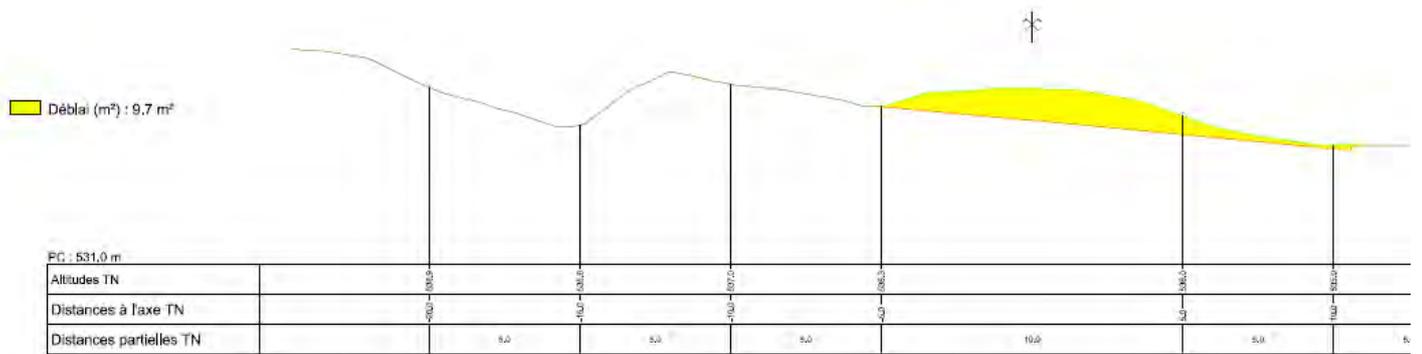


Figure 130 : Profil type de l'aménagement n°RC14



4. SYNTHÈSE DES AMÉNAGEMENTS PROPOSÉS

Les tableaux suivants récapitulent les aménagements proposés par ravine :

N° Aménagement	Type d'aménagement	Longueur (ml)	Débit de dimensionnement (m ³ /s)	PK max	PK min	Alt max	Alt min	Description détaillée de l'aménagement proposé
BA1	Recalibrage pont	-	44.2	1.700	1.700	955	955	Recalibrage du pont section initiale 7,5 m ² à 14 m ²
BA2	Recalibrage lit mineur	77	45.17	1.950	1.850	945	935	Recalibrage du lit + lissage
BA3	Recalibrage lit mineur + muret de rehausse	50	51.94	2.500	2.450	890	885	Recalibrage du lit + muret de rehausse (28 m, H = 1m) + déroctage sur 50 m
BA4	Recalibrage lit mineur + muret de rehausse	300	50.13	3.650	3.350	798	760	Recalibrage du lit + muret de rehausse (37 m, H = 1m) + lissage
BA5	Recalibrage lit mineur	185	52.62	3.850	3.700	750	725	Recalibrage du lit + lissage
BA6	Recalibrage lit mineur	47	55.25	4.650	4.600	653	649	Recalibrage du lit + lissage
BA7	Recalibrage lit mineur	70	59.12	4.850	4.850	634	631	Recalibrage du lit + lissage
BA8	Recalibrage lit mineur+ muret de rehausse	390	64.28	5.500	5.100	605	585	Recalibrage du lit (135 m) + lissage + Murs 123 m (H=0.8m), 46 m (h=1m), 86 m (1,3 m)
BA9	Recalibrage pont	-	61.5	5.500	5.500	585	585	Recalibrage du pont section initiale 10 m ² à 28 m ²
BA10	Recalibrage lit mineur	116	65.37	5.600	5.500	585	573	Recalibrage du lit + lissage
BA11	Recalibrage lit mineur	110	64.74	5.800	5.700	567	560	Recalibrage du lit + lissage
BA12	Muret de rehausse et mise en place d'un batardeau	85	68.14	6.000	5.900	550	542	Mur moellon en rive gauche 80 cm sur 85 m et batardeau 80 cm parcelle BV1160
BA13	Recalibrage lit mineur	77	67.47	6.250	6.150	526	523	Recalibrage du lit + lissage
BA14	Recalibrage lit mineur + rehausse enrochement + 3 buses	214	67.61	6.750	6.250	508	495	Recalibrage du lit (RD sur 161 m puis RD et RG sur 41 m) + déroctage 13,5 % + 3 buses 600 mm
BA15	Recalibrage lit mineur	477	64.42	7.200	6.750	494	450	Recalibrage du lit + lissage
BA16	Recalibrage lit mineur	162	67.35	7.600	7.450	436	425	Recalibrage du lit + lissage

Tableau 2 : Synthèse des aménagements proposés – Bras d'Antoine

Août 2018

RE16-083 / Etude de faisabilité / Version 1.0



HYDRETUDES

N° Aménagement	Type d'aménagement	Longueur (ml)	Débit de dimensionnement (m ³ /s)	PK max	PK min	Alt max	Alt min	Description détaillée de l'aménagement proposé
RC1	Recalibrage lit mineur+ muret de rehausse	220	163.23	1.600	1.350	961	945	Recalibrage du lit + lissage + mur 87 m (H = 1,2 m) en aval du radier + lissage
RC2	Lissage lit mineur+ merlon de rehausse	120	166.64	1.900	1.750	916	910	Lissage lit 50 m + merlon 32 m hauteur variable
RC3	Lissage lit mineur+ merlon de rehausse	90	165.9	2.050	2.000	900	893	Lissage lit 90 m + merlon 90 m (H = 1 m)
RC4	Recalibrage lit mineur+ muret de rehausse	423	171.9	2.600	2.150	885	845	Recalibrage du lit + lissage+ mur 354 m (H = 1,2 m) et 45 m (H = 1 m)
RC5	Création d'un ouvrage de franchissement + muret de rehausse	159	183.34	3.050	3.150	805	795	Création pont cadre destruction radier rue des Bambins+ mur moellons RD et RG sur 45 m (H = 1,2 m)
RC6	Recalibrage lit mineur+ muret de rehausse	25	193.62	3.250	3.200	792	789	Recalibrage du lit + muret de rehausse (25 m, H = 0,5 m) + lissage
RC7	Recalibrage lit mineur+ muret de rehausse	100	190.32	3.450	3.350	780	760	Recalibrage du lit + muret de rehausse (67 m, H = 1,2 m) + lissage
RC8	Création d'un ouvrage de franchissement + muret de rehausse	145	192.5	3.950	4.100	710	700	Création pont cadre destruction radier rue frère Polycarpe+ mur moellons RD et RG sur 136 m (H = 1,2m)
RC9	Recalibrage lit mineur+ merlon de rehausse	50	197.8	4.300	4.300	675	670	Recalibrage du lit + lissage + merlon 30 m (H = 1,2 m)
RC10	Déviation affluent BA dans RC	70	3.75	5.000	4.950	608	605	Déviation de l'affluent du Bras d'Antoine dans la ravine des Cabris - Impasse Rocaille + mur
RC11	Recalibrage lit mineur+ muret de rehausse	40	196	5.150	5.100	590	585	Recalibrage du lit + muret de rehausse (60 m, H = 1 m) + lissage
RC12	Lissage lit mineur+ muret de rehausse	40	197.9	5.300	5.25	580	575	Lissage + muret de rehausse (25 m, H = 0,5 m) + lissage
RC13	Lissage lit mineur	40	195.07	5.500	5.400	570	565	Lissage
RC14	Lissage lit mineur	172	195.7	5.800	5.600	550	525	Lissage

Tableau 3 : Synthèse des aménagements proposés – Ravine des Cabris

Août 2018

RE16-083/ Etude de faisabilité/Version 1.0



HYDRETUDES

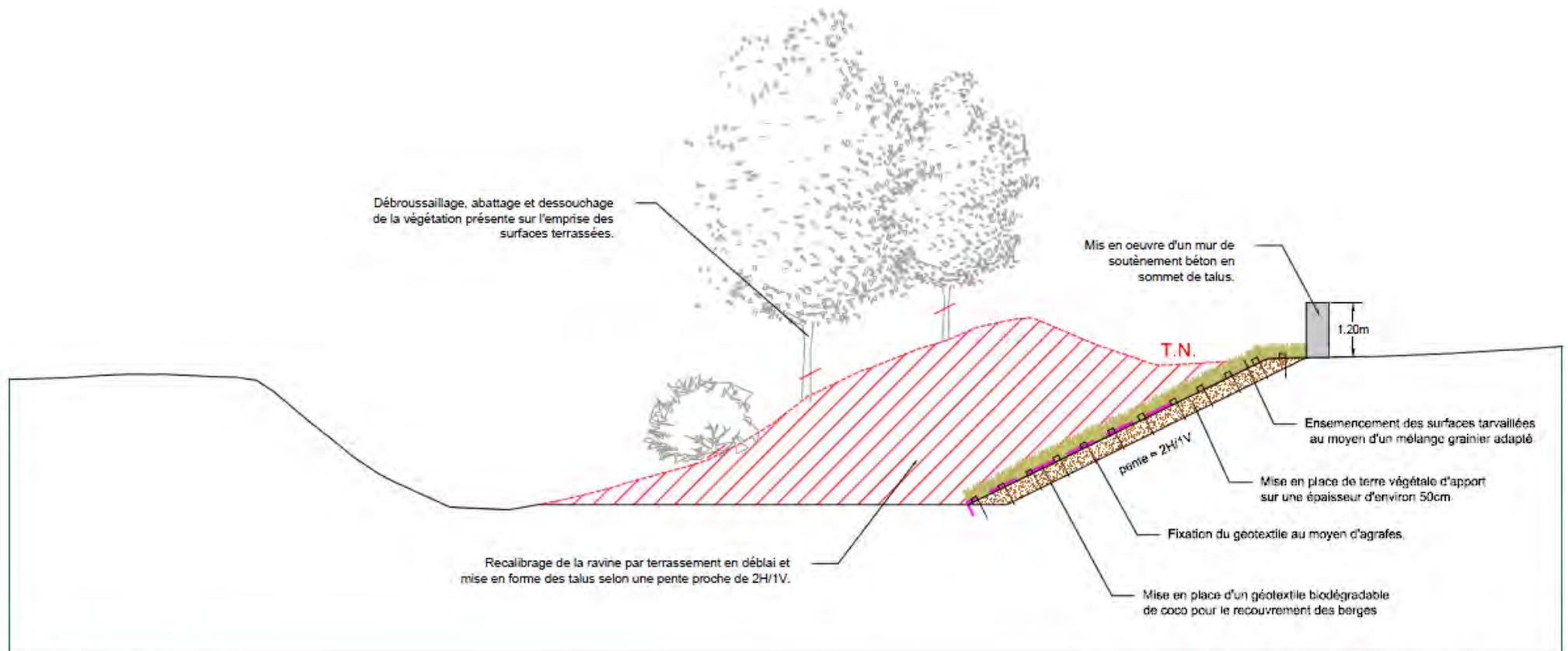
Le tableau suivant indique la synthèse quantitative des aménagements par ravine :

	Ravine des Cabris	Bras d'Antoine
Longueur aménagée (ml)	1694	2360
Mur de rehausse 50 cm (ml)	0	50
Mur de rehausse 80 cm (ml)	208	0
Mur de rehausse 1 m (ml)	111	105
Mur de rehausse 1,2 m (ml)	0	380
Mur de rehausse 1,3 m (ml)	86	354
Merlon (ml)	0	152
Volume de déblais (m ³)	78 000	

Tableau 4 : Synthèse quantitative des aménagements par ravine

Les figures suivantes indiquent des profils types des aménagements proposés :





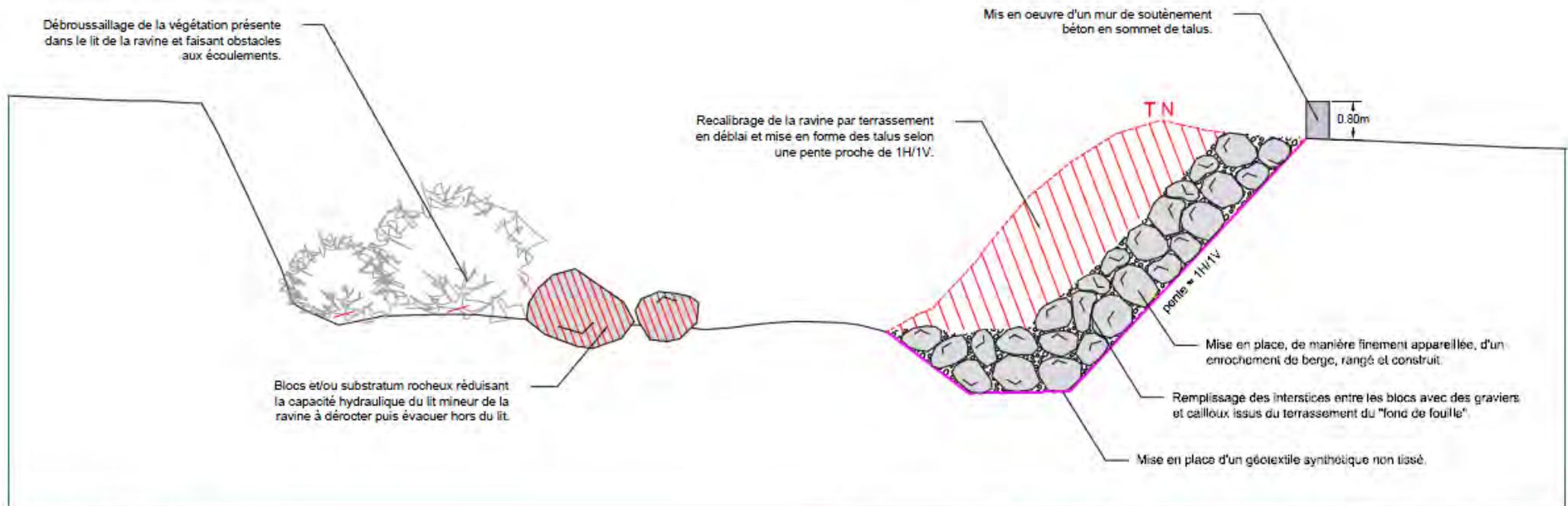
Echelle : 1/100ème

Recalibrage de ravine - Profil type 1

Figure 131 : Profil aménagement type 1

Ce 1^{er} profil type donné en exemple, propose un recalibrage du lit avec talus 2H/1V et la mise en œuvre d'un muret de rehausse.





Echelle : 1/100ème

Recalibrage de ravine et stabilisation de berge - Profil type 2

Figure 132 : Profil aménagement type 2

Ce 2nd profil type donné en exemple, propose un recalibrage du lit, avec lissage du lit et avec talus 1H/1V avec confortement de berge en enrochement libre et la mise en œuvre d'un muret de rehausse.



5. SYNTHÈSE DES IMPACTS FONCIERS

Les surfaces des parcelles impactées par le projet ont été déterminées via le cadastre SIG disponible datant de 2014. **Ce cadastre n'est pas parfaitement calé, ainsi, les impacts fonciers devront être précisés dans les études de maîtrise d'œuvre.** Néanmoins cette approche permet d'identifier la majorité des parcelles potentiellement impactées par le projet.

N° aménagement	N°parcelle (source : cadastre 2014)	Surface impactée (m²)*	N° aménagement	N°parcelle (source : cadastre 2014)	Surface impactée (m²)*
BA2	BK1595	214	BA10	BV1007	116
BA2	BK1529	290	BA10	BV1614	698
BA2	BK1528	127	BA11	BV2289	120
BA3	BK0957	23	BA11	BV0684	580
BA3	BK0198	110	BA11	BV2290	28
BA3	BK0163	146	BA13	BV1167	73
BA3	BK1305	122	BA13	BV1166	179
BA3	BK0412	58	BA13	BV0691	43
BA4	BS0208	1220	BA13	BV0876	185
BA4	BS0207	2205	BA14	BV0831	31
BA4	BS0206	2490	BA14	BV2677	127
BA5	BS0205	3170	BA14	BV0717	128
BA6	BT0966	287	BA14	BV0889	70
BA7	BT0212	50	BA14	BV0890	55
BA7	BT0421	180	BA14	BV1434	65
BA7	BT0420	46	BA14	BV0959	267
BA8	BT1059	45	BA14	BV1435	79
BA8	BT1056	50	BA14	BV1452	25
BA8	BT0933	57	BA14	BV2593	103
BA8	BT0544	35	BA14	BV1266	69
BA8	BT0545	88	BA15	BV0503	383
BA8	BT1020	173	BA15	BV1462	60
BA8	BT1019	155	BA15	BV0532	30
BA8	BT0929	80	BA15	BV0531	70
BA8	BT0809	140	BA15	BV0528	40
BA8	BT0932	70	BA15	BV2481	100
BA8	BT0898	36	BA15	BV1145	27
BA8	BT0897	42	BA15	BV1146	100
BA8	BT1086	23	BA16	HN0915	111
BA8	BT0804	1	BA16	HN0675	132
BA8	BT0489	80			
BA8	BT0479	172			
BA8	BT1120	117			
BA8	BT1087	147			

Tableau 5 : Synthèse des impacts fonciers – Bras d'Antoine

**Les surfaces ont été calculées via une analyse SIG, une étude foncière précise basée sur des relevés topographiques réalisés par un géomètre expert (document d'arpentage) devra être réalisée afin de déterminer l'impact foncier réel.*



N° aménagement	N° parcelle (source : cadastre 2014)	Surface impactée (m ²)*
RC1	AW0113	3230
RC3	BI0029	771
RC4	BI0548	140
RC4	BI0028	141
RC4	BI0543	26
RC4	BI0606	170
RC4	BI0349	1186
RC4	BI0545	55
RC4	BI0605	281
RC4	BI0546	120
RC4	BI0019	500
RC4	BI0026	890
RC4	BI0542	335
RC4	BI0018	450
RC4	BI0017	113
RC4	BI0025	1120
RC4	BI0348	1080
RC4	BI0023	885
RC4	BI0022	434
RC7	BS0938	185
RC9	BS0845	100
RC10	BT1137	3000
RC11	EN0020	273
RC14	BV2751	555
RC14	BV2750	440
RC14	BV1293	130
RC14	BV0428	860
RC14	BV0427	794
RC14	BV1525	112
RC14	BV2493	103

Tableau 6 : Synthèse des impacts fonciers – Ravine des Cabris

**Les surfaces ont été calculées via une analyse SIG, une étude foncière précise basée sur des relevés topographiques réalisés par un géomètre expert (document d'arpentage) devra être réalisée afin de déterminer l'impact foncier réel.*



MODELISATION A L'ETAT PROJET

1. INTRODUCTION

Les aménagements décrits dans les chapitres précédents ont tous été intégrés dans le modèle :

- Intégration des nouveaux ponts (Bras d'Antoine : route des Caféiers et RD3, ravine des Cabris : rue des Bambins et rue frère Polycarpe),
- Modification du MNT pour les recalibrages des lits mineurs,
- Ajouts des murs de rehausse de berge dans le modèle.

Deux modélisations ont été réalisées pour une occurrence Q_{100} et une occurrence Q_{30} . Les débits injectés sont les mêmes qu'à l'état initial excepté les débits modifiés par l'ouvrage de délestage. Les hydrogrammes injectés correspondent aux hydrogrammes indiqués figures 17 à 20.

Les chapitres suivants indiquent les résultats de ces modélisations.

2. ETAT PROJET – SCENARIO N°4 – Q_{30}

2.1. INTRODUCTION

La simulation d'une crue tricennale sur la zone d'étude aménagée a permis de mettre en évidence les paramètres caractéristiques des écoulements induits présentés dans les chapitres suivants.

2.2. RESULTATS DE L'ETAT PROJET – Q_{30}

Les figures ci-après illustrent l'étendue de la zone d'expansion de la crue à l'état projet du site résultant des modélisations mathématiques 2D :



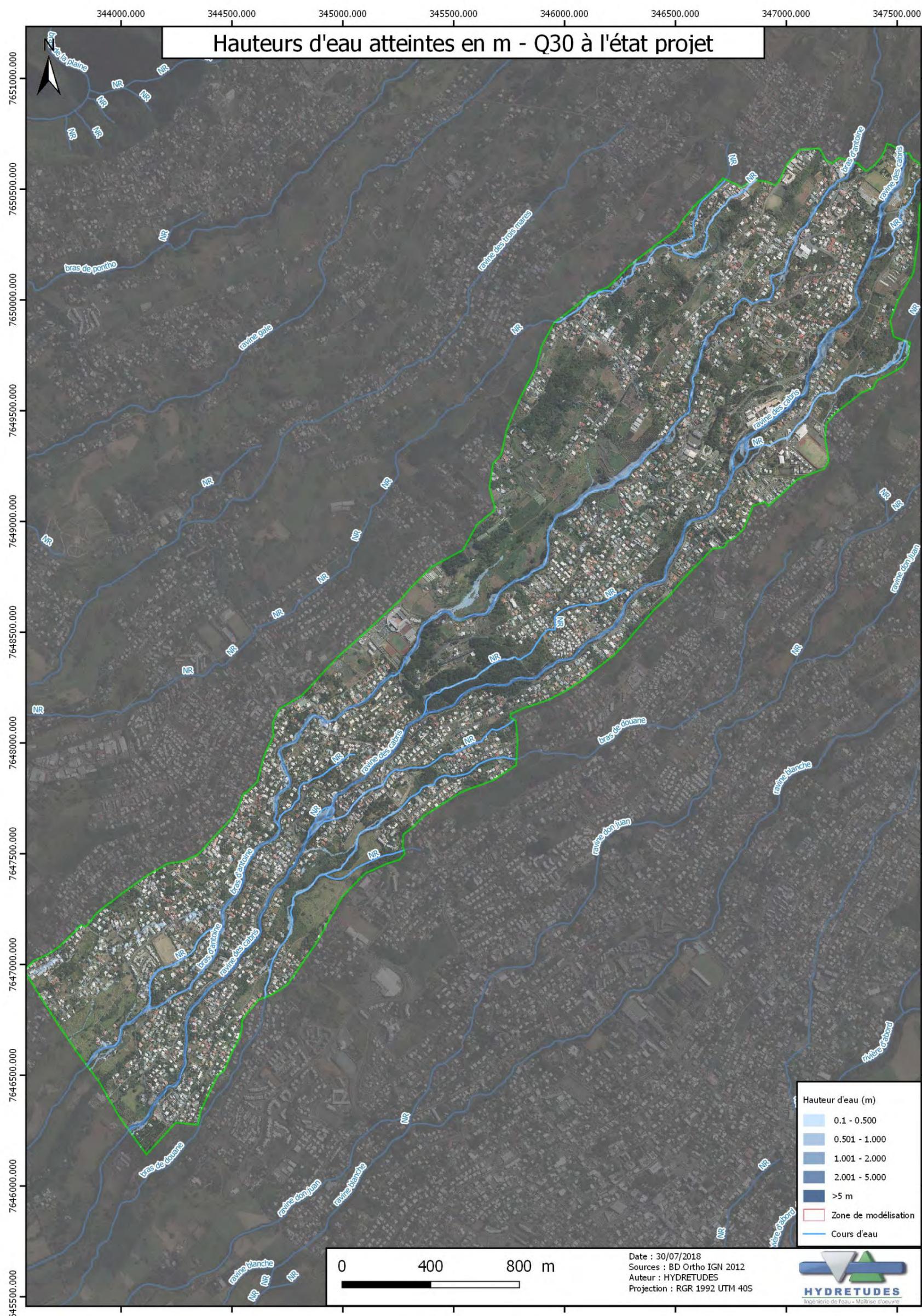


Figure 133 : Hauteurs d'eau atteintes en m - Q30 à l'état projet

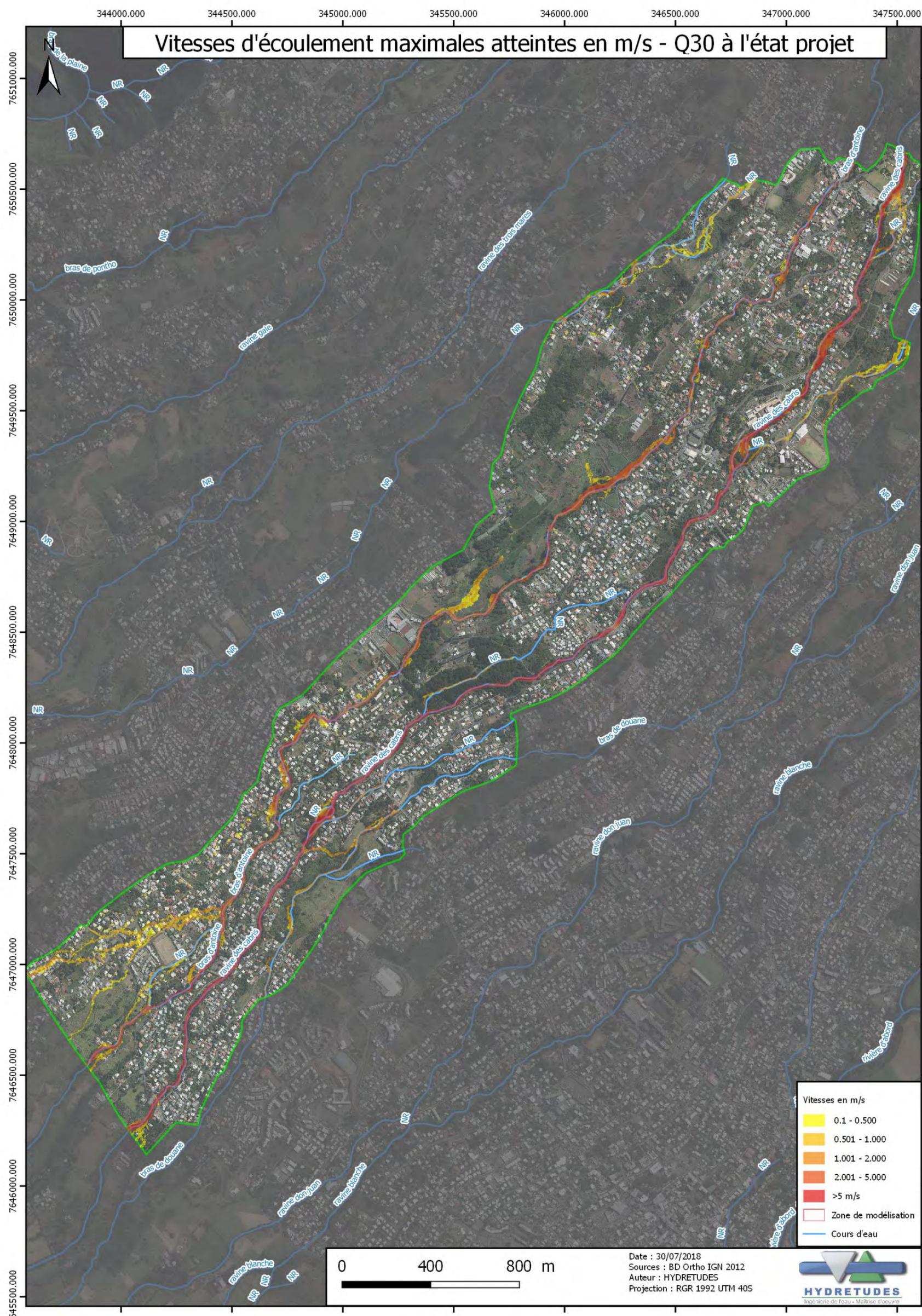


Figure 134 : Vitesses d'écoulement maximales atteintes en m/s – Q30 à l'état projet



2.3. ANALYSE DES RESULTATS DE L'ETAT PROJET – Q_{30}

Les résultats de cette modélisation montrent que les aménagements proposés permettent de contenir la majorité des débordements du Bras d'Antoine et de la ravine des Cabris pour une occurrence tricennale.

Néanmoins, il subsiste quelques débordements :

- Concernant le Bras d'Antoine :
 - En rive gauche et rive droite, au droit du radier chemin Raphael Babet :

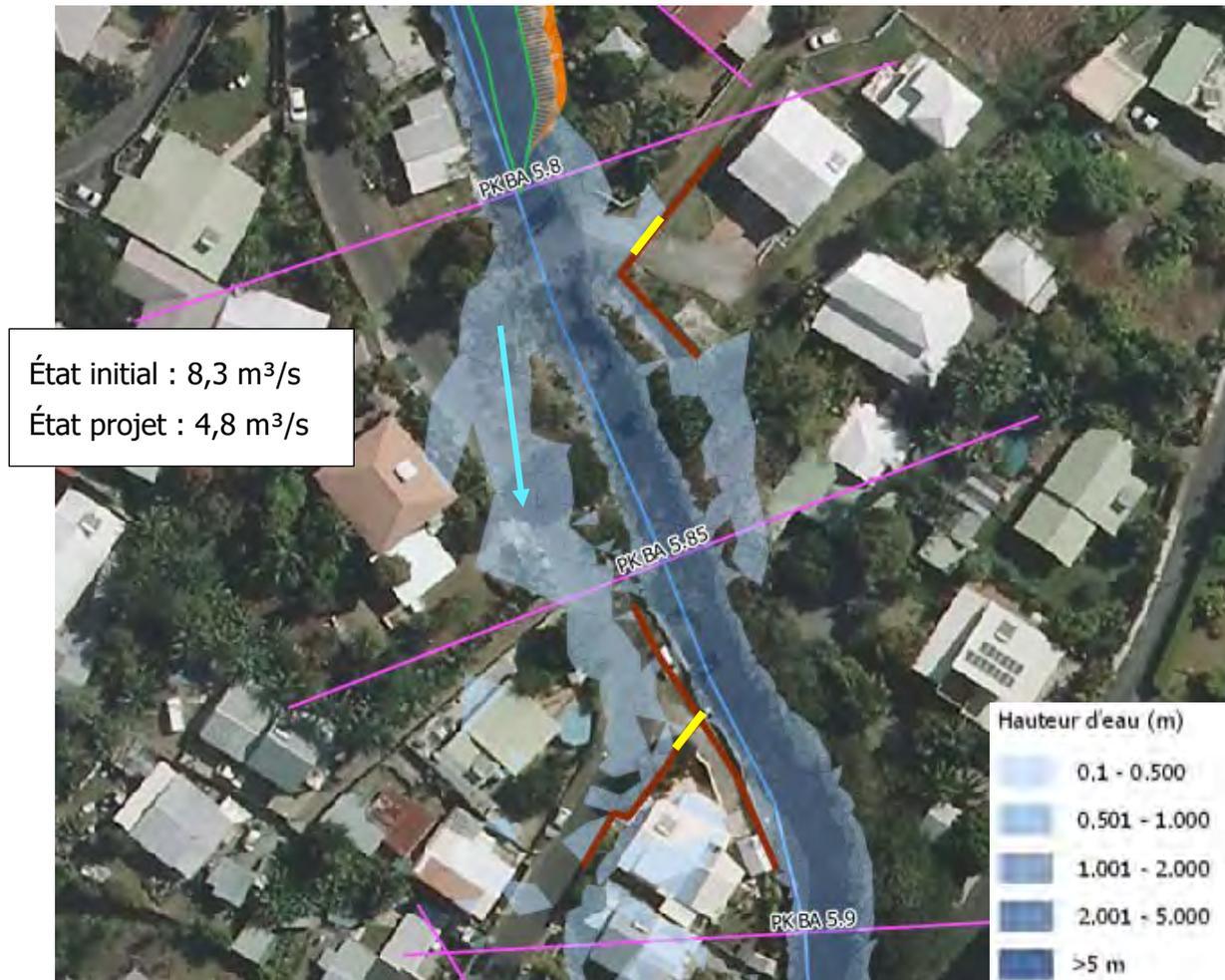


Figure 135 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q_{30} au droit du radier chemin Raphael Babet

Le débordement en rive droite est réduit de 42 % environ. Le projet améliore donc la situation hydraulique du secteur. Afin de diminuer la vulnérabilité des habitations situées au droit des débordements, l'aménagement n°BA11 est complété par la mise en place de 2 batardeaux (H = 80 cm) pour protéger les habitations des parcelles n°BV2285 et n°BV0733 (en jaune sur la figure précédente).

Nota : en rive gauche, les débordements sont faibles et regagne le bras d'Antoine rapidement.



- En rive gauche et rive droite, au droit du radier impasse Nelson Lebon :

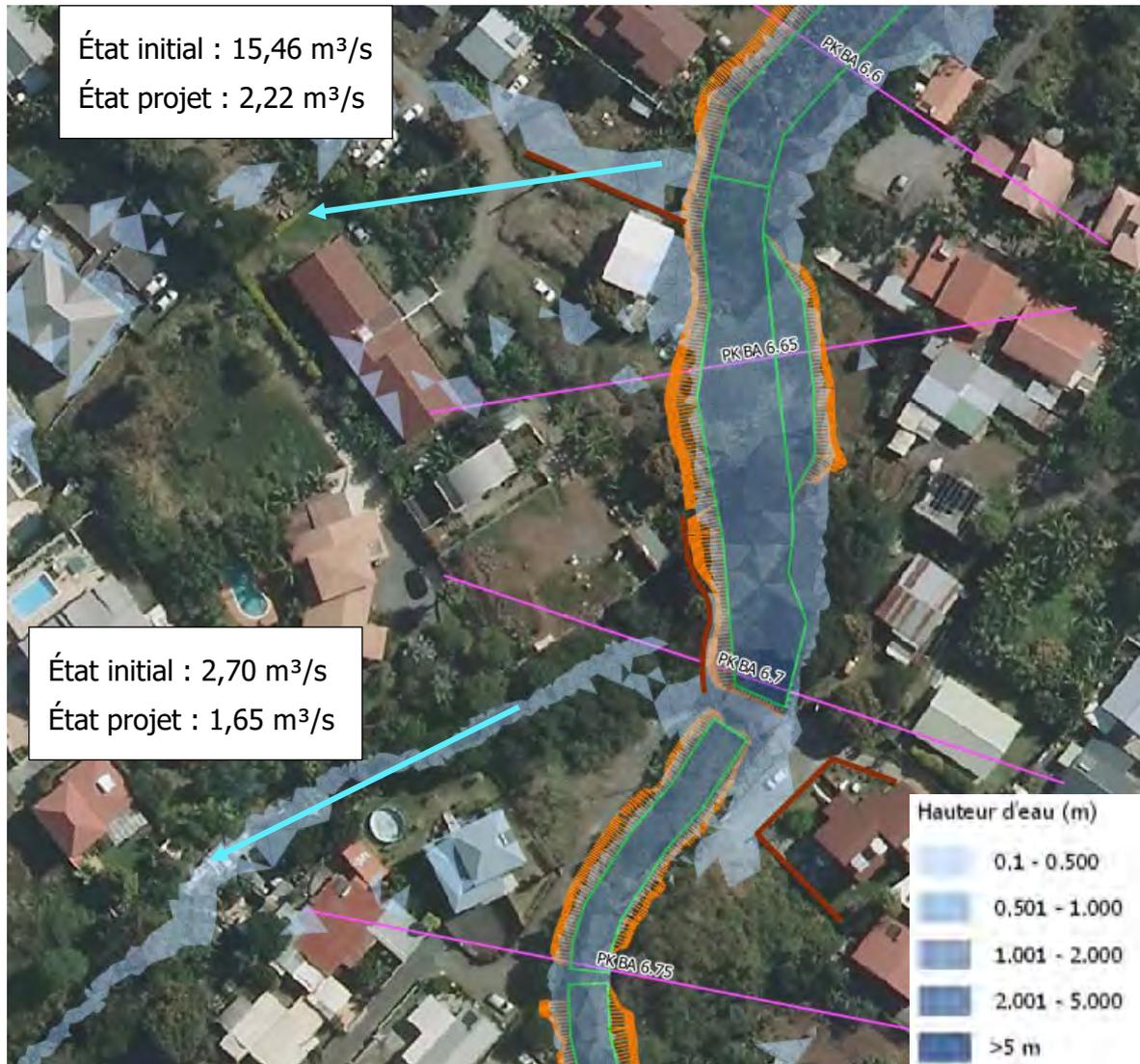


Figure 136 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q_{30} au droit du radier impasse Nelson Lebon

Le débordement en rive droite en amont du radier est réduit de 84 % environ.

Le débit transitant dans le bras de décharge est réduit de 39 % environ.

Le projet améliore donc la situation hydraulique du secteur.

- En aval de la RD 400 (commune de Saint-Pierre) :

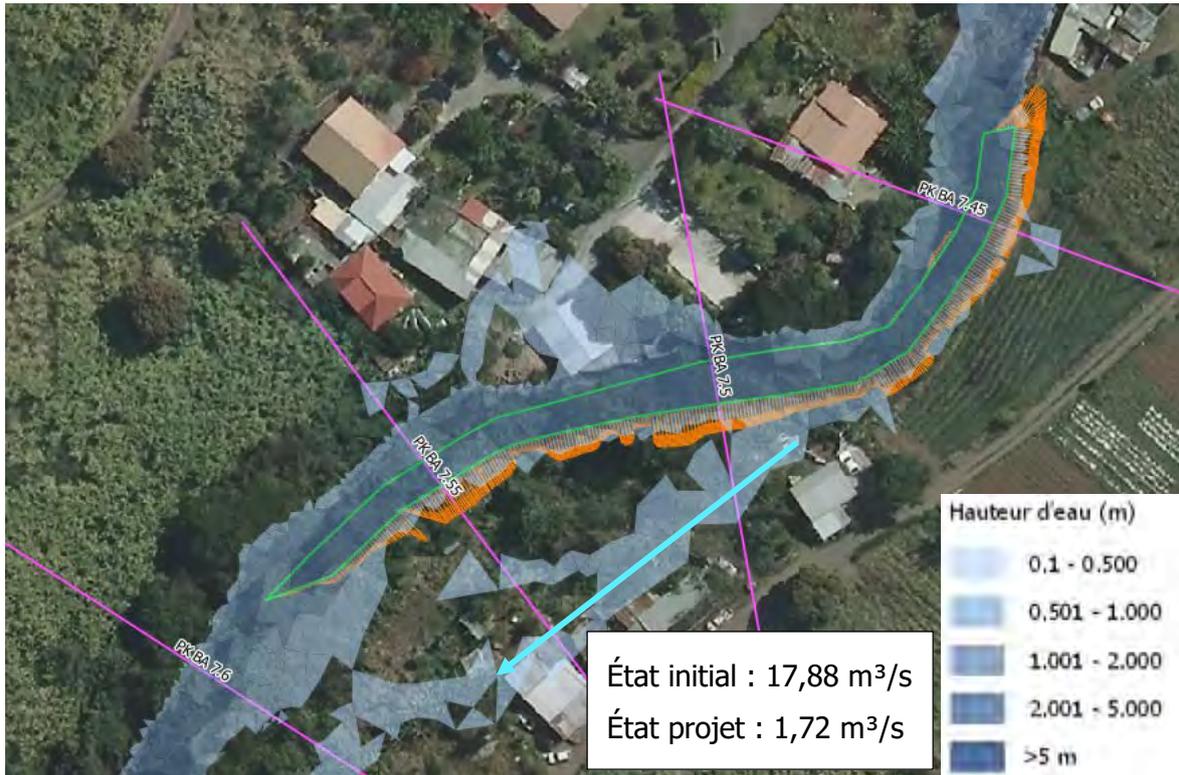


Figure 137 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q_{30} en aval de la RD400

Le débordement en rive gauche est réduit de 90 % environ.

Le projet améliore donc la situation hydraulique du secteur.

- Concernant la ravine des Cabris :
 - En rive droite, en amont de la route du Géranium :



Figure 138 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q_{30} en amont de la route du Géranium

Au droit des serres le débordement est plus important, il augmente de 33% par rapport à l'état initial. Cela est dû au délestage en amont (+44 m^3/s dans la ravine des Cabris pour une crue tricennale).

L'aménagement proposé ne suffit donc pas à supprimer l'effet du délestage. Cet élargissement du lit mineur devra être accompagné par la mise en place d'un mur de rehausse de la berge en rive gauche. Ce mur sera l'objet d'une mesure compensatoire pour réduire l'effet du projet.

Malgré qu'il subsiste quelques petits débordements, la faisabilité, en terme hydraulique, des aménagements proposés est donc démontrée par cette modélisation pour une crue tricennale.

3. ETAT PROJET – SCENARIO N°5 – Q₁₀₀

3.1. INTRODUCTION

La simulation d'une crue centennale sur la zone d'étude aménagée a permis de mettre en évidence les paramètres caractéristiques des écoulements induits présentés dans les chapitres suivants.

3.2. RESULTATS DE L'ETAT PROJET – Q₁₀₀

Les figures ci-après illustrent l'étendue de la zone d'expansion de la crue à l'état projet du site résultant des modélisations mathématiques 2D :



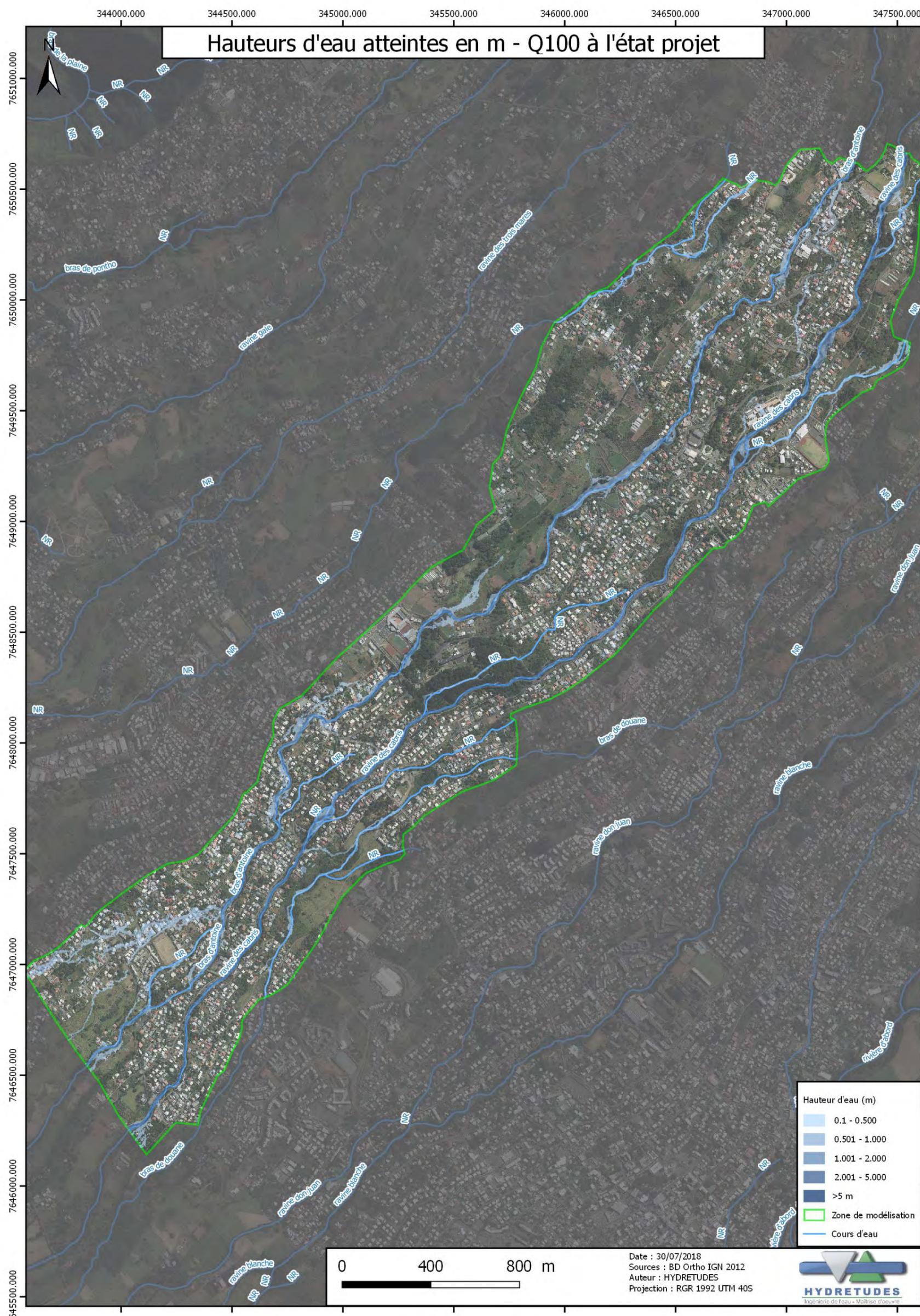


Figure 139 : Hauteurs d'eau atteintes en m – Q₁₀₀ à l'état projet



3.3. ANALYSE DES RESULTATS DE L'ETAT PROJET – Q_{100}

Les résultats de cette modélisation montrent que les aménagements proposés permettent de contenir la majorité des débordements de la ravine des Cabris pour une occurrence centennale.

Néanmoins, il subsiste quelques débordements concernant la ravine des Cabris :

- En rive droite, en amont de la route du Géranium :

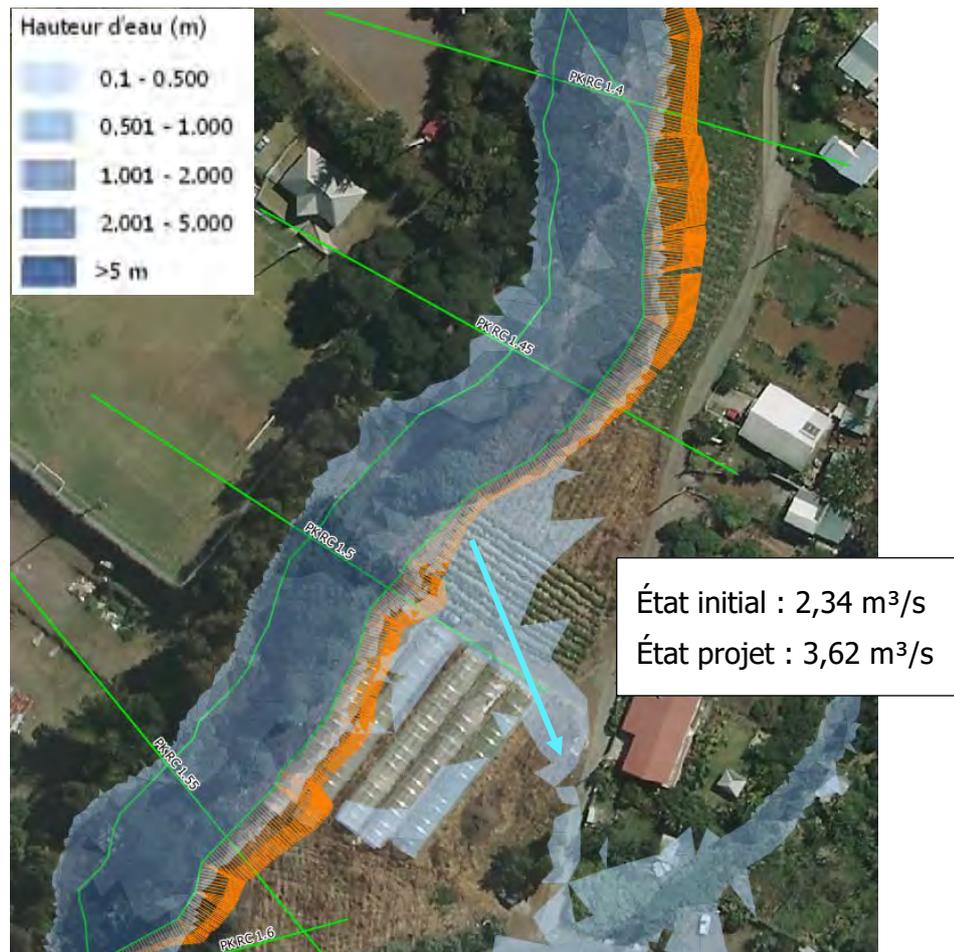


Figure 141 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q_{100} en amont de la route du Géranium

Comme à pour une crue tricennale, au droit des serres le débordement est plus important, il augmente de 35% par rapport à l'état initial. Cela est dû au délestage en amont (+55 m^3/s dans la ravine des Cabris pour une crue centennale).

L'aménagement proposé ne suffit donc pas à supprimer l'effet du délestage. Cet élargissement du lit mineur devra être accompagné par la mise en place d'un mur de rehausse de la berge en rive gauche. Ce mur sera l'objet d'une mesure compensatoire pour réduire l'effet du projet.

- En rive droite et rive gauche, au droit de l'ouvrage rue frère Polycarpe :



Figure 142 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q_{100} au droit de la rue frère Polycarpe

L'ouvrage proposé présente une section de 55,5 m² pour un débit capable de 159 m³/s.

L'ouvrage est en charge pour une crue centennale, mais les débordements sont moindres qu'à l'état initial :

- Le débordement en rive droite est réduit de 92 % environ,
- Le débordement en rive gauche est réduit de 62 % environ.

L'aménagement proposé n'aggrave pas la situation par rapport à l'état initial, la situation est améliorée puisque les débordements sont sensiblement plus faibles.

Malgré qu'il subsiste ces quelques petits débordements, la faisabilité, en terme hydraulique, des aménagements proposés est donc démontrée par cette modélisation pour une crue centennale pour la ravine des Cabris.

Pour le Bras d'Antoine, les aménagements ont été dimensionnés pour une crue tricennale. En crue centennale, des débordements sont donc toujours existants.

Il convient donc de vérifier si, pour une crue centennale, les aménagements proposés ne dégradent pas la situation initiale.

C'est l'objet du chapitre suivant « Impact du projet ».

IMPACT DES AMENAGEMENTS PROPOSES

1. INTRODUCTION

Pour que le projet soit viable réglementairement, le principe à respecter est la non-aggravation des risques inondation sur la zone d'étude et en aval de la zone d'étude.

Le chapitre précédent a montré que :

- pour une crue tricennale, les aménagements n'aggraveront pas les risques inondation sur la zone d'étude¹,
- pour une crue centennale, les risques inondation ne seront pas aggravés par les aménagements pour les écoulements de la ravine des Cabris¹.

Il reste donc à démontrer que les aménagements proposés :

- n'aggraveront pas les risques inondation pour une crue centennale pour les écoulements du Bras d'Antoine,
- n'aggraveront pas les risques inondation pour une crue centennale et une crue centennale en aval de la zone d'étude sur la commune de Saint-Pierre.

C'est l'objet du présent chapitre.

2. ANALYSE DES IMPACTS DES AMENAGEMENTS PROPOSES – Q100 – ZONE D'ETUDE

Cette analyse ne peut être réalisée en comparant le PPRi actuel à la situation projet. En effet, l'emprise des zones inondables issue de la modélisation de l'état initial est sensiblement différente du zonage PPRi. Une actualisation du PPRi pourra être proposée en conséquence lors de sa prochaine révision via les résultats de la modélisation de l'état initial.

L'analyse effectuée ci-après est donc basée sur la comparaison des emprises des zones inondables pour une crue centennale à l'état initial et pour une crue centennale à l'état projet.

¹ Excepté au PKRC 1.350 en amont de la route du Géranium où une mesure compensatoire est identifiée



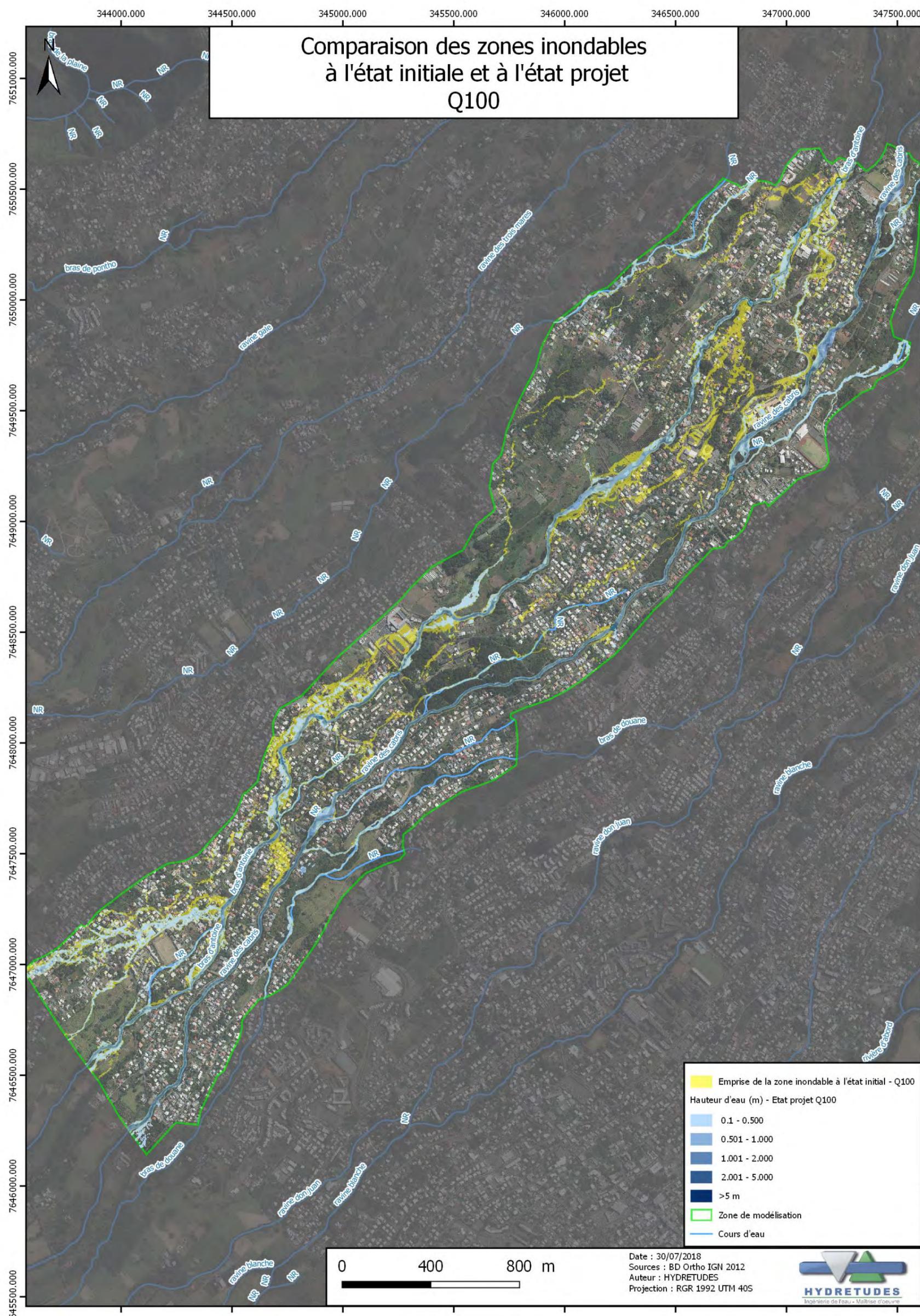


Figure 143 : Comparaison des zones inondables à l'état initial et à l'état projet - Q100



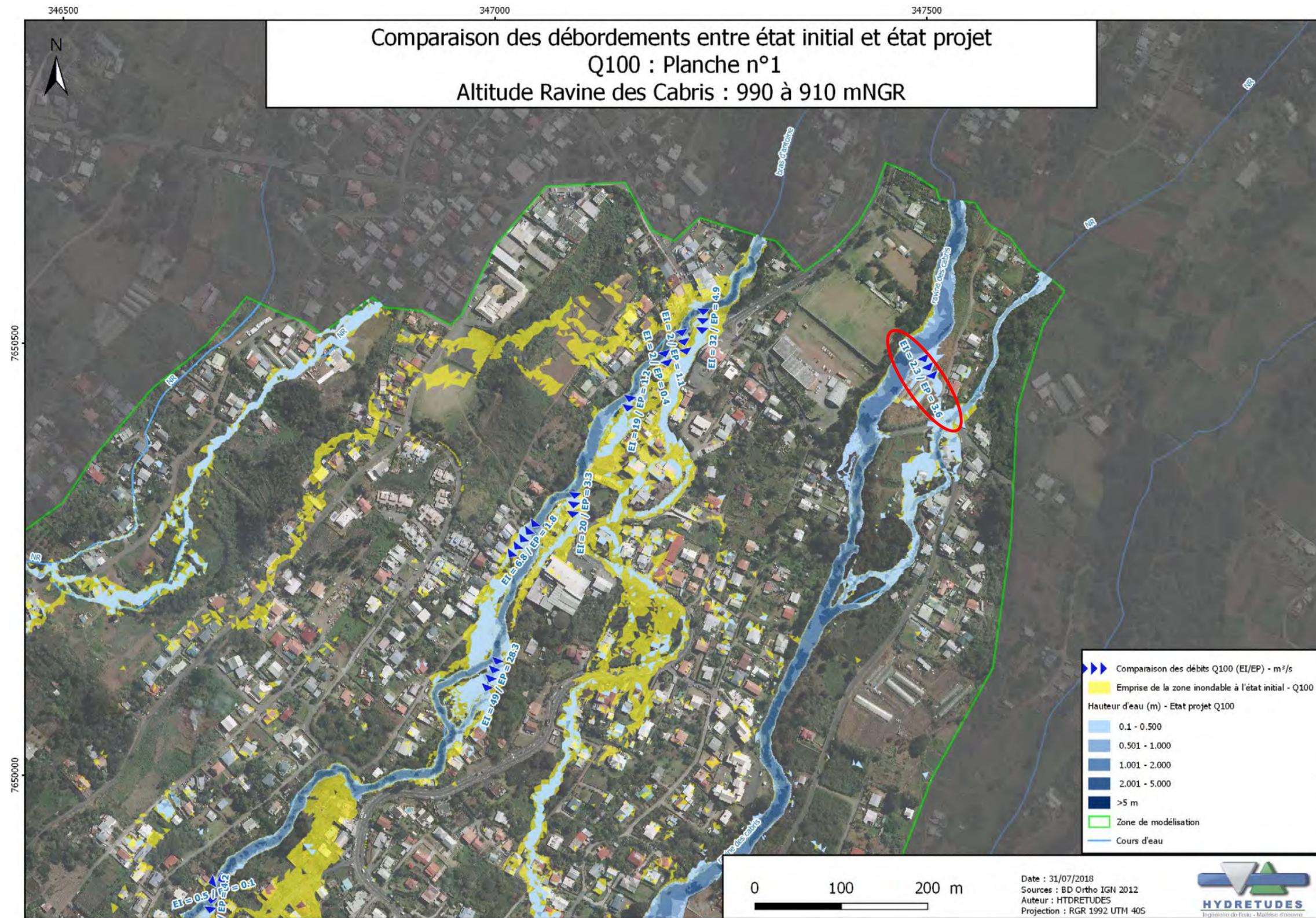


Figure 144 : Comparaison des débits de débordements à l'état initial et à l'état projet – Q₁₀₀ – Planche n°1



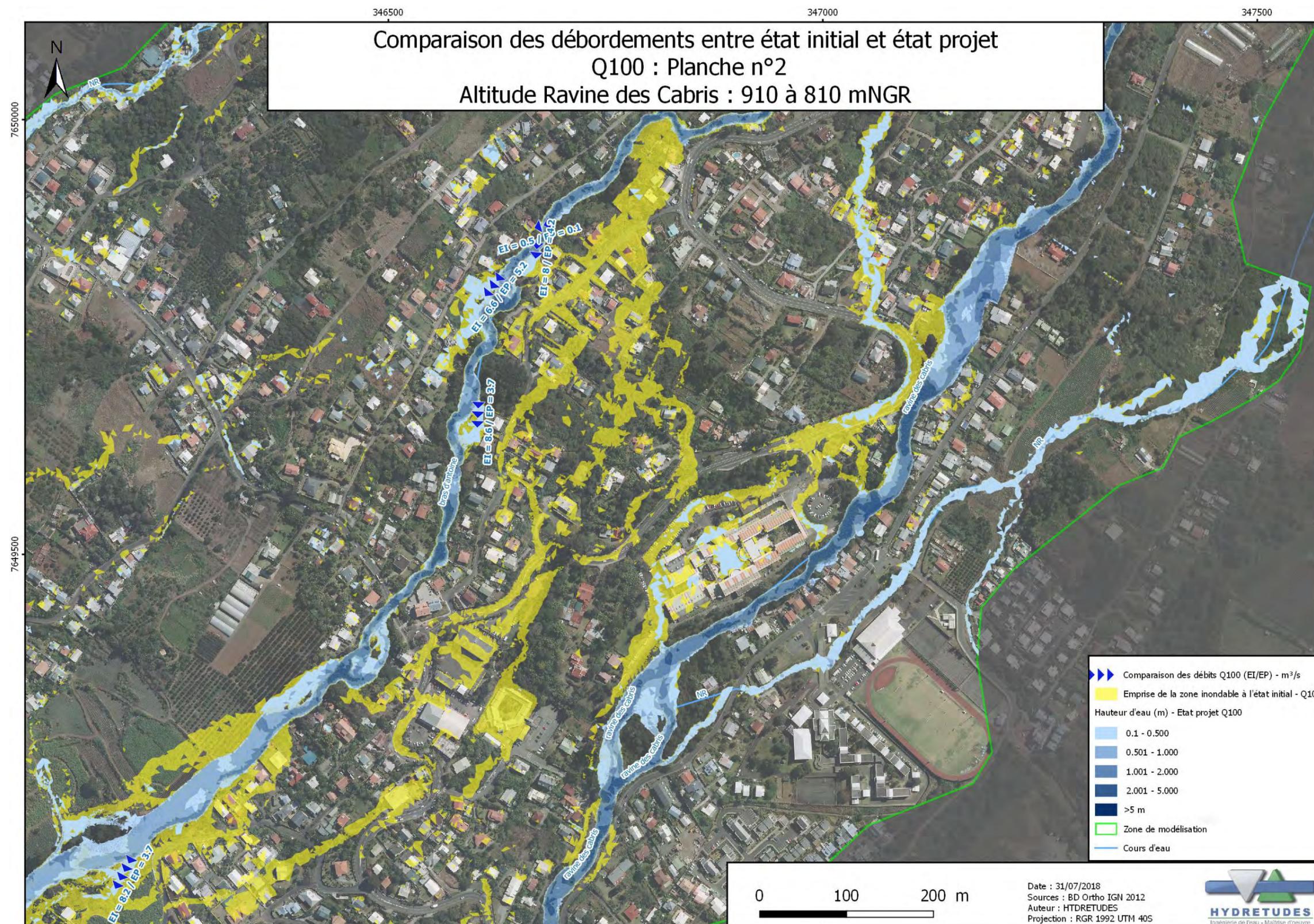


Figure 145 : Comparaison des débits de débordements à l'état initial et à l'état projet – Q₁₀₀ – Planche n°2

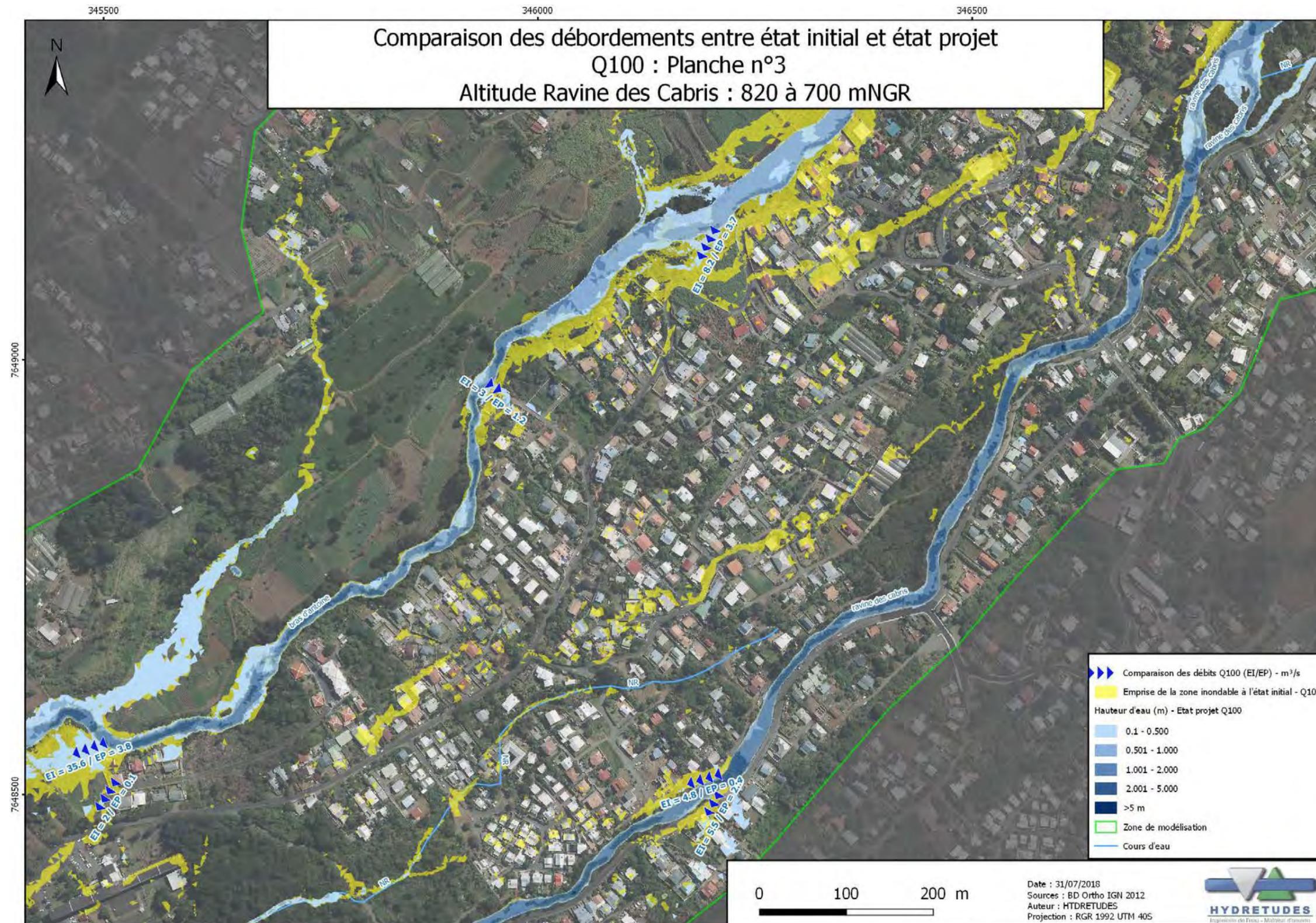


Figure 146 : Comparaison des débits de débordements à l'état initial et à l'état projet – Q₁₀₀ – Planche n°3



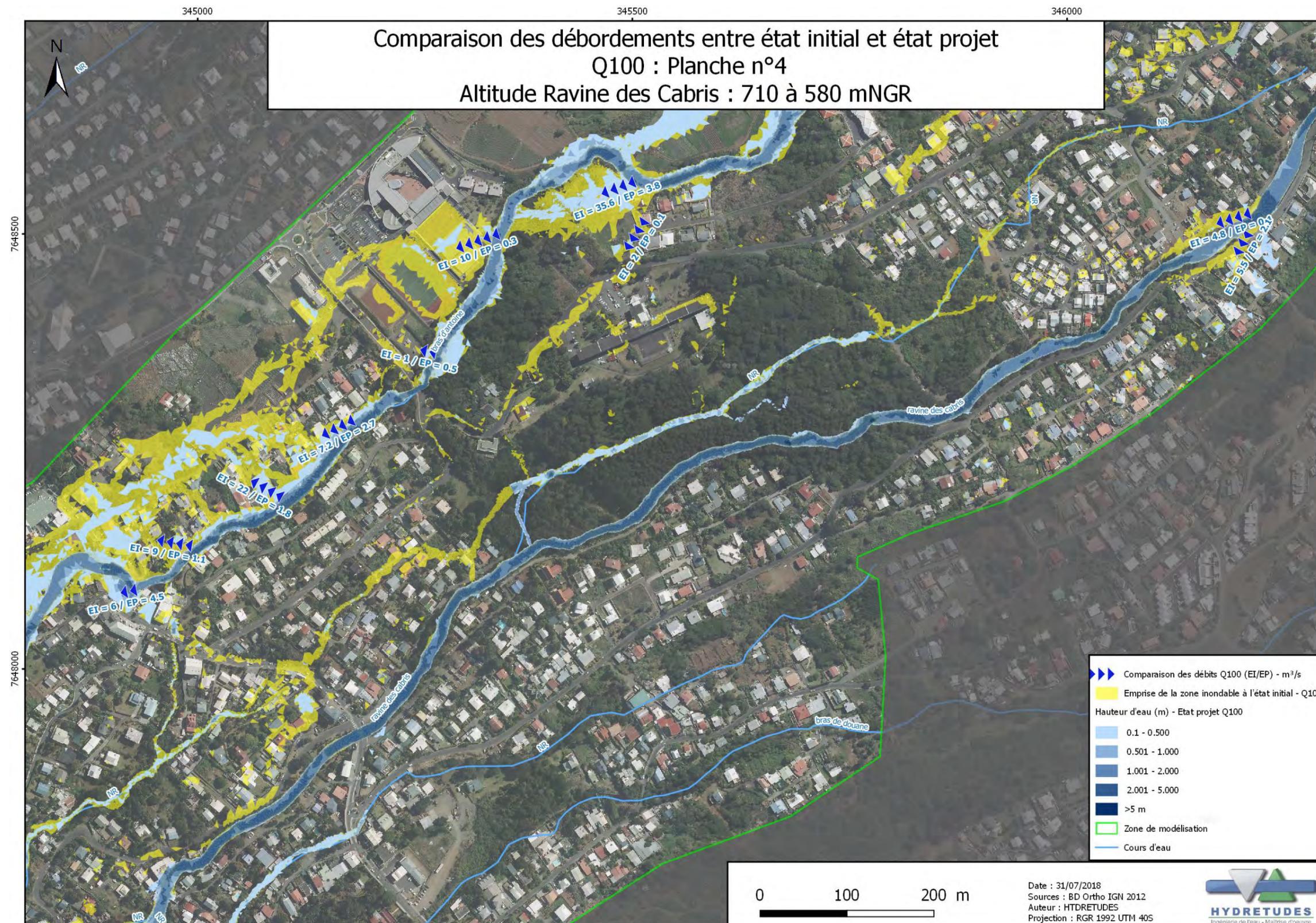


Figure 147 : Comparaison des débits de débordements à l'état initial et à l'état projet – Q₁₀₀ – Planche n°4



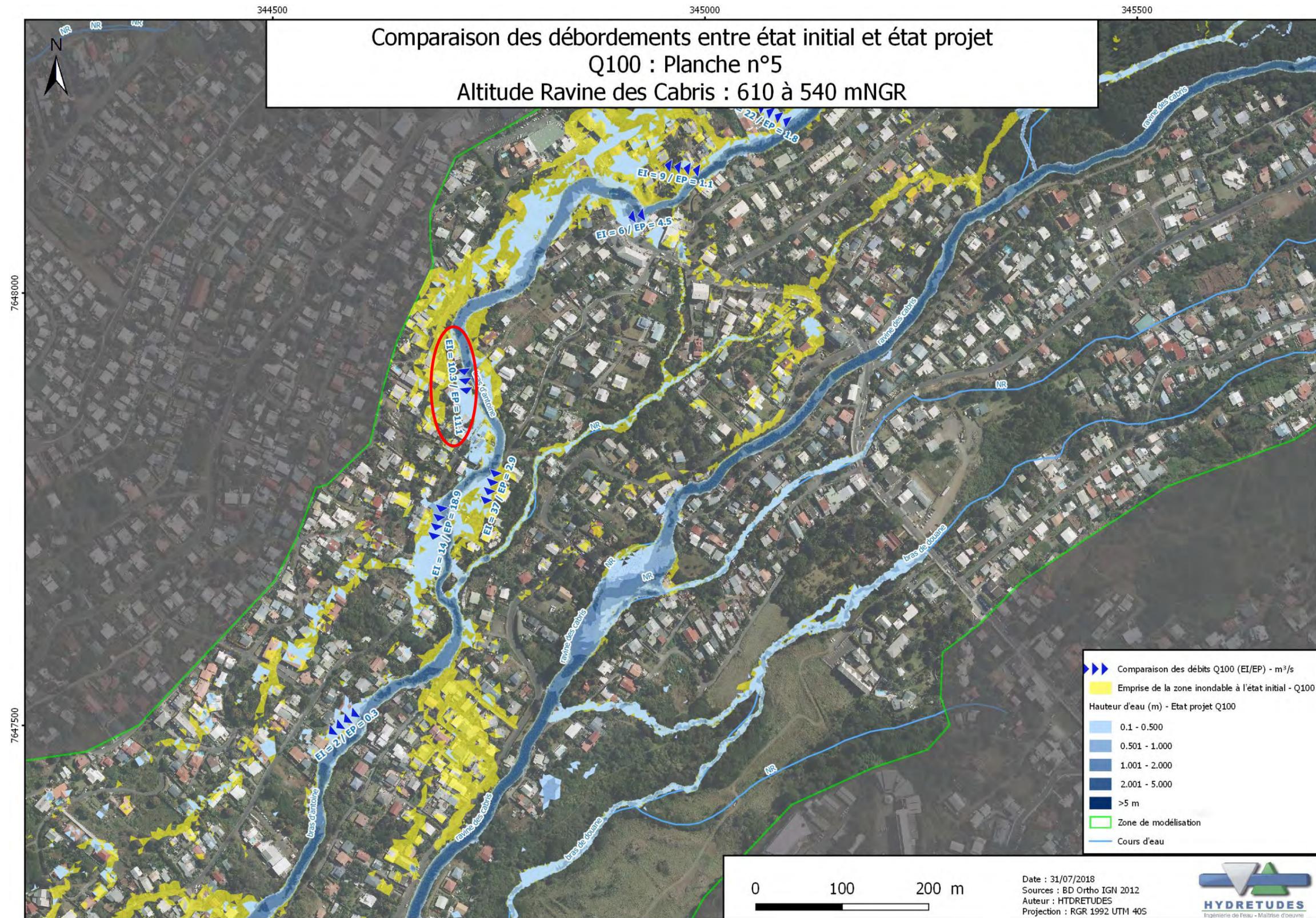


Figure 148 : Comparaison des débits de débordements à l'état initial et à l'état projet - Q100 - Planche n°5



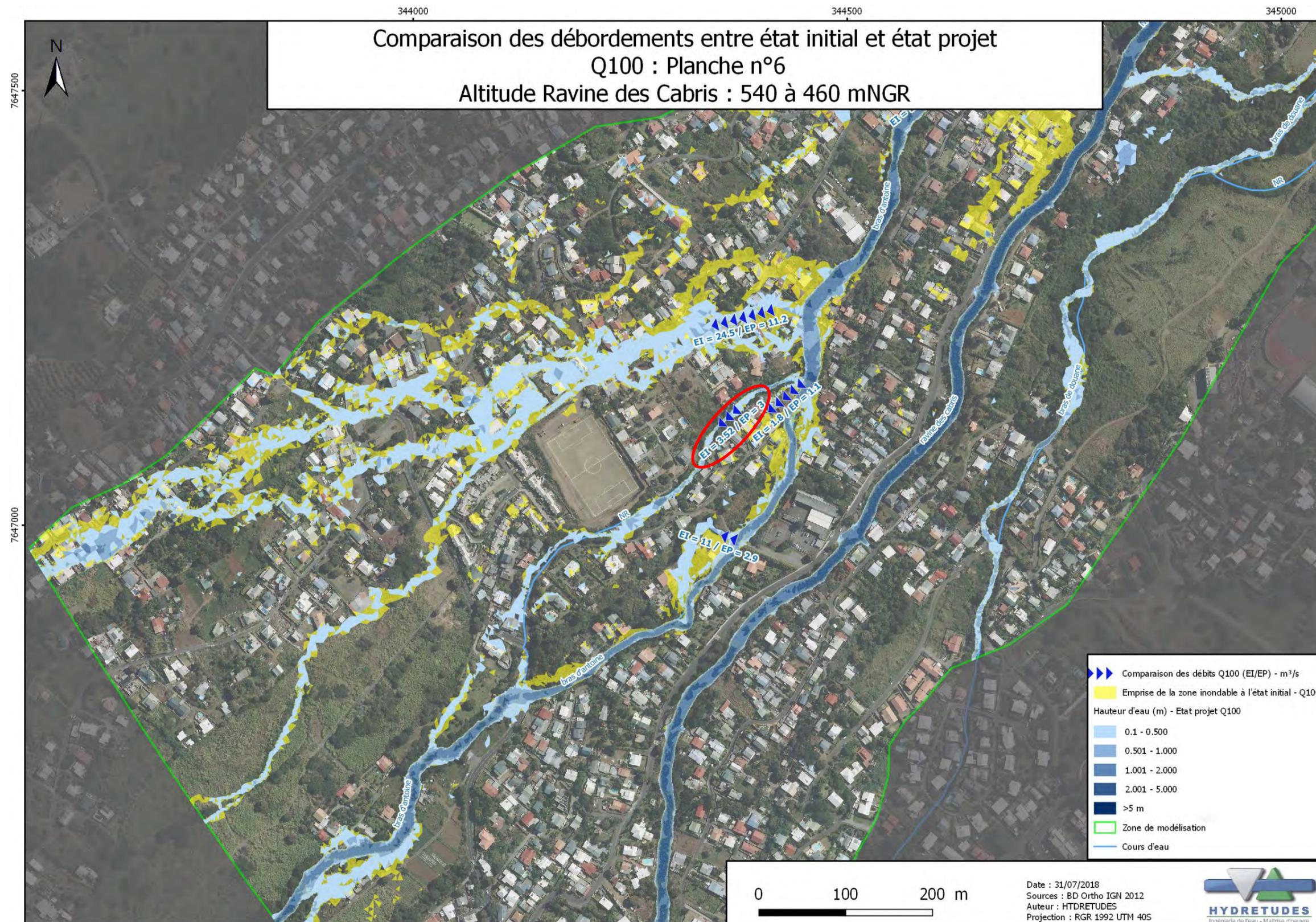


Figure 149 : Comparaison des débits de débordements à l'état initial et à l'état projet – Q₁₀₀ – Planche n°6



Cette cartographie fait ressortir trois points (encadrés en rouge sur les figures précédentes) où les débordements sont plus importants à l'état initial qu'à l'état projet :

- Concernant le Bras d'Antoine :
 - Débordement rive droite à l'aval du radier rue Edmond Rostand :

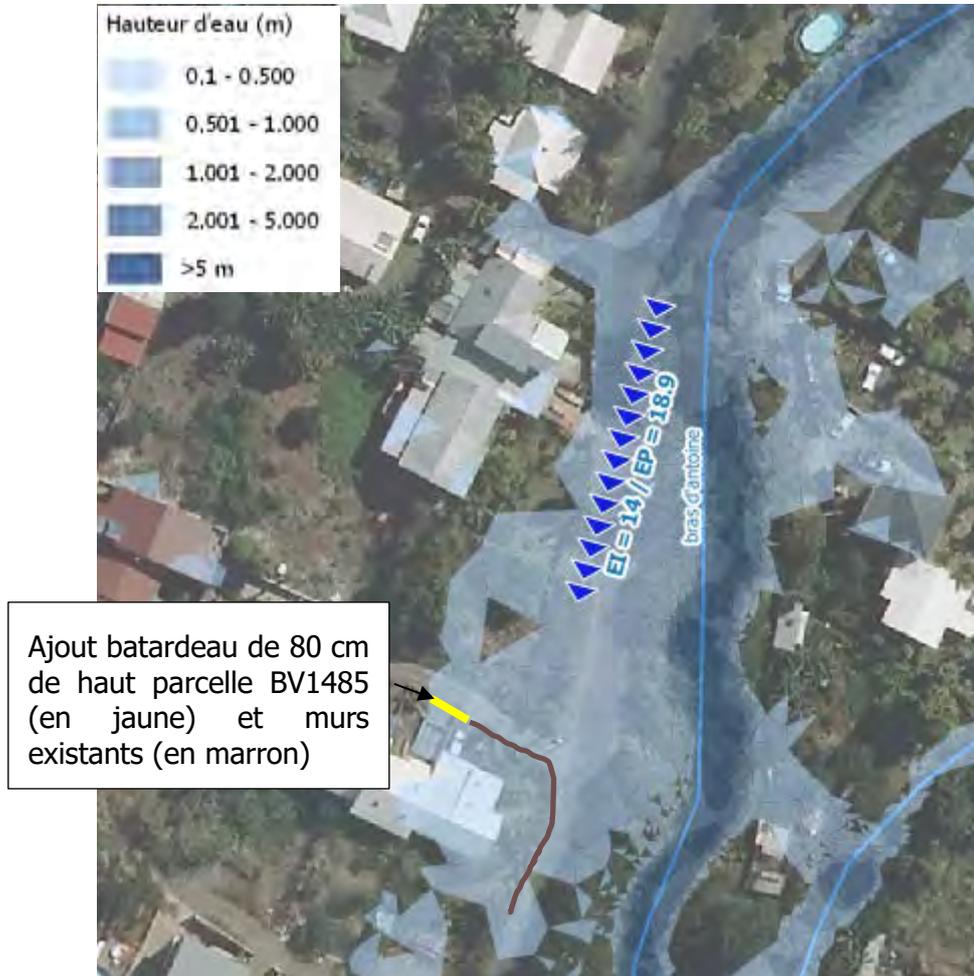


Figure 150 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q_{100} au droit du radier rue Edmond Rostand

La majorité des débordements reviennent dans le lit mineur du bras d'Antoine. Néanmoins, l'habitation située sur la parcelle BV1485 est touchée par les inondations au niveau du portail. Les murs de clôture existants et non intégrés à la modélisation contiennent en réalité les écoulements.

Une mesure compensatoire est donc proposée pour diminuer la vulnérabilité face aux inondations de cette habitation : ajout d'un batardeau de 80 cm de hauteur pour compléter l'aménagement BA12.

- Débit dans le bras de décharge à l'amont du radier de l'impasse Nelson Lebon :

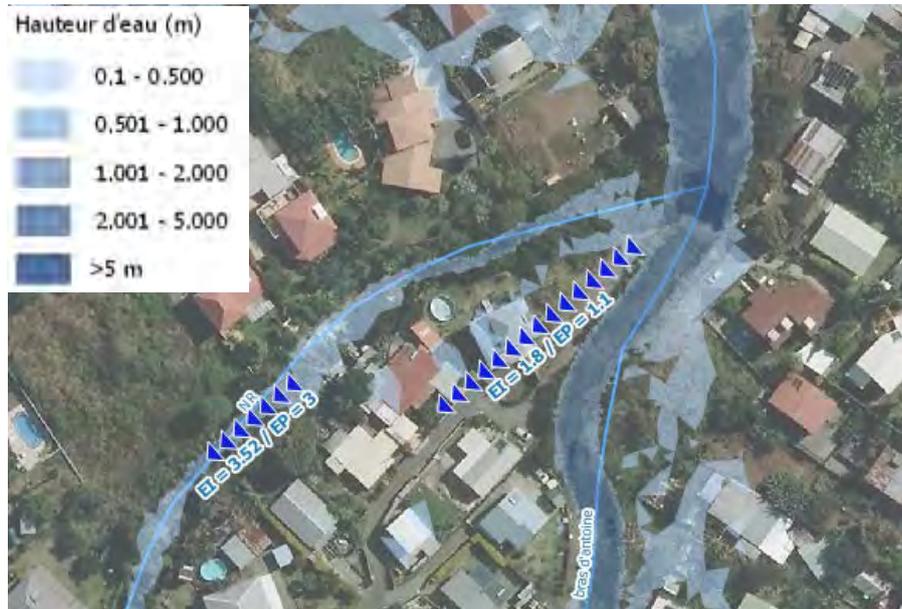


Figure 151 : Extrait des résultats de la modélisation projet – Q_{100} au droit du radier impasse Nelson Lebon

Les aménagements du bras d'Antoine ont pour but de maintenir les écoulements dans son lit mineur. Pour une crue tricennale, le bras de décharge est moins sollicité qu'à l'état initial. Par contre, pour une crue centennale, le bras de décharge est plus sollicité qu'à l'état initial (+0,52 m³/s). Le débit ajouté est faible et ce surplus de débit n'occasionne pas d'aggravation à l'aval par rapport à l'état initial.

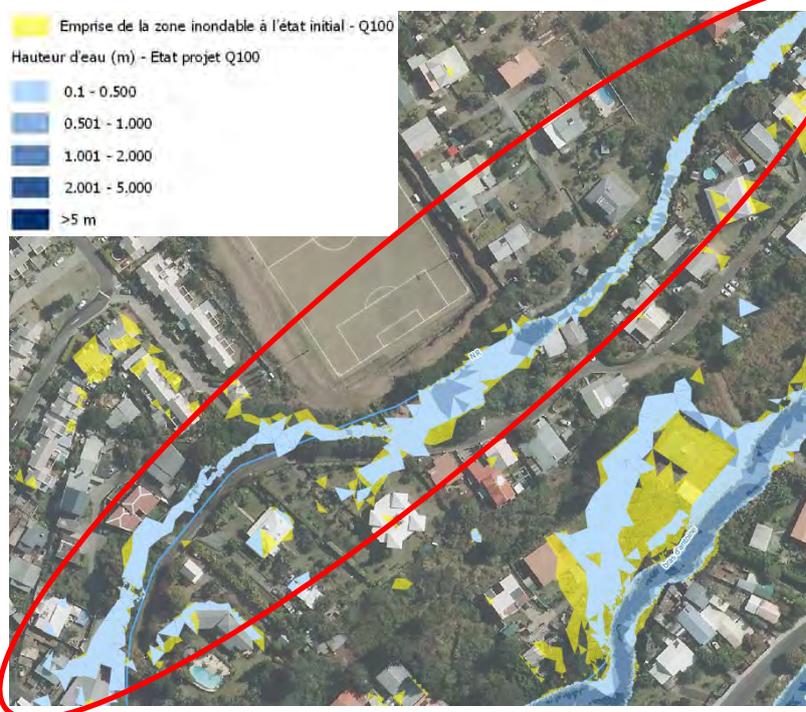


Figure 152 : Comparaison des zones inondables à l'état initial et à l'état projet – Q_{100} – au droit du bras de décharge

- Concernant la ravine des Cabris :
 - En rive droite, en amont de la route du Géranium :

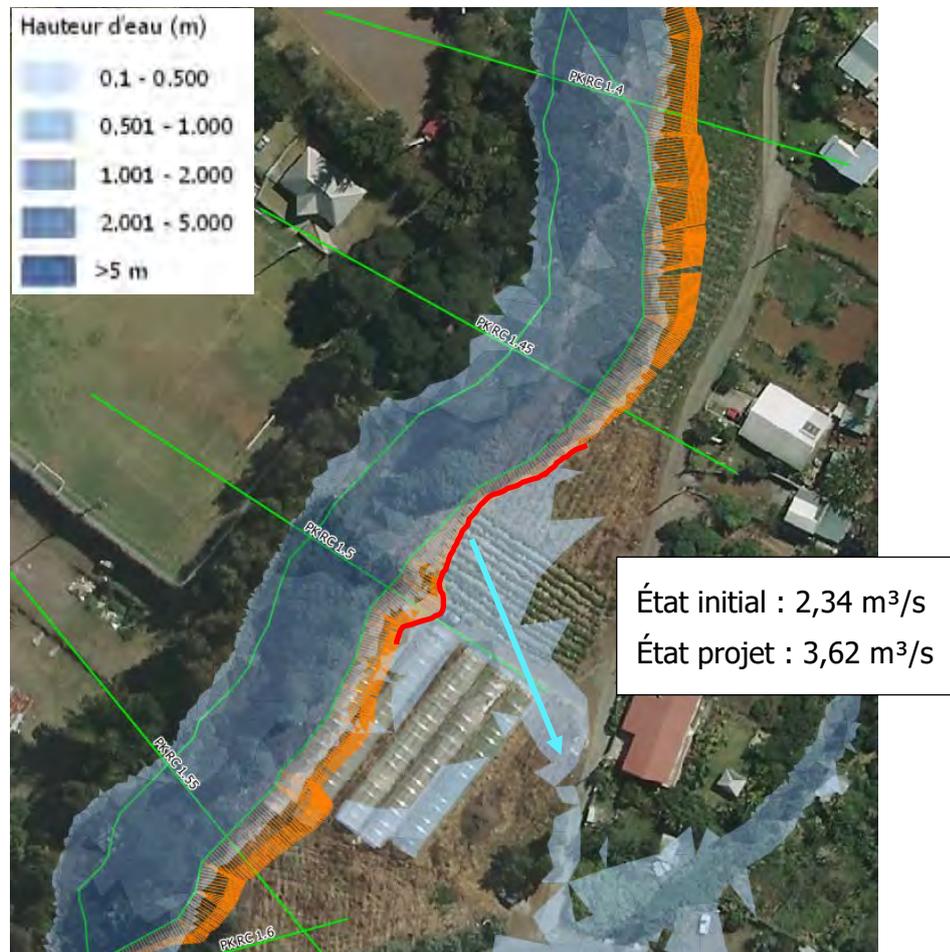


Figure 153 : Comparaison des débits – Q_{100} en amont de la route du Géranium

Pour rappel : au droit des serres le débordement est plus important, il augmente de 35% par rapport à l'état initial. Cela est dû au délestage en amont (+55 m^3/s dans la ravine des Cabris pour une crue centennale).

L'aménagement proposé ne suffit donc pas à supprimer l'effet du délestage. Cet élargissement du lit mineur devra être accompagné par la mise en place d'une mesure compensatoire : création d'un mur de rehausse de la berge en rive gauche de 80 cm de hauteur et de 50 m de long environ (en rouge sur la figure précédente).

Cette analyse montre que les aménagements proposés n'aggravent pas les risques inondation dans la zone d'étude excepté sur les 3 secteurs décrits précédemment. Pour compenser les effets hydrauliques du projet d'aménagement, deux mesures compensatoires seront mises en œuvre (mise en place d'un batardeau et mise en place d'un mur de rehausse).

Ainsi, la faisabilité, en terme hydraulique, des aménagements proposés est donc validée par cette analyse pour toute la zone d'étude pour en crue centennale sous réserve de la mise en place des mesures compensatoires.

3. ANALYSE DES IMPACTS DES AMENAGEMENTS PROPOSES EN AVAL DE LA ZONE D'ETUDE

3.1. INTRODUCTION

Comme indiqué en introduction, pour que le projet soit viable réglementairement, il convient d'analyser les impacts à l'aval de la zone d'étude sur la commune de Saint Pierre.

Deux approches peuvent être considérées :

1. Le projet d'aménagement propose des mesures compensatoires pour que les débits du Bras d'Antoine et de la ravine des Cabris au droit de la ligne des Quatre Cents après aménagements soient identiques à l'état initial. Ces mesures compensatoires consisteraient à aménager des bassins écrêteur de crue en aval immédiat de la ligne des Quatre Cents,
2. Réalisation d'une étude hydraulique complémentaire pour analyser les impacts des aménagements proposés sur la commune de Saint-Pierre jusqu'à la RN1 et identifier les aménagements complémentaires à réaliser pour supprimer ces impacts.

Dans l'immédiat, nous ne disposons pas des données topographiques nécessaires pour analyser les impacts hydrauliques des aménagements sur la commune de Saint-Pierre.

La mise en œuvre de mesures compensatoires par des bassins écrêteur de crue est donc l'approche retenue dans le cadre de cette étude.

3.2. COMPARAISON DES DEBITS A L'ETAT INITIAL ET A L'ETAT PROJET EN AVAL DE LA ZONE D'ETUDE

Les débits indiqués ci-dessous sont issus des différentes modélisations réalisées dans le cadre de cette étude et présentées dans le présent rapport.

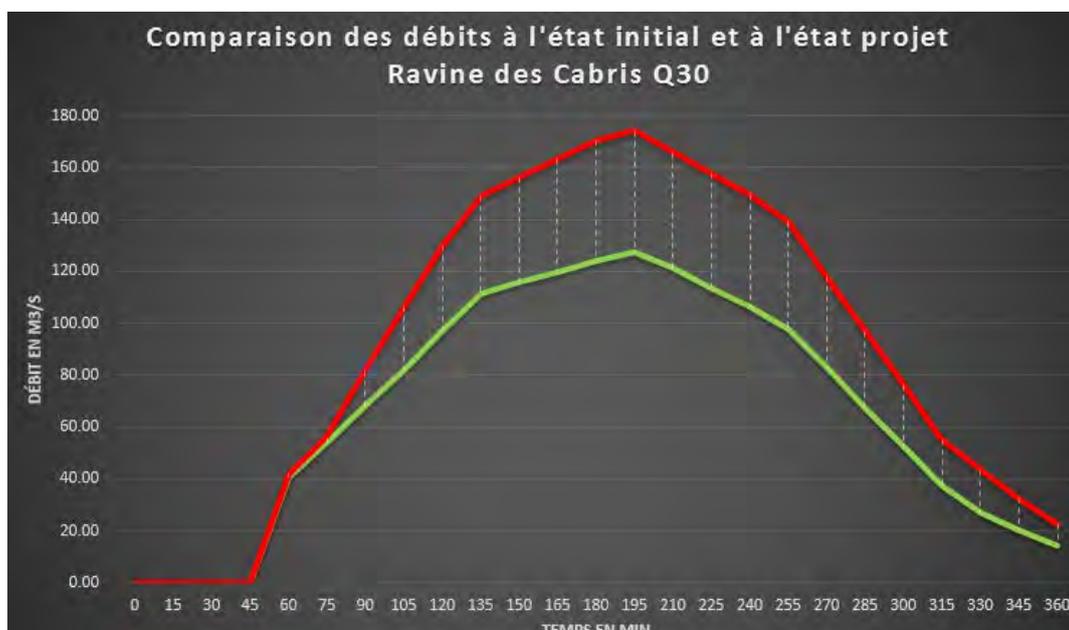


Figure 154 : Comparaison des hydrogrammes à l'état initial et à l'état projet – Ravine des Cabris – Q_{30} au droit de la RD400



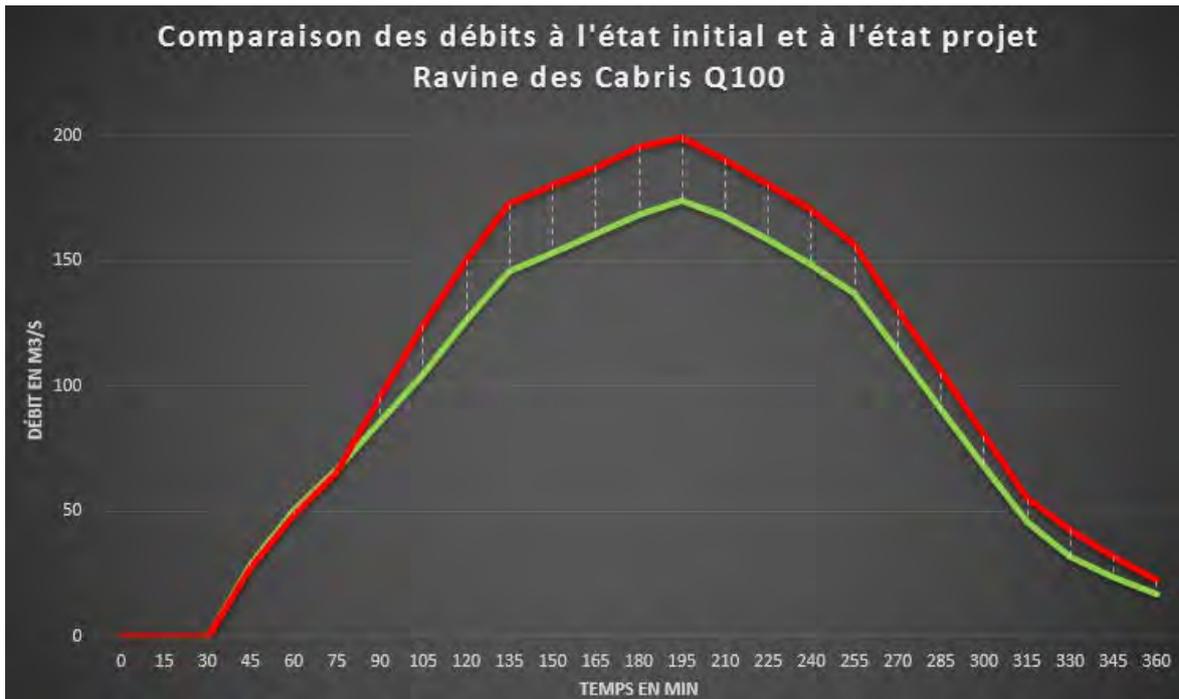


Figure 155 : Comparaison des hydrogrammes à l'état initial et à l'état projet – Ravine des Cabris – Q_{100} au droit de la RD400

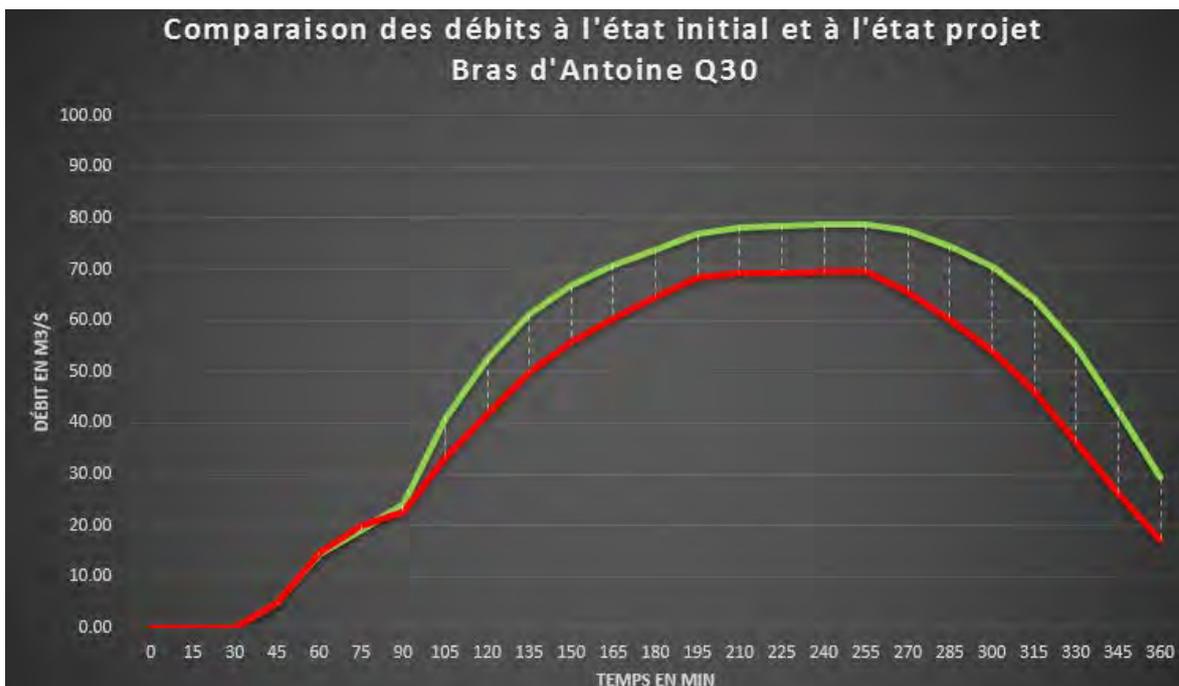


Figure 156 : Comparaison des hydrogrammes à l'état initial et à l'état projet – Bras d'Antoine – Q_{30} au droit de la RD400



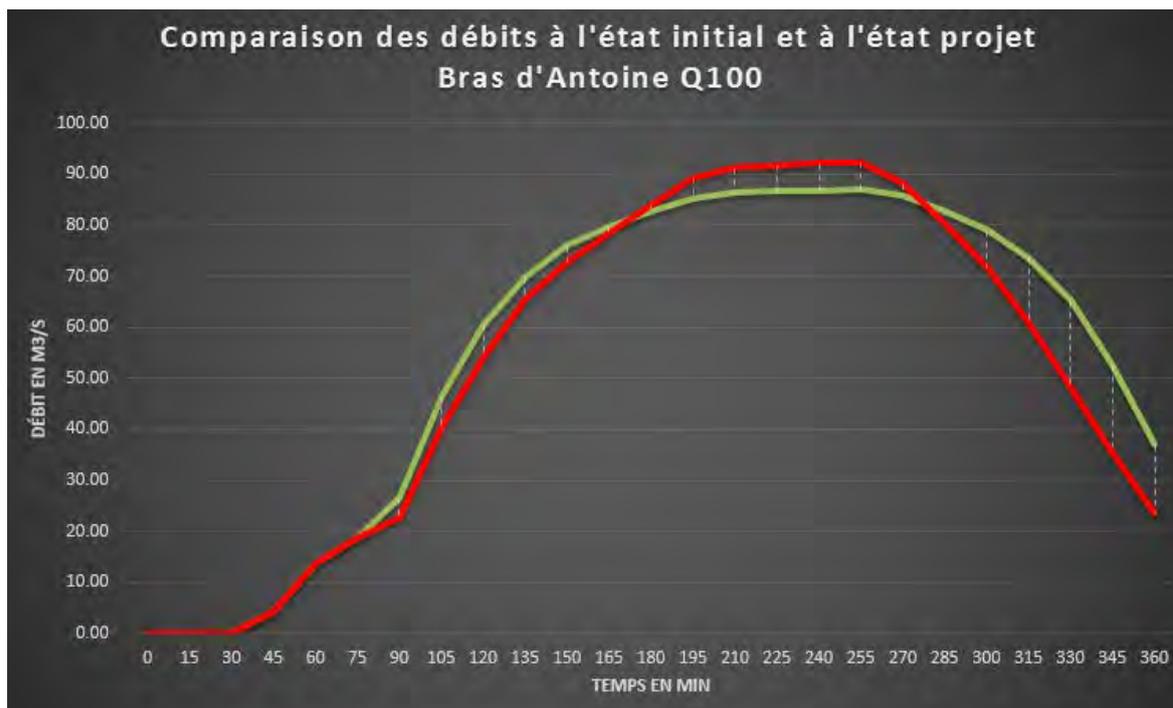


Figure 157 : Comparaison des hydrogrammes à l'état initial et à l'état projet – Bras d'Antoine – Q_{100} au droit de la RD400

Ces hydrogrammes montrent que :

- Les débits de pointes ne sont pas décalés par les aménagements proposés, les pics de crues sont synchronisés entre l'état initial et l'état projet,
- Pour Q_{30} , le Bras d'Antoine présente des débits inférieurs pour l'état projet ce qui confirme l'efficacité hydraulique des aménagements dimensionnés pour une crue décennale,
- Pour Q_{30} , l'impact du délestage sur la ravine des Cabris est plus important en termes de débit de pointe que pour une crue centennale,
- Les modifications des débits de pointes sont les suivants :

	Q_{30}		Q_{100}	
	Bras d'Antoine	Ravine des Cabris	Bras d'Antoine	Ravine des Cabris
Débit à l'état initial en m^3/s	78.9	127.5	86.9	174.0
Débit à l'état projet en m^3/s	69.5	175.4	92.3	200.7
ΔQ en m^3/s	-9.3	47.9	5.4	26.6
ΔV en Mm^3	-186.7	542.1	-52.6	312.0

Tableau 7 : Comparaison des débits à l'état initial et à l'état projet au droit de la ligne des Quatre Cents



3.3. DIMENSIONNEMENT DES BASSINS ECRETEUR DE CRUE

3.3.1. Calcul des volumes des bassins écreteur de crue

1. Méthode

La méthode des pluies a été utilisée pour déterminer les volumes des bassins écreteur de crue afin que les débits initiaux et projets soient égaux ($\Delta Q=0$).

Ce volume est calculé selon la formule suivante :

$$V = 10 \times \Delta h_{\max} \times S_a$$

Où :

- V est le volume à stocker
- Δh_{\max} est la différence maximale entre les hauteurs d'eau précipitées et les hauteurs d'eau évacuées en fonction du temps
- S_a est la surface active du ruissellement qui correspond au produit de la surface totale du bassin versant drainé avec le coefficient du ruissellement.

$$h(t) = a \times t^{1-b}$$

Où :

- $h(t)$ est la hauteur d'eau précipitée (en mm)
- a et b sont les coefficients de Montana (secteur 1)
- t le temps (en min)

2. Calcul de volume pour le bassin écreteur de crue du Bras d'Antoine

Le graphique représentant la différence entre les courbes des hauteurs d'eau précipitées lors d'une crue centennale à l'état projet et des hauteurs d'eau évacuées (débit de fuite du bassin d'écrêtage fixé au débit centennal initial) est présenté ci-dessous :

DONNÉES DE CALCUL POUR BASSIN		DONNÉES COMPLÉMENTAIRES POUR DEBIT	
Débit de fuite (m3/s)	86.900	Longueur du chemin hydraulique (km)	15.478
Surface bassin versant(ha)	543.10	Pente en m/m ou %	9
Coefficient de ruissellement projet	0.92	Temps de concentration (mn)	129.6
Coefficient a (mm/mn)*	5.52	Intensité de l'averse (mm/mn)	1.1
Coefficient b	0.33		
Surface active(ha)	499.65	■ Débit Méthode rationnelle (m3/s) ■	
Débit de fuite spécifique (mm/mn)	1.04	Débit méthode rationnelle	92.32



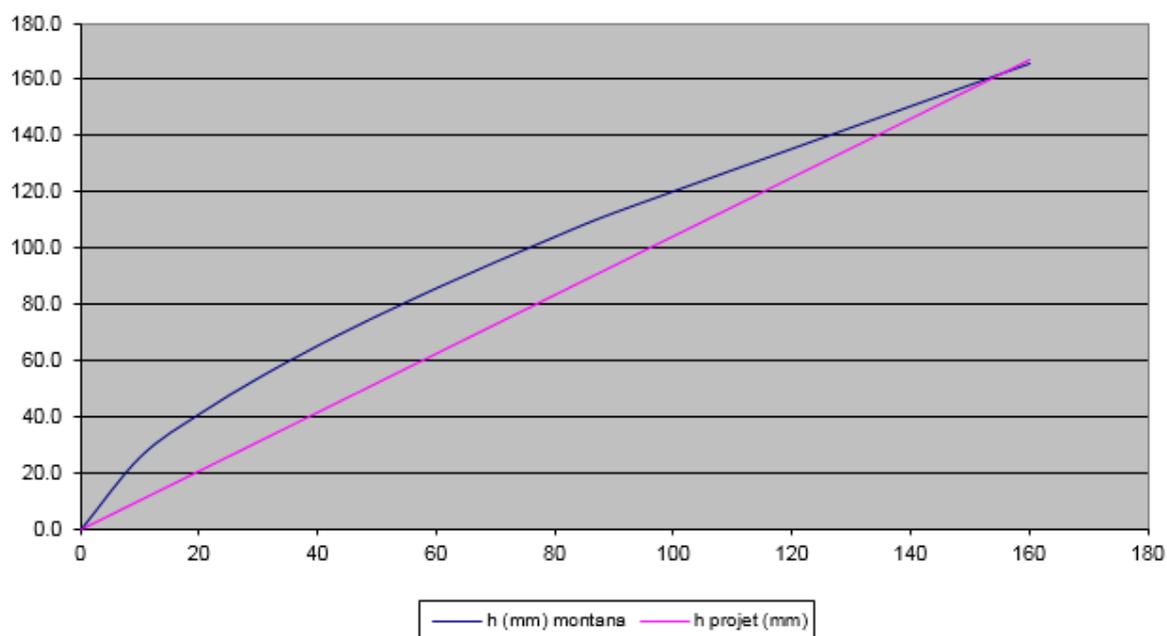


Figure 158 : Détails du calcul du volume du bassin écrêteur de crue pour le Bras d'Antoine par la méthode des Pluies

Le volume d'écrêtage estimé est donc de 118 751 m³, volume nécessaire pour gérer le débit supplémentaire du Bras d'Antoine généré par les aménagements proposés.

3. Calcul de volume pour le bassin écrêteur de crue de la ravine des Cabris

Le graphique représentant la différence entre les courbes des hauteurs d'eau précipitées lors d'une crue centennale à l'état projet et des hauteurs d'eau évacuées (débit de fuite du bassin d'écrêtage fixé au débit centennal initial) est présenté ci-dessous :

DONNÉES DE CALCUL POUR BASSIN		DONNÉES COMPLÉMENTAIRES POUR DÉBIT	
Débit de fuite (m ³ /s)	174.000	Longueur du chemin hydraulique (km)	15.421
Surface bassin versant (ha)	1304.90	Pente en m/m ou %	9
Coefficient de ruissellement projet	0.90	Temps de concentration (mn)	165
Coefficient a (mm/mn)*	5.52	Intensité de l'averse (mm/mn)	1.0
Coefficient b	0.33		
Surface active (ha)	1174.41	■ Débit Méthode rationnelle (m³/s) ■	
Débit de fuite spécifique (mm/mn)	0.89	Débit méthode rationnelle	200.37



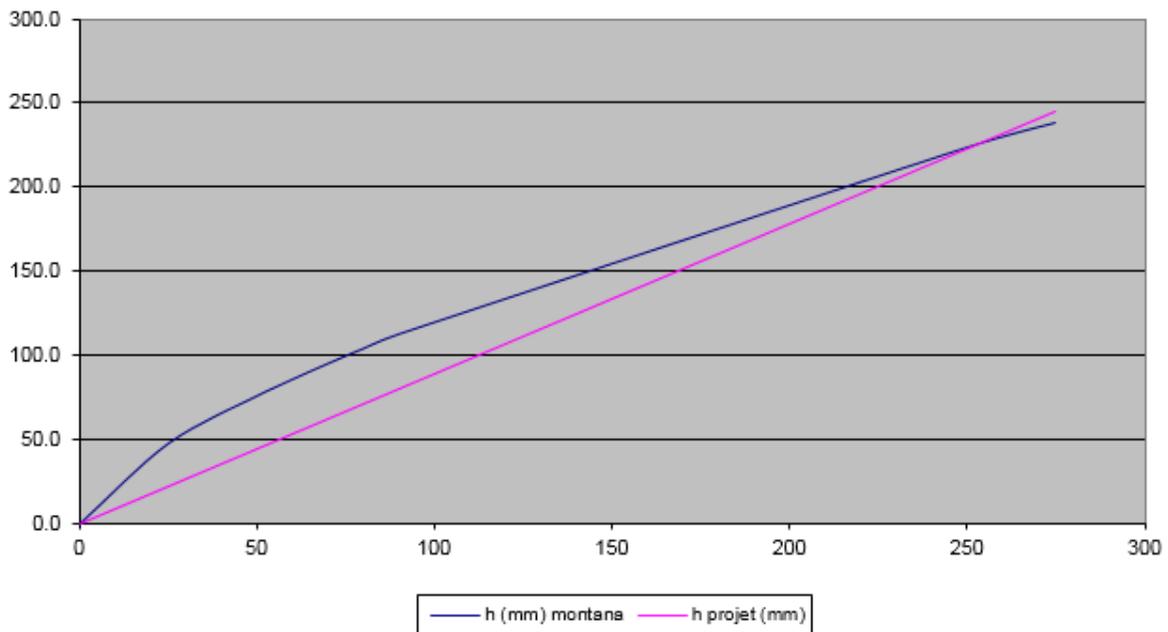


Figure 159 : Détails du calcul du volume d'écrêtage pour la ravine des Cabris par la méthode des Pluies

Le volume d'écrêtage estimé est donc de 386 591 m³, volume nécessaire pour gérer le débit supplémentaire de la ravine des Cabris généré par les aménagements proposés.

3.3.2. Localisations proposées pour la mise en place des bassins d'écrêtage

Les bassins écrêteur de crue peuvent être positionnés uniquement en aval de la RD400, sur la commune de Saint-Pierre, puisqu'en amont de la RD400, sur la commune du Tampon, les secteurs sont très urbanisés et le foncier disponible n'est pas suffisant pour réaliser de tels ouvrages.

Les volumes calculés sont très importants. Si l'on considère une profondeur de 3 m des bassins, il faudrait disposer d'une surface de :

- 128 863 m² soit 12,88 Ha pour le bassin écrêteur de crue de la ravine des Cabris,
- 39 583 m² soit 3,95 Ha pour le bassin écrêteur de crue du Bras d'Antoine.

La réalisation de ces bassins créerait un volume de déblais d'environ 500 Mm³ soit 6 fois plus que la totalité des aménagements proposés !!

La réalisation de ces bassins, très impactant foncièrement, paraît donc difficilement envisageable.

La carte suivante indique, selon les surfaces calculées ci-dessus, l'emplacement potentiel² de tel bassin

² Donné à titre indicatif

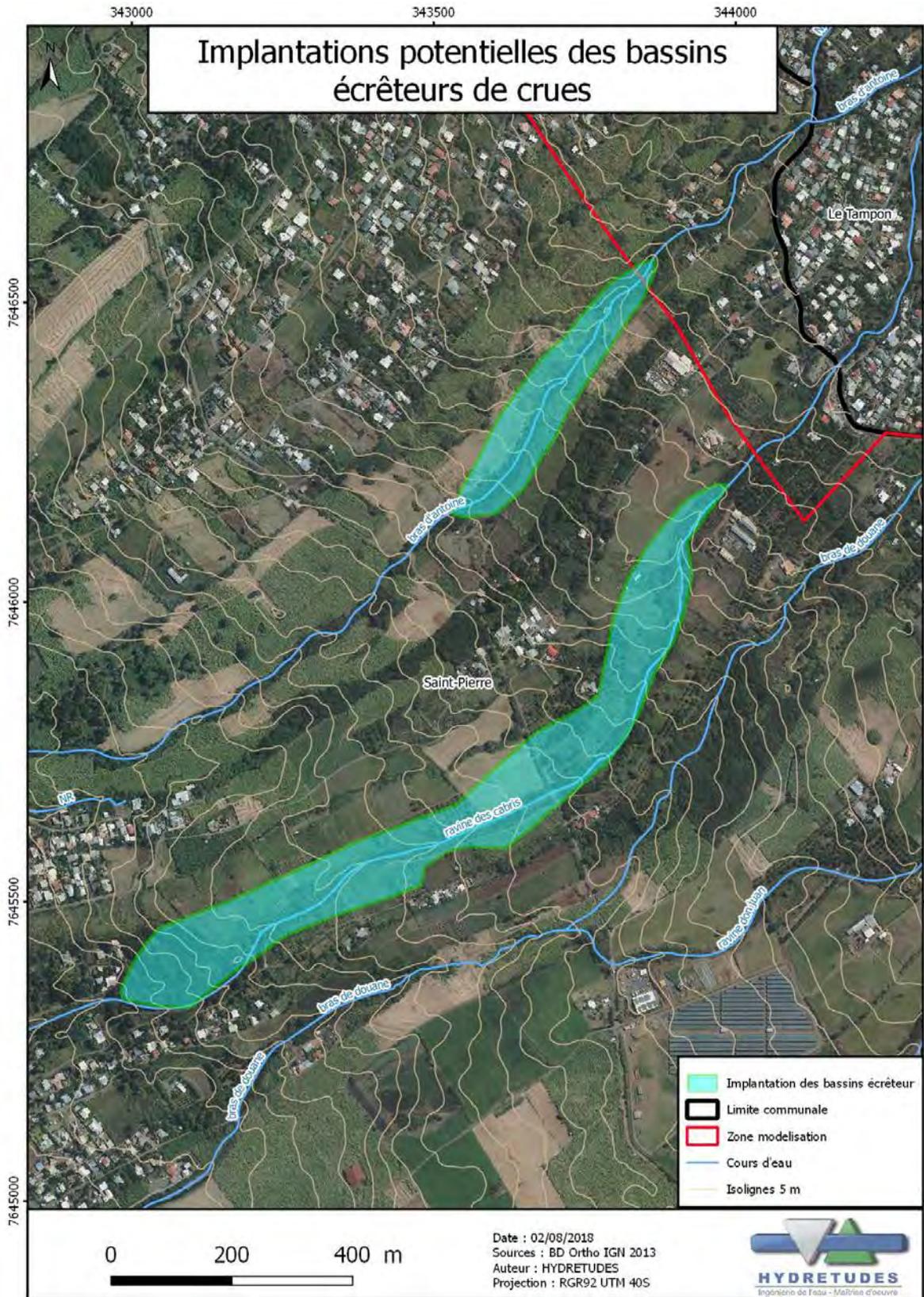


Figure 160 : Implantations potentielles des bassins écrêteurs de crues



SUITE A DONNER

Cette étude s'insère parfaitement dans l'objectif de la commune du Tampon : la réalisation des travaux de suppression des désordres hydrauliques de la ravine des Cabris et du Bras d'Antoine. En effet, dans une 1^{ère} partie l'étude a précisé les désordres hydrauliques et a permis d'étudier la faisabilité hydraulique d'un scénario d'aménagement basé sur une modélisation hydraulique 2D précise. Cette 2nd partie propose un scénario d'aménagement qui a pour objectifs de :

- Repartir les débits en amont de la zone d'étude afin de délester le Bras d'Antoine,
- Supprimer les débordements du Bras d'Antoine pour une occurrence de crue tricennale en favorisant les aménagements redonnant de l'espace au lit mineur,
- Diminuer les débordements du Bras d'Antoine pour une occurrence de centennale en favorisant les aménagements redonnant de l'espace au lit mineur,
- Supprimer les débordements de la ravine des Cabris pour une occurrence de centennale en favorisant les aménagements redonnant de l'espace au lit mineur.

Le présent rapport, via une modélisation hydraulique 2D, a permis de conclure à la faisabilité hydraulique du scénario d'aménagement projeté au droit de la zone d'étude. Concernant l'aval de la zone d'étude, l'approche réalisée pour la réalisation de bassins écrêteurs de crue ne semble pas réaliste (impacts importants en termes de déblais et de foncier). Pour valider totalement la faisabilité hydraulique du projet, il conviendra donc d'étudier les impacts à l'aval sur le territoire de la commune de Saint Pierre. Pour se faire, il est nécessaire d'acquérir des données topographiques complémentaires.

Afin de préciser la faisabilité des aménagements, une 3^{ème} partie de l'étude précisera le programme d'aménagement, au niveau étude de faisabilité, par :

- La réalisation d'un chiffrage par aménagement,
- La réalisation d'un phasage pour la réalisation des différents aménagements,
- La réalisation de fiche opérationnelle pour chaque aménagement,
- L'identification des suites à donner pour financer et réaliser les travaux (financement PAPI – labélisation PAPI III, variantes, analyse multicritères, analyse coût bénéfices - dossiers réglementaires à produire, études de maîtrise d'œuvre, études hydrauliques complémentaires pour évaluer l'impact à l'aval sur la commune de Saint-Pierre s'il n'y a pas de possibilités de mettre en œuvre les bassins d'écrêtage).





Siège social – Centre technique principal

815, route de Champ Farçon

74 370 ARGONAY

Tél : 04.50.27.17.26

Fax : 04.50.27.25.64

contact@hydretudes.com

Agence Alpes du Nord

Alpesspaces
50, Voie Albert Einstein
73 118 FRANCIN
Tél : 04.79.96.14.57
Fax : 04.70.33.01.63
contact-savoie@hydretudes.com

Agence Alpes du Sud

Bât 2 – Résidence du Forest d'entraîs
25, rue du Forest d'entraîs
05 000 GAP
Tél : 04.92.21.97.26
Fax : 04.92.21.87.83
contact-gap@hydretudes.com

Agence Dauphiné-Provence

9, rue Praneuf
26 100 ROMANS SUR ISERE
Tél : 04.75.45.30.57.
Fax : 04.75.45.30.57
contact-romans@hydretudes.com

Agence Grand Sud-Pyrénées

Immeuble Sud América
20, bd. de Thibaud
31 100 TOULOUSE
Tél : 05.62.14.07.43
Fax : 05.62.14.08.95
contact-toulouse@hydretudes.com

Agence Océan Indien

45, rue Lorian
97 410 SAINT PIERRE
Tél : 02.62.96.82.45
Fax : 02.62.32.69.05
contact-reunion@hydretudes.com