



# **ÉTUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102**

**VERSION DEFINITIVE**

JANVIER 2013

N° 4701164-R1



## SOMMAIRE

---

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
1.1. CONTEXTE DE L'ETUDE.....	1
1.2. CONTEXTE MORPHOLOGIQUE.....	2
1.3. RAPPEL DES ELEMENTS DU PGRI .....	3
<b>2. DONNEES DISPONIBLES.....</b>	<b>5</b>
<b>3. DEFINITION DES DEBITS DE PROJET .....</b>	<b>7</b>
3.1. CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS .....	7
3.2. DEBITS CARACTERISTIQUES DE CRUE AU PONT DE DOMENJOD .....	9
<b>4. MODELISATION DE L'ETAT ACTUEL .....</b>	<b>10</b>
4.1. OBJECTIFS .....	10
4.2. CONSTRUCTION DU MODELE 2D.....	10
4.2.1. EMPRISE.....	10
4.2.2. DONNEES COLLECTEES.....	11
4.2.3. MAILLAGE DU MODELE .....	12
4.2.4. PARAMETRAGE DU MODELE.....	15
4.2.5. HYPOTHESES ET LIMITES DE LA MODELISATION .....	16
4.3. EXPLOITATION DU MODELE 2D.....	16
4.3.1. CRUES ETUDIEES .....	16
4.3.2. CRUE TRENTENNALE.....	18
4.3.3. CRUE CENTENNALE.....	23
4.3.4. CRUE EXCEPTIONNELLE .....	29
4.3.5. LIGNES D'EAU DES CRUES ETUDIEES.....	34
4.4. BILAN.....	35
4.4.1. SECTEUR H6 .....	35
4.4.2. SECTEUR H7 .....	36
4.4.3. SECTEUR H8 .....	36
4.4.4. SECTEUR H10 .....	36
<b>5. PRINCIPES D'AMENAGEMENTS .....</b>	<b>39</b>
5.1. REMPLACEMENT DU PONT DE DOMENJOD.....	39
5.2. SOLUTION DE PROTECTION .....	39
5.3. SOLUTION DE PREVENTION .....	39

5.3.1.	<i>EVALUATION DU NOMBRE DE BATIS A ACQUERIR</i> .....	40
5.3.2.	<i>LIMITES</i> .....	41
5.3.3.	<i>ESTIMATION FINANCIERE</i> .....	41
<b>6.</b>	<b>PRINCIPES DE DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE PROTECTION</b> .....	<b>43</b>
6.1.	<b>CONTEXTE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE</b> .....	<b>43</b>
6.1.1.	<i>LITHOLOGIE</i> .....	45
6.1.2.	<i>RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES</i> .....	45
6.1.3.	<i>CONCLUSIONS</i> .....	45
6.2.	<b>COTE DE FONDATION DES OUVRAGES DE PROTECTION</b> .....	<b>46</b>
6.2.1.	<i>EVALUATION THEORIQUE DES AFFOUILLEMENTS</i> .....	46
6.2.2.	<i>ENSEIGNEMENT DU MODELE REDUIT DE LA RIVIERE DES PLUIES</i> .....	48
6.2.3.	<i>HYPOTHESE RETENUE</i> .....	48
6.3.	<b>COTE DE CRETE DES OUVRAGES DE PROTECTION</b> .....	<b>49</b>
6.3.1.	<i>ESTIMATION DES NIVEAUX DE REFERENCE</i> .....	49
6.3.2.	<i>HYPOTHESE RETENUE</i> .....	51
6.4.	<b>EXTENSION DES OUVRAGES DE PROTECTION</b> .....	<b>53</b>
6.4.1.	<i>SECTEUR H6</i> .....	55
6.4.2.	<i>SECTEUR H7</i> .....	55
6.4.3.	<i>SECTEUR H8</i> .....	55
6.4.4.	<i>SECTEUR H10</i> .....	56
<b>7.</b>	<b>CAS DU PONT DOMENJOD</b> .....	<b>57</b>
7.1.	<b>PRESENTATION</b> .....	<b>57</b>
7.2.	<b>OBSERVATIONS HISTORIQUES SUR L'OUVRAGE ACTUEL</b> .....	<b>57</b>
7.3.	<b>CONTEXTE</b> .....	<b>59</b>
7.4.	<b>SOLUTIONS PROPOSEES</b> .....	<b>59</b>
7.5.	<b>SOLUTION 1 : SUPPRESSION DU PONT DE DOMENJOD</b> .....	<b>59</b>
7.6.	<b>SOLUTION 2 : DIMENSIONNEMENT D'UN OUVRAGE DONT LE RADIER EST CALE SUR L'ACTUEL</b> .	<b>60</b>
7.6.1.	<i>IMPLANTATION</i> .....	60
7.6.2.	<i>CARACTERISTIQUES DES APPUIS</i> .....	60
7.6.3.	<i>TYPE D'OUVRAGE</i> .....	60
7.6.4.	<i>CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES</i> .....	60
7.6.5.	<i>NIVEAU DE FONDATION</i> .....	62
7.6.6.	<i>ACCES</i> .....	62
7.6.7.	<i>RESULTATS DE LA MODELISATION</i> .....	62
7.6.8.	<i>CONCLUSION POUR LA SOLUTION 2</i> .....	62
7.7.	<b>SOLUTION 3 : DIMENSIONNEMENT D'UN OUVRAGE DE CAPACITE CENTENNALE</b> .....	<b>63</b>
7.7.1.	<i>IMPLANTATION</i> .....	63
7.7.2.	<i>CARACTERISTIQUES DES APPUIS</i> .....	63
7.7.3.	<i>TYPE D'OUVRAGE</i> .....	63

7.7.4.	<i>CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES</i> .....	63
7.7.5.	<i>NIVEAU DE FONDATION</i> .....	66
7.7.6.	<i>ACCES</i> .....	66
7.7.7.	<i>RESULTATS DE LA MODELISATION</i> .....	66
7.7.8.	<i>CONCLUSION POUR LA SOLUTION 3</i> .....	67
7.8.	<b>SOLUTION 4 : DEPLACEMENT DE L'OUVRAGE</b> .....	67
7.8.1.	<i>IMPLANTATION</i> .....	67
7.8.2.	<i>CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES</i> .....	68
7.8.3.	<i>NIVEAU DE FONDATION DES CULEES</i> .....	73
7.8.4.	<i>CARACTERISTIQUES DES PILES</i> .....	73
7.8.5.	<i>ACCES</i> .....	73
7.9.	<b>CONCLUSION POUR LE PONT DE DOMENJOD</b> .....	73
<b>8.</b>	<b>SECTEUR H6 : AMONT ET AVAL DU PONT DOMENJOD EN RIVE DROITE</b> .....	<b>75</b>
8.1.	<b>RAPPEL DES PRINCIPES D'AMENAGEMENTS DU PGRI</b> .....	<b>75</b>
8.2.	<b>AMONT DU PONT DOMENJOD</b> .....	<b>75</b>
8.2.1.	<i>CARACTERISTIQUES DU SECTEUR</i> .....	75
8.2.2.	<i>SOLUTION PERRE 3H/2V</i> .....	76
8.2.3.	<i>SOLUTION PAROI MOULEE</i> .....	81
8.2.4.	<i>SOLUTION MUR-POIDS</i> .....	81
8.3.	<b>AVAL DU PONT DOMENJOD</b> .....	<b>82</b>
8.3.1.	<i>CARACTERISTIQUES DU SECTEUR</i> .....	82
8.3.2.	<i>SOLUTION PERRE 3H/2V</i> .....	83
8.3.3.	<i>SOLUTION MURS POIDS</i> .....	85
8.4.	<b>SOLUTION DE PREVENTION</b> .....	<b>88</b>
8.4.1.	<i>DETAIL</i> .....	88
8.4.2.	<i>IMPACT SUR LE BATI EXISTANT</i> .....	89
8.4.3.	<i>IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER</i> .....	89
8.4.4.	<i>COUT ESTIMATIF</i> .....	89
8.5.	<b>ANALYSE COMPARATIVE</b> .....	<b>90</b>
8.5.1.	<i>EN AMONT DU PONT DE DOMENJOD</i> .....	90
8.5.2.	<i>EN AVAL DU PONT DE DOMENJOD</i> .....	91
<b>9.</b>	<b>SECTEUR H7 : SECTEUR DE LA RUE LORION</b> .....	<b>92</b>
9.1.	<b>RAPPEL DES PRINCIPES D'AMENAGEMENTS DU PGRI</b> .....	<b>92</b>
9.2.	<b>CARACTERISTIQUES DU SECTEUR</b> .....	<b>92</b>
9.3.	<b>SOLUTION PERRE 3H/2V</b> .....	<b>92</b>
9.3.1.	<i>DETAIL DE L'AMENAGEMENT</i> .....	92
9.3.2.	<i>IMPACT SUR LE BATI EXISTANT</i> .....	95
9.3.3.	<i>IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER</i> .....	96
9.3.4.	<i>COUT ESTIMATIF</i> .....	96

<b>9.4.</b>	<b>SOLUTION MURS POIDS .....</b>	<b>96</b>
9.4.1.	<i>DETAIL DE L'AMENAGEMENT .....</i>	<i>96</i>
9.4.2.	<i>IMPACT SUR LE BATI EXISTANT .....</i>	<i>98</i>
9.4.3.	<i>IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER.....</i>	<i>98</i>
9.4.4.	<i>COUT ESTIMATIF .....</i>	<i>98</i>
<b>9.5.</b>	<b>SOLUTION DE PREVENTION .....</b>	<b>99</b>
9.5.1.	<i>DETAIL .....</i>	<i>99</i>
9.5.2.	<i>IMPACT SUR LE BATI EXISTANT .....</i>	<i>99</i>
9.5.3.	<i>IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER.....</i>	<i>99</i>
9.5.4.	<i>COUT ESTIMATIF .....</i>	<i>99</i>
<b>9.6.</b>	<b>ANALYSE COMPARATIVE.....</b>	<b>100</b>
<b>10.</b>	<b>SECTEUR H8 : AMONT VIRAGE RD 45.....</b>	<b>101</b>
10.1.	<b>RAPPEL DES ELEMENTS DU PGRI .....</b>	<b>101</b>
10.2.	<b>SOLUTION INITIALE ECARTEE : EPIS.....</b>	<b>101</b>
10.3.	<b>SOLUTION DE PROTECTION : PERRE 3/2 .....</b>	<b>102</b>
10.3.1.	<i>DETAIL DE L'AMENAGEMENT .....</i>	<i>102</i>
10.3.2.	<i>IMPACT SUR LE BATI EXISTANT .....</i>	<i>104</i>
10.3.3.	<i>IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER.....</i>	<i>104</i>
10.3.4.	<i>COUT ESTIMATIF .....</i>	<i>105</i>
10.4.	<b>SOLUTION DE PREVENTION .....</b>	<b>105</b>
10.4.1.	<i>DETAIL .....</i>	<i>105</i>
10.4.2.	<i>IMPACT SUR LE BATI EXISTANT .....</i>	<i>105</i>
10.4.3.	<i>IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER.....</i>	<i>105</i>
10.4.4.	<i>COUT ESTIMATIF .....</i>	<i>106</i>
10.5.	<b>AMENAGEMENT RETENU .....</b>	<b>107</b>
<b>11.</b>	<b>SECTEUR H10 : RIVE GAUCHE EN AVAL DU PONT DOMENJOD .....</b>	<b>108</b>
11.1.	<b>RAPPEL DES ELEMENTS DU PGRI .....</b>	<b>108</b>
11.2.	<b>SOLUTION DE PROTECTION .....</b>	<b>108</b>
11.2.1.	<i>DETAIL DE L'AMENAGEMENT .....</i>	<i>108</i>
11.2.2.	<i>IMPACT SUR LE BATI EXISTANT .....</i>	<i>110</i>
11.2.3.	<i>IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER.....</i>	<i>110</i>
11.2.4.	<i>COUT ESTIMATIF .....</i>	<i>111</i>
11.3.	<b>SOLUTION DE PREVENTION .....</b>	<b>111</b>
11.3.1.	<i>DETAIL .....</i>	<i>111</i>
11.3.2.	<i>IMPACT SUR LE BATI EXISTANT .....</i>	<i>111</i>
11.3.3.	<i>IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER.....</i>	<i>111</i>
11.3.4.	<i>COUT ESTIMATIF .....</i>	<i>111</i>
11.4.	<b>ANALYSE COMPARATIVE.....</b>	<b>112</b>

<b>12. PHASAGE DES AMENAGEMENTS .....</b>	<b>113</b>
<b>ANNEXE 1 : LOCALISATION DES PROFILS HECRAS .....</b>	<b>115</b>
<b>ANNEXE 2 : PROFIL EN LONG DES AMENAGEMENTS PROPOSES .....</b>	<b>117</b>

## LISTE DES TABLEAUX

TABL. 1 -	DESCRIPTIF DES ZONES D'ETUDES .....	3
TABL. 2 -	DONNEES DISPONIBLES .....	5
TABL. 3 -	CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES BASSINS VERSANTS DE LA RIVIERE DES PLUIES .....	7
TABL. 4 -	DEBITS CARACTERISTIQUES DE CRUE AU PONT DOMENJOD.....	9
TABL. 5 -	NOMBRE DE BATS IMPACTES PAR SECTEUR .....	40
TABL. 6 -	VALEURS DE L'AFFOUILLEMENT THEORIQUE MAXIMAL .....	48
TABL. 7 -	CARACTERISTIQUES DES ECOULEMENTS OBSERVES LORS DES DERNIERES CRUES .....	57
TABL. 8 -	CALAGE DE LA SOUS-POUTRE POUR LA SOLUTION 4.....	69

## LISTE DES FIGURES

FIG. 1.	LOCALISATION DES ZONES D'ETUDES .....	4
FIG. 2.	BASSINS VERSANTS DE LA RIVIERE DES PLUIES.....	8
FIG. 3.	EMPRISE DU MODELE BIDIMENSIONNEL.....	11
FIG. 4.	REPRESENTATION DES BATIMENTS.....	13
FIG. 5.	TOPOGRAPHIE DU MODELE .....	14
FIG. 6.	DETAIL DU PONT DOMENJOD .....	14
FIG. 7.	REPARTITION DES COEFFICIENTS DE FROTTEMENT .....	15
FIG. 8.	HYDROGRAMME AMONT.....	17
FIG. 9.	COURBE DE TARAGE DE LA SECTION AVAL.....	17
FIG. 10.	HAUTEUR D'EAU ET VITESSE MAXIMALES POUR LA CRUE DE PERIODE DE RETOUR 30 ANS .....	18
FIG. 11.	HAUTEUR D'EAU A T=1H05 ET T=1H30 POUR LA CRUE DE PERIODE DE RETOUR 30 ANS .....	19
FIG. 12.	HAUTEUR D'EAU A T=1H50 ET T=2H05 POUR LA CRUE DE PERIODE DE RETOUR 30 ANS .....	20
FIG. 13.	HAUTEUR D'EAU A T=2H30 ET T=3H POUR LA CRUE DE PERIODE DE RETOUR 30 ANS .....	21
FIG. 14.	HAUTEUR D'EAU A T=5H POUR LA CRUE DE PERIODE DE RETOUR 30 ANS .....	22
FIG. 15.	HAUTEUR D'EAU ET VITESSE MAXIMALES POUR LA CRUE CENTENNALE .....	23
FIG. 16.	HAUTEUR D'EAU A T=55MN ET T=1H30 POUR LA CRUE CENTENNALE .....	24
FIG. 17.	HAUTEUR D'EAU A T=1H40 POUR LA CRUE CENTENNALE.....	25
FIG. 18.	HAUTEUR D'EAU A T=2H30 POUR LA CRUE CENTENNALE.....	26
FIG. 19.	HAUTEUR D'EAU ET VITESSE A T=3H POUR LA CRUE CENTENNALE .....	27
FIG. 20.	HAUTEUR D'EAU A T=5H POUR LA CRUE CENTENNALE.....	28
FIG. 21.	HAUTEUR D'EAU ET VITESSE MAXIMALES POUR LA CRUE EXCEPTIONNELLE .....	29
FIG. 22.	HAUTEUR D'EAU A T=50MN ET T=1H15 POUR LA CRUE EXCEPTIONNELLE.....	30
FIG. 23.	HAUTEUR D'EAU A T=1H20 ET T=2H POUR LA CRUE EXCEPTIONNELLE .....	31
FIG. 24.	HAUTEUR D'EAU ET VITESSE A T=3H POUR LA CRUE EXCEPTIONNELLE.....	32
FIG. 25.	HAUTEUR D'EAU A T=5H POUR LA CRUE EXCEPTIONNELLE .....	33
FIG. 26.	LOCALISATION DES POCHE D'EAU RESIDUELLES POUR LA CRUE EXCEPTIONNELLE .....	34
FIG. 27.	LIGNES D'EAU POUR LES 3 CRUES.....	35
FIG. 28.	CARTE DES ZONES INONDABLES EN SITUATION ACTUELLE – HAUTEURS D'EAU MAXIMUM .....	37
FIG. 29.	CARTE DES ZONES INONDABLES EN SITUATION ACTUELLE – VITESSES MAXIMUM .....	38
FIG. 30.	ZONES INONDABLES ET/OU ERODABLES SANS AMENAGEMENT (REF. /3/ ).....	42
FIG. 31.	LOCALISATION DES SONDAGES EFFECTUES (REF. /18/ ) .....	44
FIG. 32.	COUPE GEOLOGIQUE TYPE DU SECTEUR D'ETUDE (REF. 18/ ) .....	45

# ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102

FIG. 33.	CONFIGURATIONS UTILISEES DANS L'ETUDE SOGREAH DE 1971 .....	47
FIG. 34.	POSITION DU FOND EXTREME DU LIT PAR RAPPORT AUX PLUS HAUTS NIVEAUX OBSERVES .....	50
FIG. 35.	LIGNES D'EAU POUR $Q_{100}$ , CRETE ET FONDATION DES OUVRAGES DE PROTECTION .....	52
FIG. 36.	EXTENSION DES AMENAGEMENTS PROPOSES .....	54
FIG. 37.	NIVEAUX D'EAU RELEVES LORS DES DERNIERES CRUES AU DROIT DU PONT DE DOMENJOD .....	58
FIG. 38.	COUPE DE L'OUVRAGE PROPOSE POUR LA SOLUTION 2 .....	61
FIG. 39.	VUE EN PLAN SCHEMATIQUE DE LA SOLUTION 3 .....	64
FIG. 40.	COUPE DE L'OUVRAGE PROPOSE POUR LA SOLUTION 3 .....	65
FIG. 41.	COUPE SCHEMATIQUE DE LA ROUTE D'ACCES EN RIVE GAUCHE .....	66
FIG. 42.	IMPLANTATION DE L'OUVRAGE DEPLACE .....	68
FIG. 43.	COUPE TYPE DE L'OUVRAGE DEPLACE AU PK 1610 - CONFIGURATION 1 TRAVEE .....	70
FIG. 44.	COUPE TYPE DE L'OUVRAGE DEPLACE AU PK 1610 - CONFIGURATION 2 TRAVEES .....	71
FIG. 45.	COUPE TYPE DE L'OUVRAGE DEPLACE AU PK 1610 - CONFIGURATION 3 TRAVEES .....	72
FIG. 46.	PROTECTION PAR PERRE EN ENROCHEMENTS LIES EN RIVE DROITE SUR LE SECTEUR H6 .....	77
FIG. 47.	EMPRISES VISIBLES DES OUVRAGES DE PROTECTION .....	78
FIG. 48.	COUPE TYPE ET EMPRISE DE LA PROTECTION PERRE 3H/2V .....	79
FIG. 49.	EMPRISE DES OUVRAGES DE PROTECTION SUR LE SECTEUR H6 EN AMONT DU PONT DE DOMENJOD .....	80
FIG. 50.	COUPE TYPE DE LA SOLUTION MUR-POIDS SUR LE SECTEUR H6 AMONT .....	82
FIG. 51.	EMPRISE DES OUVRAGES DE PROTECTION SUR LE SECTEUR H6 EN AVAL DU PONT DE DOMENJOD .....	84
FIG. 52.	PROTECTION PAR MURS POIDS EN RIVE DROITE SUR LE SECTEUR H6 EN AVAL DU PONT DE DOMENJOD .....	87
FIG. 53.	PROTECTION PAR PERRE EN ENROCHEMENTS LIES EN RIVE DROITE SUR LE SECTEUR H7 .....	94
FIG. 54.	EMPRISE VISIBLE DES OUVRAGES DE PROTECTION SUR LE SECTEUR H7 .....	95
FIG. 55.	PROTECTION PAR MURS POIDS SUR LE SECTEUR H7 .....	97
FIG. 56.	PROTECTION PAR PERRE EN ENROCHEMENTS LIES EN RIVE DROITE SUR LE SECTEUR H8 .....	103
FIG. 57.	EMPRISE DES OUVRAGES DE PROTECTION SUR LE SECTEUR H8 .....	104
FIG. 58.	COUPE TYPE SUR SECTEUR H10 .....	109
FIG. 59.	EMPRISE DES OUVRAGES DE PROTECTION SUR LE SECTEUR H10 .....	110
FIG. 60.	EVOLUTION DES ZONES INONDABLES PAR LA CRUE CENTENNALE EN FONCTION DES ETAPES .....	114



---

## INTRODUCTION

---

### 1.1. CONTEXTE DE L'ETUDE

La Rivière des Pluies est l'un des cours d'eau majeurs de la Réunion. La combinaison de débits de crue et de pentes élevées lui confère une capacité de transport solide très importante et une forte dynamique sédimentaire. Son comportement hydraulique est donc indissociable de son comportement sédimentaire.

Parallèlement à ce contexte physique, les berges et le lit de la rivière ont été fortement anthropisés :

- ↳ depuis la fin des années 60 avec l'endiguement de l'exutoire pour l'allongement de la piste de l'aéroport de Gillot - Roland-Garros ;
- ↳ par le développement de zones urbanisées denses (Rivière des Pluies, Commune Prima, Domenjod) ou plus localisées (îlets dans la partie amont) en bordure immédiate du cours d'eau ;
- ↳ par la construction de nombreux ouvrages de franchissement dont le pont du boulevard Sud constitue l'exemple le plus récent ;
- ↳ du fait de son implication dans le projet d'Irrigation du Littoral Ouest (implantation d'une plateforme d'attaque au Cap Frumence, réalisation d'une piste d'accès dans le lit depuis la plateforme Bourbon).

Cette conjonction de nombreux secteurs vulnérables avec des aléas marqués a impliqué une succession de dégâts importants ces dernières décennies. Encore récemment, les pluies intenses (en février et mars 2006) ont provoqué la destruction de plusieurs habitations et la mise en péril des personnes notamment entre le village de l'Îlet Quinquina et le pont métallique de la RN102.

La CINOR a ainsi lancé une étude globale sur le fonctionnement hydrogéomorphologique de la Rivière des Pluies dont les conclusions ont été rendues en décembre 2008 (réf. /3/). Cette étude, réalisée par SOGREAH assisté de BIOTOPE, MASCAREIGNES GEOLOGIE et le BRGM, a intégré des mesures de gestion du risque à mettre en place entre l'école de l'Îlet Quinquina et le pont de la RN102 en tenant compte des débits liquides et solides, de l'espace de divagation latéral suffisant, d'un profil en long acceptable et en proposant des travaux de protection.

Aujourd'hui, la CINOR a confié à ARTELIA les études préliminaires en vue de réaliser des travaux correspondants aux aménagements hydrauliques de protection prévus dans le dossier de 3<sup>ème</sup> phase de l'étude de 2008 pour les secteurs H6, H7, H8 et H10.

Les objectifs principaux de cette étude, sur la base des conclusions de l'étude de 2008 (réf. /3/) sont:

- ↳ **De détailler les solutions envisageables pour supprimer les risques de submersion ou d'érosion sur les secteurs retenus (objet du présent rapport) ;**
- ↳ **De les analyser et de proposer une synthèse permettant au Maître d'Ouvrage d'effectuer un choix parmi l'ensemble des solutions d'aménagement retenues (objet du présent rapport) ;**

- ↪ De proposer un outil de suivi de l'érosion des berges au droit du lotissement Sindrama (en cours d'étude) ;
- ↪ De réaliser un document de communication sous la forme d'un film d'animation et de panneaux qui permettront d'illustrer les risques d'inondation et d'érosion et l'apport des ouvrages de protection (le film a été réalisé, les panneaux seront élaborés après validation des parties d'aménagement).

## 1.2. CONTEXTE MORPHOLOGIQUE

La morphologie de la rivière des Pluies (profils en travers et profil en long) a fortement évolué sur les 30 dernières années en fonction de différents évènements tels que crues, réalisation du pont du boulevard Sud, éboulement de mars 2002, transit des matériaux.

La Fig. 34 compare les profils en long de la rivière entre 1998 et 2008. Trois configurations en ressortent :

- ↪ Une configuration « basse » pour la topographie la plus récente (2008-2010) caractérisant l'état actuel ;
- ↪ Une configuration « intermédiaire » en 2002-2003 ;
- ↪ Une configuration « haute » en 2006, avant curage.

Les lignes d'eau sont susceptibles d'évoluer en fonction du profil en long de la Rivière des Pluies considéré. Ainsi, les différents modèles utilisés ou réalisés dans la présente étude seront basés sur l'une des trois configurations en fonction de l'objectif recherché :

- ↪ La modélisation 2D de l'état actuel sera basé sur la topographie la plus récente et donc, sur une configuration « basse » du lit, les zones inondées sur les berges qui en résultent pour la crue centennale seront plus réduites que les zones inondables définies dans l'étude de 2008 (réf. /3/) basé sur une configuration « intermédiaire » ;
- ↪ Le modèle pour la délimitation de l'aléa inondation et la détermination du nombre de bâtis impactés sera basé sur la configuration « intermédiaire » du lit ;
- ↪ Le modèle utilisé pour caler les crêtes des aménagements de protection sera basé sur la configuration « haute », la plus défavorable afin de disposer de la revanche la plus importante.

Les résultats (ligne d'eau et zones inondées) différeront pour chacun de ces modèles.

### 1.3. RAPPEL DES ELEMENTS DU PGRI

Les 4 zones concernées par la présente étude ont été définies dans le PGRI<sup>1</sup> de la Rivière Des Pluies (réf. /2/).

Le tableau ci-dessous récapitule le descriptif de ces zones.

**Tabl. 1 - DESCRIPTIF DES ZONES D'ETUDES**

<b>Secteur H6 : Rivière des Pluies proche Pont de Domenjod (PK 1600 à 900)</b>	
Enjeux	106 bâtis en majorité habitations (maxi R+1), nombreux commerces et 7 E.R.P. (crèche, centre médical, poste, mairie annexe, P.M.I., C.A.S.E., Groupe scolaire Ste Madeleine) - Voiries internes au secteur en risque FORT, impactées en même temps que les habitations
Aléas	Berges érodables à court terme avec distance à la berge < 50 m + aléa fort Q <sub>100</sub> (inondabilité dès Q <sub>30</sub> )
Risque	FORT
<b>Secteur H7 : Rivière des Pluies aval Pont de Domenjod dont rue Lorion (PK 900 à 550)</b>	
Enjeux	39 habitations (maxi R+1) - Voiries internes au secteur en risque FORT impactées en même temps que les habitations
Aléas	Berges érodables à court terme avec distance à la berge < 50 m + aléa fort Q <sub>10</sub>
Risque	FORT
<b>Secteur H8 : Rivière des Pluies amont Pont RN102 à proximité du virage RD45 (PK 380 à 160)</b>	
Enjeux	5 habitations (maxi R+1) – voie d'accès impactée après les habitations si RD45 coupée (impactée potentiellement avant les habitations)
Aléas	Berges érodables à court terme avec distance à la berge < 50 m
Risque	FORT
<b>Secteur H10 : Rive gauche - Aval Terrasse habitée aval Pont Domenjod</b>	
Enjeux	8 habitations (maxi R+1) – voie d'accès unique non impactée
Aléas	Berges érodables à court terme avec distance à la berge < 50 m + aléa fort Q <sub>100</sub> (inondabilité dès Q <sub>10</sub> )
Risque	TRES FORT

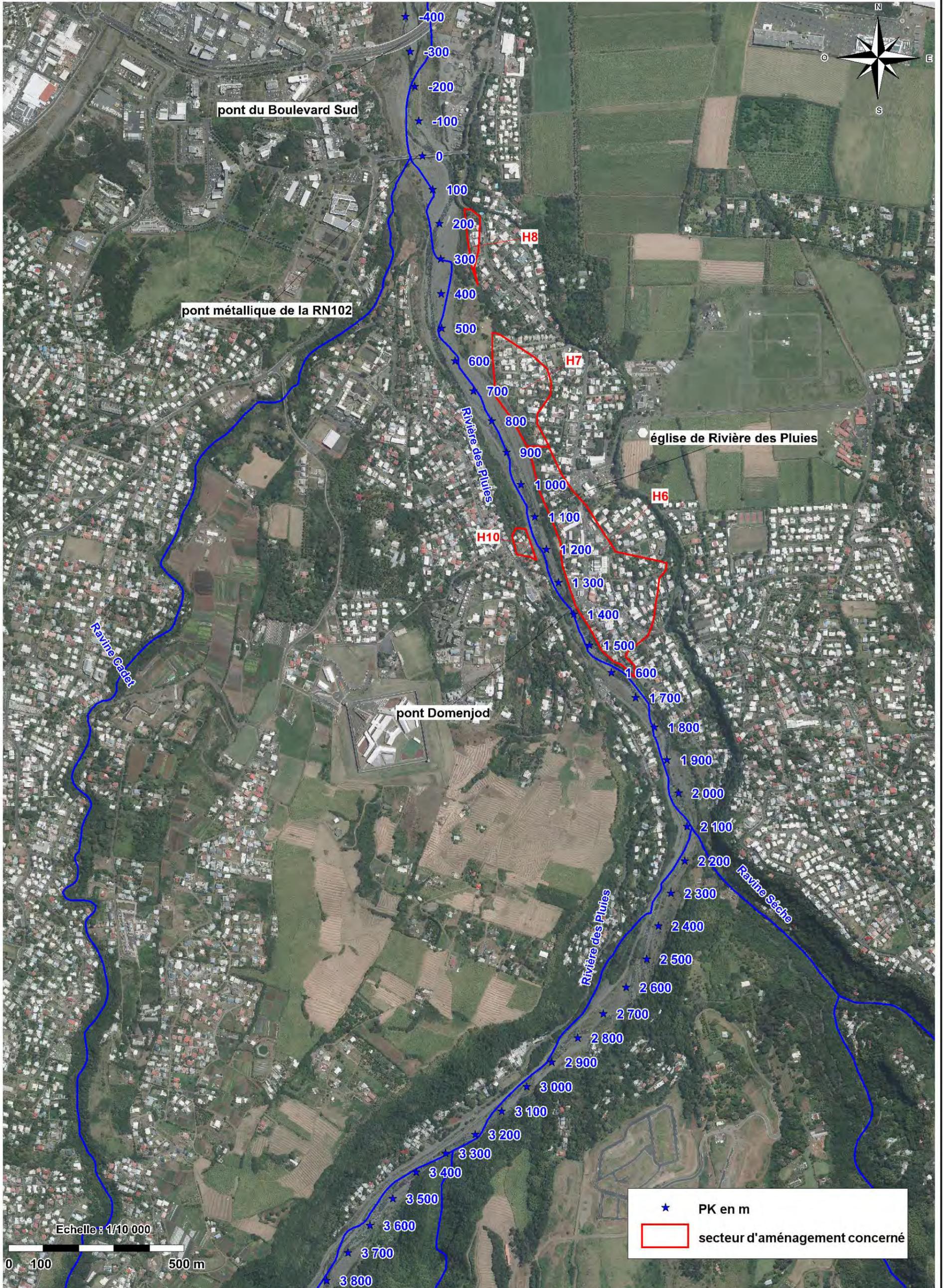
Les enjeux impactés sont les enjeux présents dans les zones inondables en crue centennale déterminées :

- ↳ Sur la base des débits caractéristiques définis dans l'analyse hydrologique de l'étude de 2008 ;
- ↳ A partir des niveaux d'eau calculés par le modèle physique HECRAS de l'étude de 2008 avec un fond correspondant à une configuration « intermédiaire » (levés de 2002-2003) par opposition au fond de configuration « haute » (juin 2006, après les crues de février et mars 2006 et avant curage) et au fond de configuration « basse » (levés de 2008-2010).

La figure en page suivante permet de localiser les 4 secteurs étudiés.

<sup>1</sup> PGRI : Programme de Gestion du Risque d'Inondation, CINOR, 2008

Figure n°01 - Localisation des zones d'études



## 2. DONNEES DISPONIBLES

La Rivière des Pluies a fait l'objet de nombreuses études.

Dans le cadre de la présente mission, une première étape de recensement puis d'analyse de ces études a été réalisée. Les principales données exploitées sont listées dans le tableau suivant :

**Tabl. 2 - DONNEES DISPONIBLES**

REF	INTITULE	AUTEUR	MAITRE D'OUVRAGE	DATE
<b>ETUDES ANTERIEURES</b>				
/1/	Dossier de demande de renouvellement de l'autorisation d'exploitation des venues d'eau de la galerie ILO de Salazie amont – Cette étude comporte une actualisation des données relatives à l'hydrologie et aux enjeux écologiques en présence sur la Rivière des Pluies	ARTELIA	Conseil Général	Mars 2012
/2/	Complément de l'étude relative à la protection contre les crues de la Rivière des Pluies - Proposition de modalités de gestion des inondations pour les secteurs aval de la RN 102 et amont de l'école du village d'Ilet Quinquina	ARTELIA	CINOR	Avril 2011
/3/	Etude de protection contre les crues de la Rivière des Pluies pour le compte de la CINOR en 2007 et 2008. Cette étude de référence sur la Rivière des Pluies comporte une analyse hydrologique et hydrogéomorphologique complète du cours d'eau.	SOGREAH	CINOR	2007/2008
/4/	Définition des protections de la plateforme du futur Tram-Train en rive droite de la Rivière des Pluies en aval immédiat et dans la continuité des protections réalisées dans le cadre du nouveau pont du Bd Sud	SOGREAH	Région Réunion, offre PPP Tram'Tiss	2008-2009
/5/	Rivière des Pluies, Travaux d'urgence suite aux crues de février et mars 2006, Propositions de principes généraux et de recommandations, septembre 2006 (diagnostic de l'évolution récente du lit en plan et en altitude).	SOGREAH	DDE	Septembre 2006
/6/	Note d'expertise suite aux désordres causés par DIWA	BRGM	?	Avril 2006
/7/	Dossier de demande d'autorisation au titre du Code de l'environnement pour la modification du tracé de la piste d'accès au chantier ILO de la Rivière des Pluies et travaux connexes – Etat des lieux complet des enjeux écologiques en présence sur la Rivière des Pluies	SOGREAH	Conseil Général	Janvier 2007
/8/	Programme de recherche sur l'érosion, les transports solides et la dynamique torrentielle des rivières de la Réunion, dont la Rivière des Pluies	SOGREAH	BRGM / Région/ CG974	2006
/9/	Boulevard Sud de Saint Denis – Raccordement Est à Gillot – Dossier de demande d'autorisation de travaux et de rejets au titre du code de l'environnement	HYDRETTUDES	Ministère de l'Equipement, des Transports et	Mai 2003

# ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102

<i>REF</i>	<i>INTITULE</i>	<i>AUTEUR</i>	<i>MAITRE D'OUVRAGE</i>	<i>DATE</i>
			du Logement	
/10/	Boulevard Sud de Saint Denis – Etude sur modèle réduit du franchissement de la rivière des Pluies – Etude hydraulique complémentaire de protections courtes	HYDRETUDES / ETRM / CNR	Région Réunion DDE	Avril 2003
/11/	Boulevard Sud de Saint Denis – Etude sur modèle réduit du franchissement de la rivière des Pluies – Etude préliminaire – Etude hydraulique sur modèle réduit 1/80	HYDRETUDES / ETRM / CNR	Région Réunion DDE	Juin 2000
/12/	Etude sur modèle réduit au 1/85 au niveau du pont de la RN2 pour définir les protections du pont au moment de sa construction	SOGREAH	DDE	1983
/13/	Etude sur modèle réduit au 1/70 au niveau du village de Rivière des Pluies en 1982 pour définir les protections du village (études qui ont abouti à la définition du perré de protection actuel).	SOGREAH	Commune de Sainte Marie	1982
/14/	Etude de franchissement de la rivière des Pluies par la RN2 – Etude préalable	SOGREAH	DDE	1982
/15/	Monographie de la Rivière des Pluies entre la Ravine du Bachelier et la mer (étude exhaustive, constats détaillés après Hyacinthe)	SOGREAH	DDE	1981
/16/	Etude sur modèle réduit au niveau de l'exutoire de la Rivière des Pluies pour l'allongement de l'aérodrome de Saint-Denis Gillot (Modèle réduit au 1/100 en aval de la RN2 qui a permis la validation du système de protection par épis aujourd'hui en place)	SOGREAH	Ponts et Chaussées	1966
<b>DOCUMENTATION TECHNIQUE</b>				
/17/	Les affouillements et la protection des berges dans les coudes des rivières à fond mobile, Rapport de synthèse de la SOGREAH	SOGREAH		avril 1971
<b>ETUDES GEOTECHNIQUES</b>				
/18/	Etude de faisabilité géotechnique des ouvrages de protection contre les crues de la rivière des Pluies dans les secteurs situés entre Ilet Quinquina et le pont de la RN102	FORINTECH	CINOR	Juin 2012

### **3. DEFINITION DES DEBITS DE PROJET**

L'étude de 2008 (réf. /3/) a permis de comprendre le fonctionnement hydrologique de la Rivière des Pluies. Les principaux résultats seront rappelés dans les paragraphes suivants.

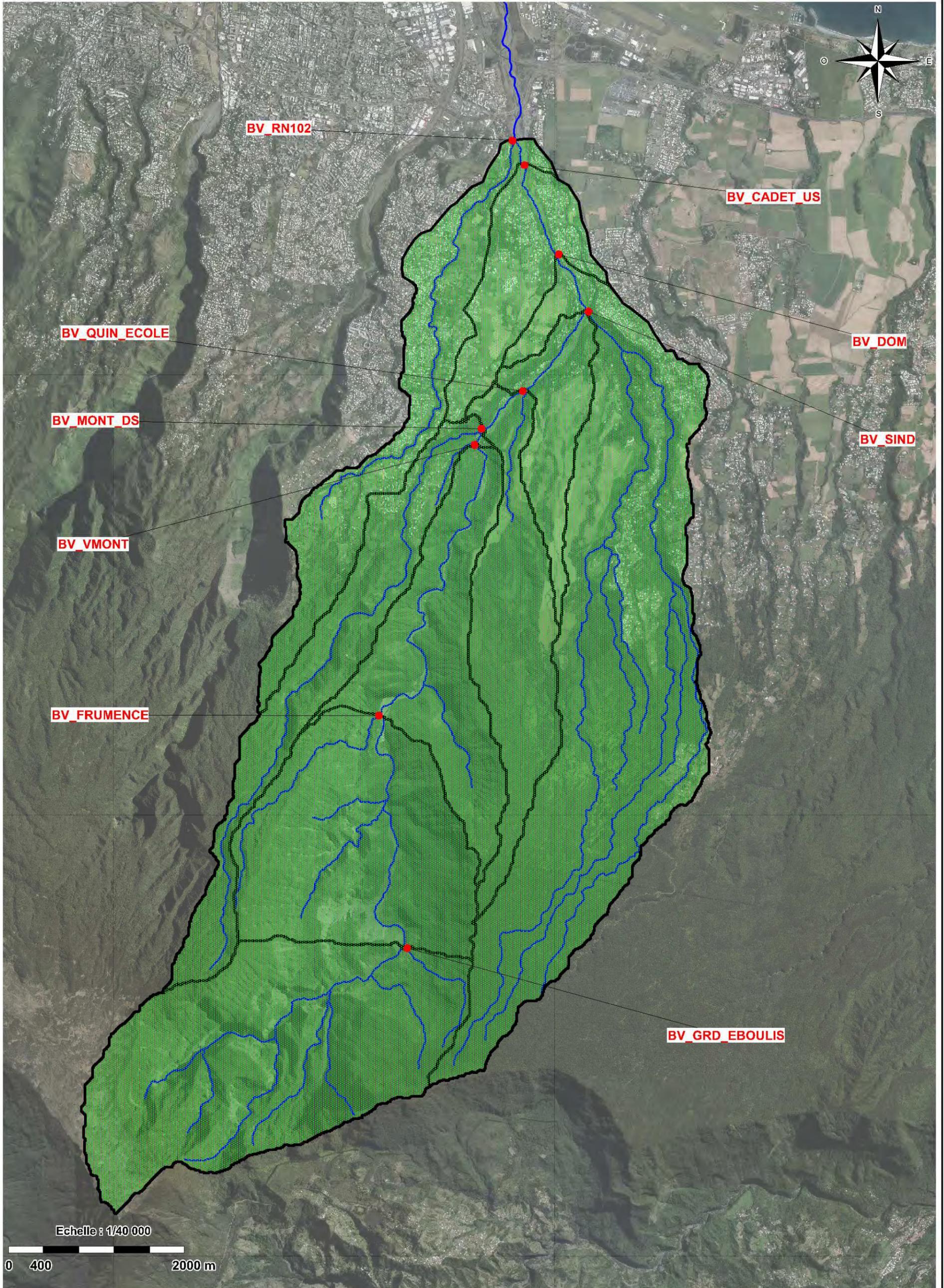
#### **3.1. CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS**

La carte page suivante présente le découpage en bassins versants de la Rivière des Pluies. Ce découpage a pour objectif de caractériser le bassin versant de la Rivière des Pluies à chaque point remarquable de son cours. Les bassins versants sont donc indiqués au fur et à mesure du cheminement de la rivière vers l'aval. Ces éléments sont repris dans le tableau suivant.

**Tabl. 3 - CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES BASSINS VERSANTS DE LA RIVIERE DES PLUIES**

<i>NOM REDUIT</i>	<i>EXUTOIRE</i>	<i>SUPERFICIE (KM<sup>2</sup>)</i>	<i>PERIMETRE (KM)</i>	<i>ALTITUDE MEDIANE (M NGR)</i>
BV_GRD-BOULIS	Limite amont Grand Eboulis	8,48	15,85	1 347
BV_FRUMENCE	Cap Frumence – Limite amont zone de dépôt ILO (aval Ravine Emmanuel)	14,41	21,67	1 141
BV_VMONT	Verrou Montauban – Amont confluence Ravine Montauban	18,30	29,42	1 010
BV_MONT-DS	Aval confluence Ravine Montauban	21,91	30,14	993
BV_QUIN-ECOLE	Limite amont zone étude – Ecole îlet Quinquina	25,34	31,80	954
BV_SIND	Amont confluence Ravine Bachelier – Lot Sindrama	26,97	34,27	913
BV_DOM	Pont Domenjod – Aval confluence Ravine Bachelier	38,90	37,23	906
BV_CADET-US	Amont confluence Ravine Cadet	41,02	38,85	865
BV_RN102	Limite aval zone étude – aval confluence Ravine Cadet	44,76	40,31	807

Figure n°02 - Bassins versants de la Rivière des Pluies



### 3.2. DEBITS CARACTERISTIQUES DE CRUE AU PONT DE DOMENJOD

L'étude de 2008 (réf. /3/) a procédé à une estimation des débits caractéristiques de la Rivière des Pluies.

La méthodologie était la suivante :

- ↪ Analyse régionale des pluies ;
- ↪ Exploitation des données de débit disponibles ;
- ↪ Etablissement d'une relation pluie-débit.

Les débits ont été calculés en différents points du bassin versant de la Rivière des Pluies. Le tableau suivant présente ces débits au droit du pont de Domenjod.

**Tabl. 4 - DEBITS CARACTERISTIQUES DE CRUE AU PONT DOMENJOD**

<i>PERIODE DE RETOUR (ANS)</i>	<i>Q (M<sup>3</sup>/S)</i>
2	180
5	400
10	700
20	970
30	1 130
50	1 330
100	1 610

---

## 4. MODELISATION DE L'ETAT ACTUEL

---

### 4.1. OBJECTIFS

L'objectif de ce modèle 2D est d'étudier la conséquence en termes d'inondation de trois crues (trentennale, centennale, exceptionnelle) sur les berges en rives droite et gauche de la rivière des Pluies, en l'état actuel.

La topographie utilisée ici est la topographie actuelle (cf. § 4.2.2) et constitue une configuration « basse » caractérisée par des niveaux de fond extrême 1 à 2 m sous les niveaux de 2002-2003 (configuration « intermédiaire » du lit) et 2 à 4 m sous les niveaux de 2006 avant curage du lit (configuration « haute » du lit) (cf. Fig. 34).

Les résultats de ce modèle ne seront pas utilisés pour définir le nombre de bâtis à acquérir pour les solutions de prévention ; la configuration « intermédiaire » du lit étant privilégiée pour la délimitation des zones d'aléa inondation.

### 4.2. CONSTRUCTION DU MODELE 2D

#### 4.2.1. EMPRISE

Le modèle de la Rivière des Pluies mesure environ 2 km de long pour plus ou moins 500 m de large.

La limite amont du modèle est située juste à l'aval de la confluence avec la ravine Bachelier, point de départ des débordements en rive droite (cf. réf. /3/). La limite aval du modèle est le pont de la RN102. Son emprise est tracée en rose sur la carte ci-dessous :

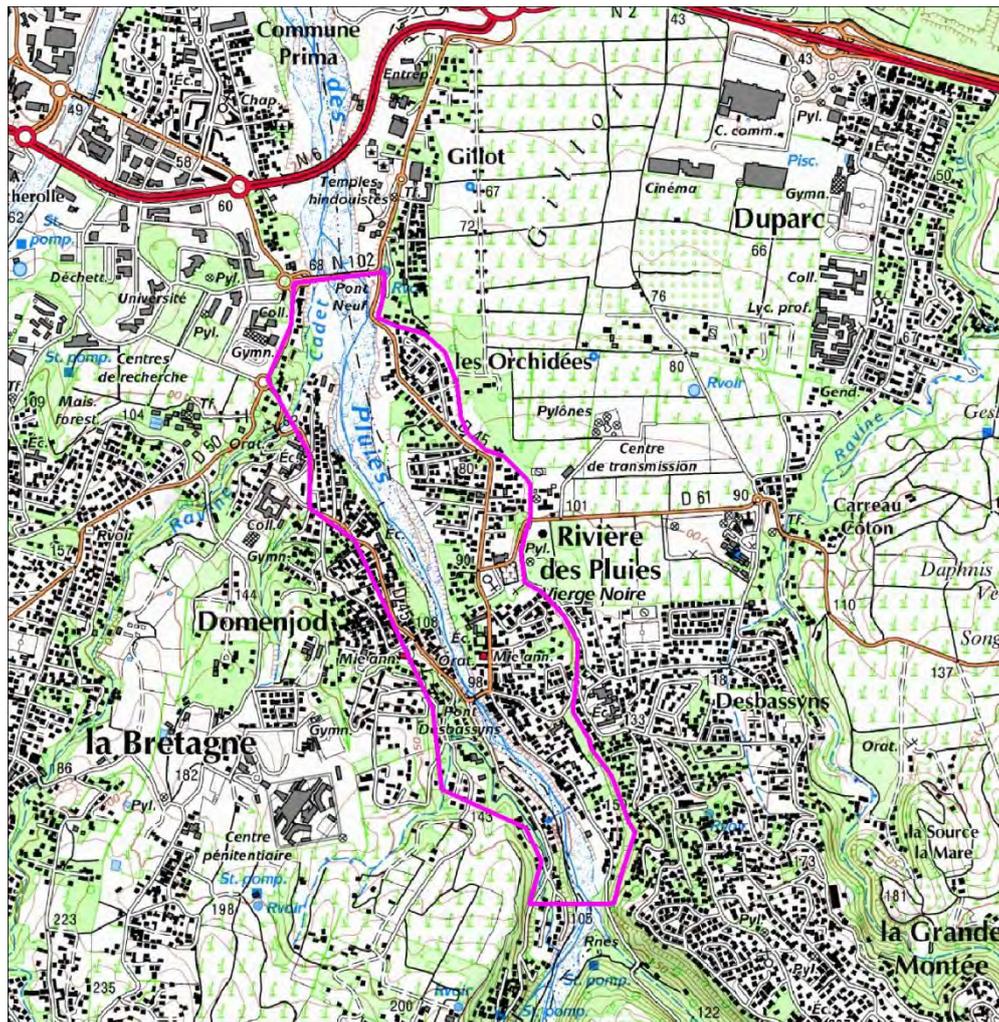


Fig. 3. EMPRISE DU MODELE BIDIMENSIONNEL

#### 4.2.2. DONNEES COLLECTEES

La construction du modèle bidimensionnel repose sur de nombreuses données, de différents types et sources, collectées à l'occasion de la présente étude.

Les données topographiques, fournies par le maître d'ouvrage, sont essentiellement composées des modèles numériques de terrain de la DEAL (2010) et de la BD LITTO 3D (2008). Ces données ont été complétées par des plans des ouvrages sur le secteur (plans du pont Domenjod). Enfin, nous avons aussi utilisé les fonds de plan mis à notre disposition pour l'étude, notamment les couches de bâti et de végétation de la BD TOPO de l'IGN (2008) et le scan IGN au 1/25000e.

L'ensemble de ces données a été rassemblé dans un MNT sous SIG (MapInfo), rattaché aux systèmes de coordonnées suivantes :

- ↪ En planimétrie : système de projection « Réunion, RGR 92 – UTM 40 sud – IGN 1989 »
- ↪ En altimétrie : nivellement général de la Réunion (NGR).

### 4.2.3. MAILLAGE DU MODELE

Le modèle a été construit dans un repère local rattaché au système de projection de La Réunion par le décalage suivant :

$$\curvearrowright X \text{ modèle} = X - 345\,010$$

$$\curvearrowright Y \text{ modèle} = Y - 7\,686\,679$$

Pour représenter au mieux tous les détails topographiques essentiels, nous avons utilisé un maillage aux éléments finis, c'est-à-dire composé de facettes triangulaires de taille et de forme variables.

La force d'une telle approche réside dans une représentation fine et réaliste du terrain naturel par le modèle numérique de terrain associé au maillage de la zone d'étude. Cette approche permet un découpage très fin de la topographie et donc la prise en compte des géométries complexes rencontrées sur le secteur d'étude.

Ce modèle est constitué de 23 565 nœuds et 42 614 mailles triangulaires. La taille des mailles est constante sur l'ensemble du modèle, elle vaut 7 m.

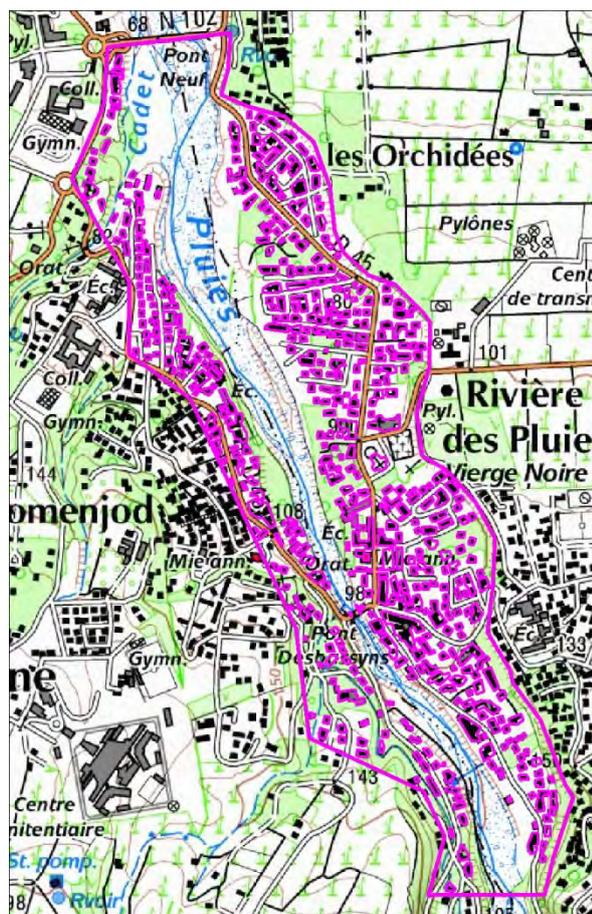
En chacun de ces points de calcul, aussi bien dans le lit ordinaire que dans la plaine inondable, TELEMAC-2D calcule les évolutions au cours du temps de la hauteur d'eau et de la vitesse d'écoulement. Pour cette variable, le calcul restitue à la fois l'intensité de la vitesse et la direction du courant.

A partir des résultats de base du modèle bidimensionnel que sont la hauteur d'eau et la vitesse, il est bien entendu possible de calculer de nombreuses autres grandeurs, telles que le niveau d'eau ou le débit transitant par une section donnée.

La représentation des zones urbaines est une des difficultés des modélisations mathématiques, notamment unidimensionnelles. Les représenter finement demanderait de prendre en compte une échelle de détail importante et donc nécessiterait un nombre conséquent de mailles de calcul. Si l'on veut garder son caractère opérationnel au modèle (en termes de coût de construction du modèle, durée de simulation, et temps nécessaire à son exploitation), il n'est pas possible d'identifier chaque immeuble ou chaque ruelle des zones urbanisées. Il est donc nécessaire de mettre en œuvre certaines simplifications.

Dans les zones urbaines denses, nous avons fait le choix de représenter explicitement les bâtiments. Ainsi, les grands axes de circulation favorisant les écoulements sont maillés de manière à pouvoir y calculer les hauteurs d'eau et les vitesses. Les zones bâties sont regroupées en « blocs de maisons équivalents » et pris en compte dans le maillage sous la forme d'obstacles insubmersibles et imperméables.

Chaque bâtiment ou groupe de bâtiments étroitement liés a été représenté (près de 500 bâtiments représentés). Les bâtiments modélisés sont représentés sur la carte ci-dessous.

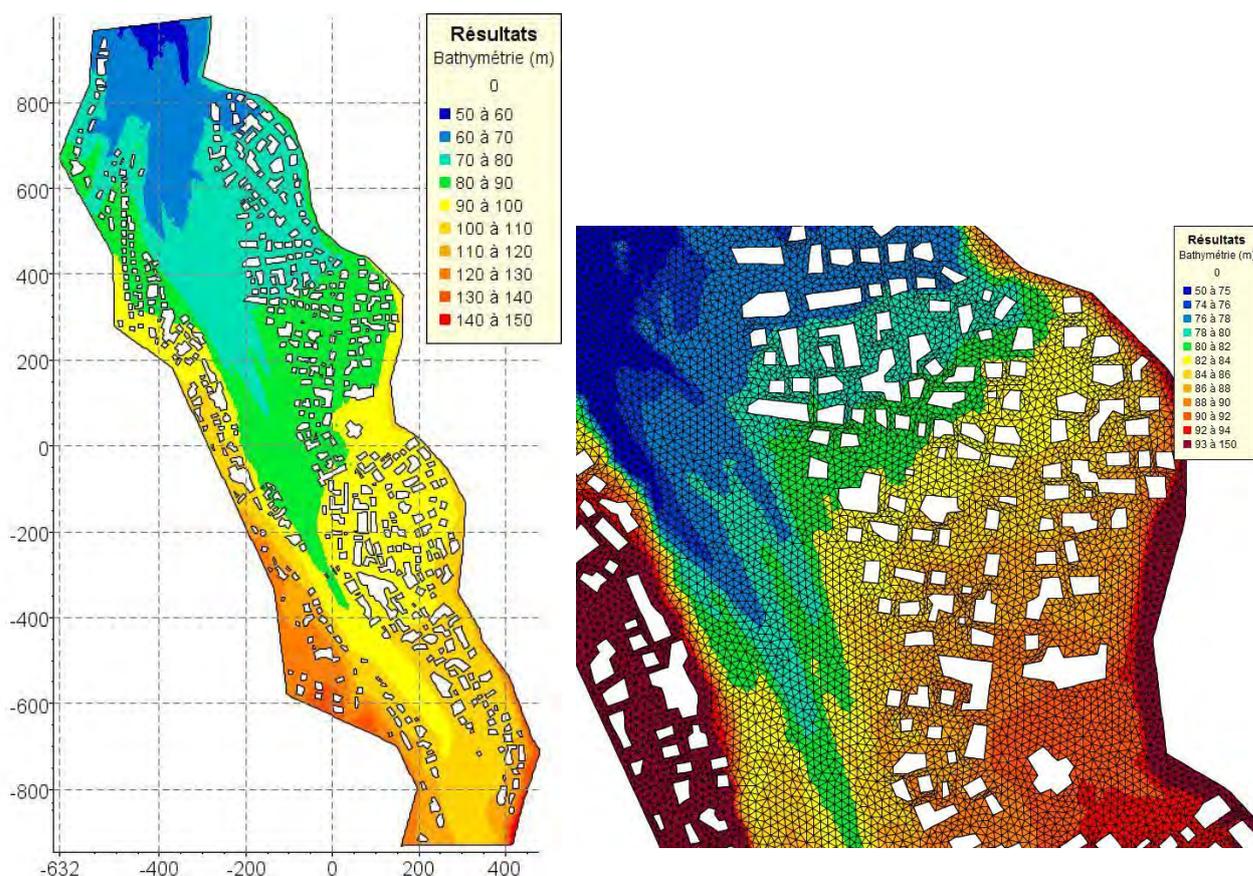


**Fig. 4. REPRESENTATION DES BATIMENTS**

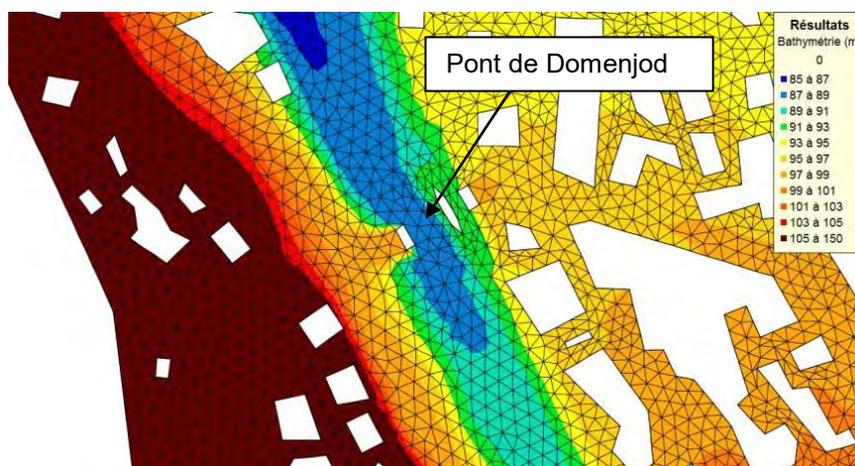
La figure de gauche ci-après montre le modèle topographique obtenu. L'altimétrie du modèle s'étend entre 50 et 150 m sur 2 km, soit une pente de 5%.

La carte de droite ci-après montre le détail du maillage et de la topographie sur la rive droite. On peut voir le détail des bâtiments ainsi que la représentation de la bathymétrie complexe du lit mineur.

# ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102



**Fig. 5. TOPOGRAPHIE DU MODELE**



**Fig. 6. DETAIL DU PONT DOMENJOD**

La figure ci-dessus présente le détail du maillage autour du pont Domenjod. Cet ouvrage constitue une singularité importante pour les crues de la Rivière des Pluies du fait de sa géométrie. Ainsi, l'ouvrage est constitué d'une arche principale de 17 m de large (cote du fond à 87.3 m NGR) et d'une arche secondaire en rive droite de 5 m de large (cote du fond à 91.9 m NGR), séparées par une pile centrale de 3 m. De plus, la voûte des arches est à la cote 96 m NGR. On note également que la culée en rive gauche avance de manière marquée dans le lit de la rivière, et que les accès au pont sur les deux rives sont légèrement plus hauts que le terrain naturel (cote à 97.0 m NGR).

#### 4.2.4. PARAMETRAGE DU MODELE

Il n'a pas été possible de réaliser un véritable calage du modèle bidimensionnel étant donné l'absence de données d'observation de la Rivière des Pluies en crue et le peu de données hydrauliques exploitables collectées dans les rapports antérieurs.

Nous avons donc défini des coefficients de rugosité de Strickler sur la base des valeurs classiques de la littérature et des retours d'expérience dont nous disposons sur des rivières similaires à la Réunion. Notons également que les valeurs de rugosité (Strickler) sont généralement plus faibles dans une modélisation 1D que 2D, pour compenser les approximations induites par la simplification sous-jacente des équations de l'hydraulique, la modélisation 2D étant en revanche bâtie sur un système d'équations qui inclut moins d'hypothèses.

Les zones de frottement ont été définies en fonction de la nature des sols. Les valeurs de rugosité de Strickler retenues pour le modèle 2D sont donc les suivantes :

- ↪ 15 dans les zones boisées,
- ↪ 20 dans les zones urbaines,
- ↪ 25 dans les zones de champs,
- ↪ 30 dans le lit mineur.

La carte ci-dessous montre comment sont répartis les coefficients de frottement :

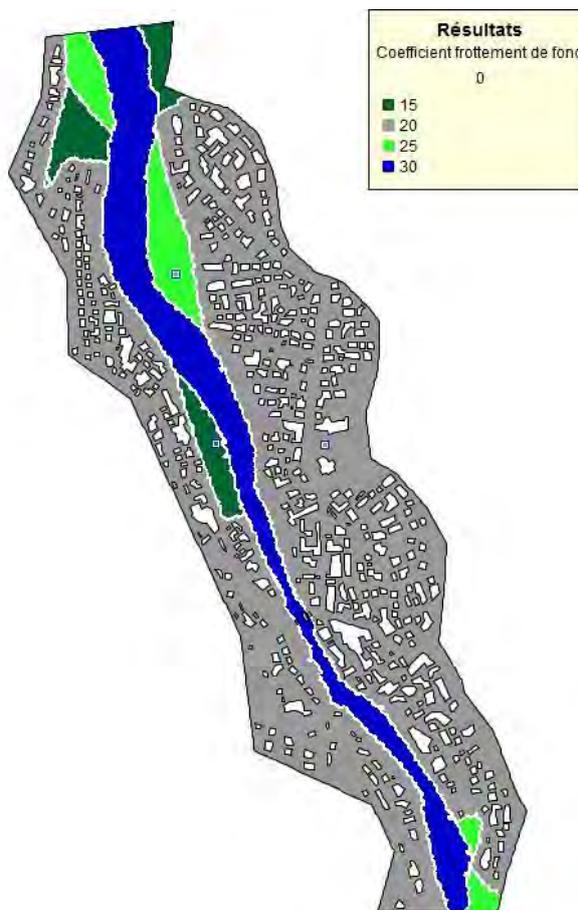


Fig. 7. REPARTITION DES COEFFICIENTS DE FROTTEMENT

## **4.2.5. HYPOTHESES ET LIMITES DE LA MODELISATION**

### **4.2.5.1. MODELE A FOND FIXE**

Dans la réalité, les courants fluviaux, mêmes modérés, occasionnent sur les fonds des rivières un transport de matériaux. Les modifications morphologiques qui en résultent sont plus ou moins rapides, et résultent de l'adaptation mutuelle, au cours du temps, de l'écoulement et de la topographie des fonds : érosion des sédiments depuis le fond, charriage par les courants et dépôt lorsque la force tractrice de l'écoulement devient trop faible.

Dans le cas présent, le type de modélisation mis en œuvre suppose intrinsèquement que le fond du lit est fixe, c'est-à-dire qu'il ne peut pas évoluer sous l'action de l'écoulement. Cette hypothèse devra donc être gardée à l'esprit pour l'évaluation des résultats issus du modèle.

### **4.2.5.2. ECOULEMENT A SURFACE LIBRE**

Le logiciel TELEMAC-2D mis en œuvre dans la présente étude résout les équations bidimensionnelles régissant la dynamique des écoulements à surface libre.

Si, dans la réalité, les écoulements peuvent passer en charge au droit d'un ouvrage particulier, soit parce que la voûte de l'ouvrage est basse, soit du fait de la formation d'un embâcle de bois, ce phénomène ne pourra pas être pris en compte directement par la simulation. Il serait cependant possible d'ajouter dans le modèle une perte de charge locale au droit de l'ouvrage afin de reproduire ce phénomène.

Le pont de Domenjod a été représenté par la prise en compte de ses piles et culées. La perte de charge ainsi obtenue est suffisamment importante, c'est pourquoi nous n'avons pas ajouté un modèle de perte de charge local.

### **4.2.5.3. CONDITIONS AUX LIMITES**

Enfin, la modélisation mise en œuvre considère les hypothèses suivantes sur les conditions aux limites :

- ↳ Les limites latérales du modèle sont représentées par des parois imperméables, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de débordement possible au-delà des frontières définies quel que soit l'événement considéré. En particulier, nous considérons que les blocs de bâtiments et les culées des ponts sont des obstacles insubmersibles et imperméables.
- ↳ La condition limite amont du modèle est une condition de débit sur la largeur du cours d'eau. Le profil de vitesse est du type racine de  $h$  ( $h$  étant la hauteur d'eau).
- ↳ La condition aux limites aval est un niveau d'eau horizontal sur la section en travers du modèle.

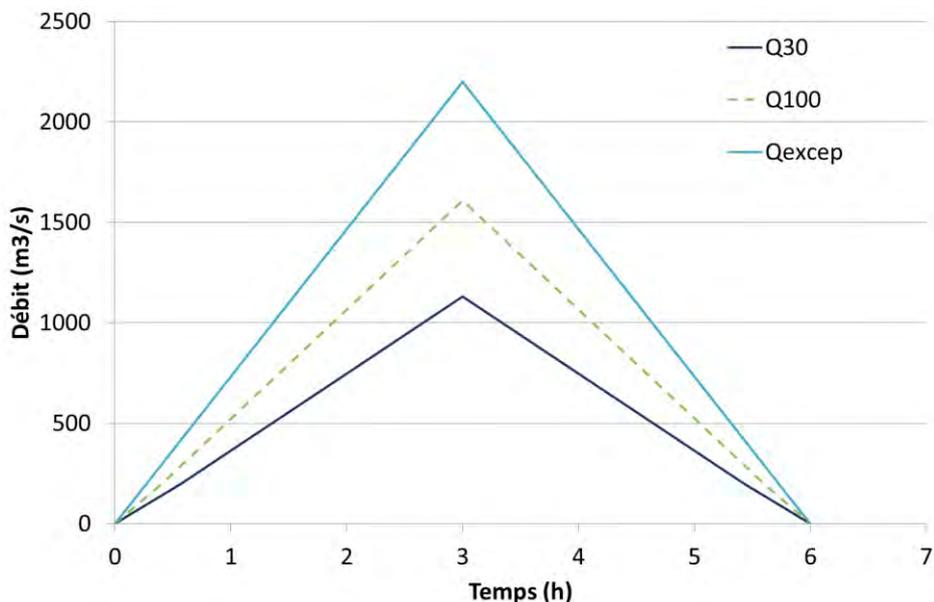
## **4.3. EXPLOITATION DU MODELE 2D**

### **4.3.1. CRUES ETUDIEES**

Le modèle doit être exploité pour trois crues, de période de retour 30 ans, 100 ans et exceptionnelle.

Pour toutes ces crues, l'hydrogramme de débit injecté au niveau de la frontière amont du modèle a une forme triangulaire symétrique, avec 3 heures de montée et 3 heures de descente.

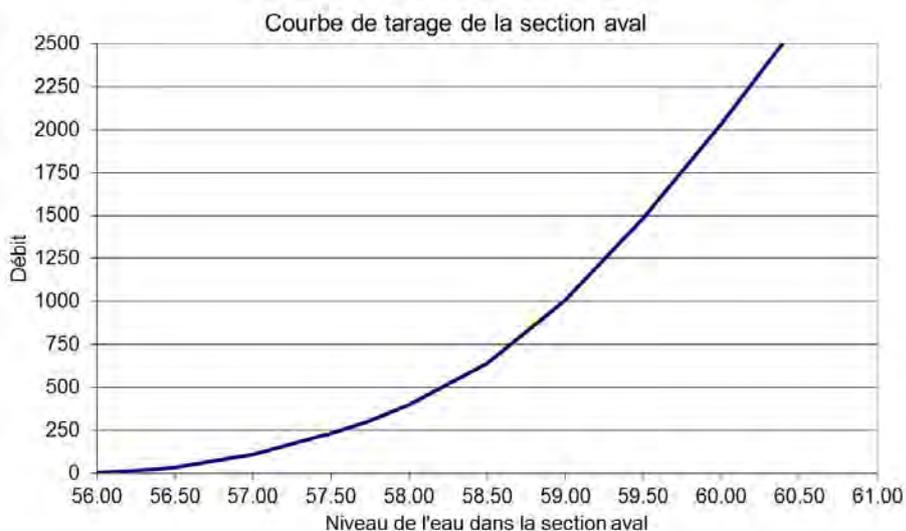
Les différents hydrogrammes ainsi obtenus sont représentés sur le graphique ci-dessous.



**Fig. 8. HYDROGRAMME AMONT**

La condition aval du modèle est définie par une courbe de tarage reliant débit et niveau d'eau (cf. figure ci-après). Cette courbe de tarage a été définie en considérant un écoulement uniforme sur la section aval.

Le débit arrivant sur la section aval du modèle est calculé automatiquement par le logiciel. Le niveau d'eau correspondant est ensuite lu sur la courbe de tarage, puis imposé comme condition limite sur la frontière aval du modèle.



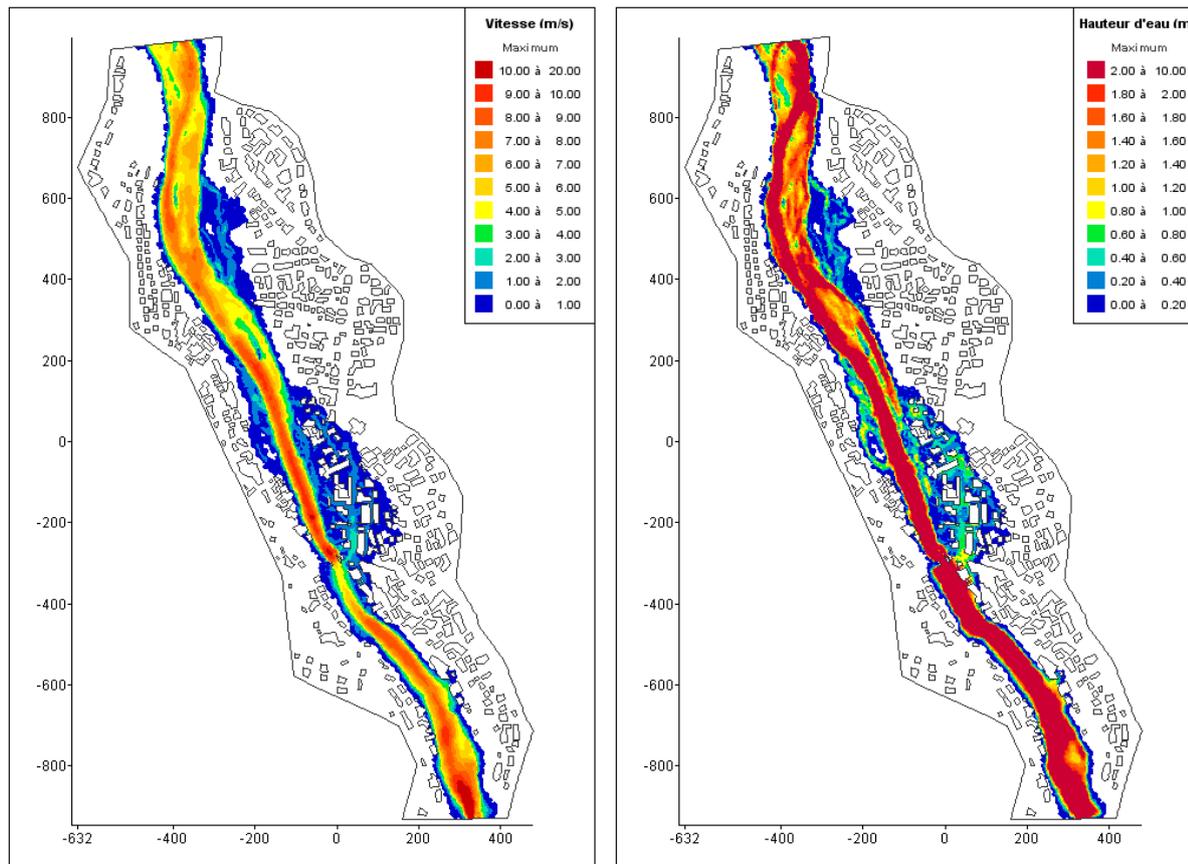
**Fig. 9. COURBE DE TARAGE DE LA SECTION AVAL**

## 4.3.2. CRUE TRENTENNALE

Les figures ci-dessous montrent respectivement la hauteur d'eau et la vitesse maximales atteintes durant la crue.

Dans les zones habitées la hauteur d'eau maximale atteinte est de l'ordre de 1 m.

Les vitesses dans le lit mineur sont très élevées (5 à 10 m/s), en lit majeur les vitesses les plus importantes se trouvent à proximité des points de débordements. elles sont comprises entre 2 et 3 m/s, ailleurs dans le lit majeur elles sont inférieures à 2 m/s.

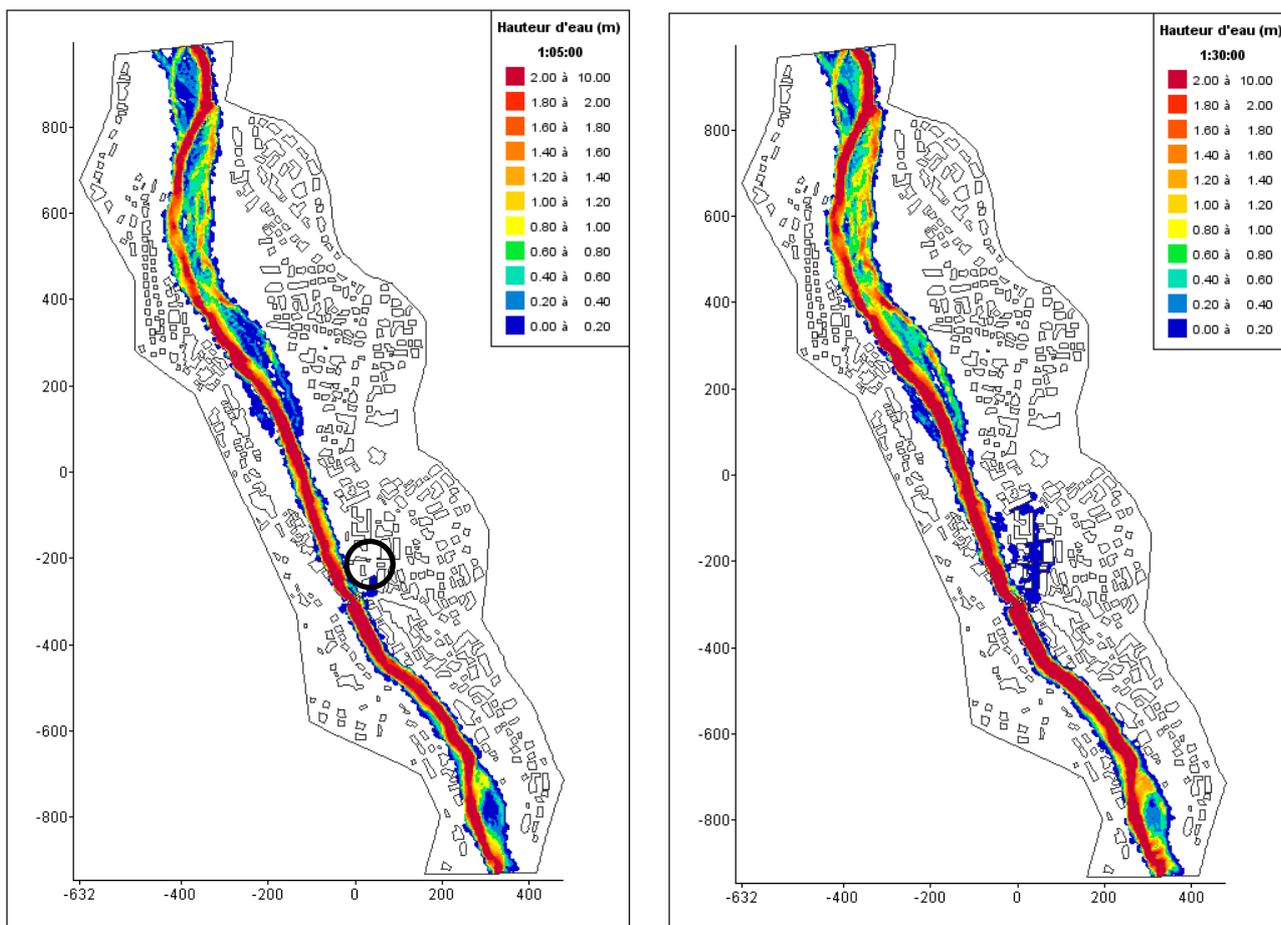


**Fig. 10. HAUTEUR D'EAU ET VITESSE MAXIMALES POUR LA CRUE DE PERIODE DE RETOUR 30 ANS**

Les figures suivantes présentent plus en détail le déroulement de la crue. Le temps par rapport au début de la crue est indiqué dans la légende. Ainsi, 01:15:00 signifie que la figure correspond au résultat du calcul 1 heure et 15 min après le début de la crue.

Notons que ces temps sont indicatifs par rapport à un hydrogramme de crue théorique et ne reflètent pas obligatoirement le déroulement d'une crue réelle du cours d'eau. Toutefois, l'ordre de grandeur proposé est cohérent avec le type de bassin versant étudié et les crues observées sur des cours d'eau similaires.

# ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102

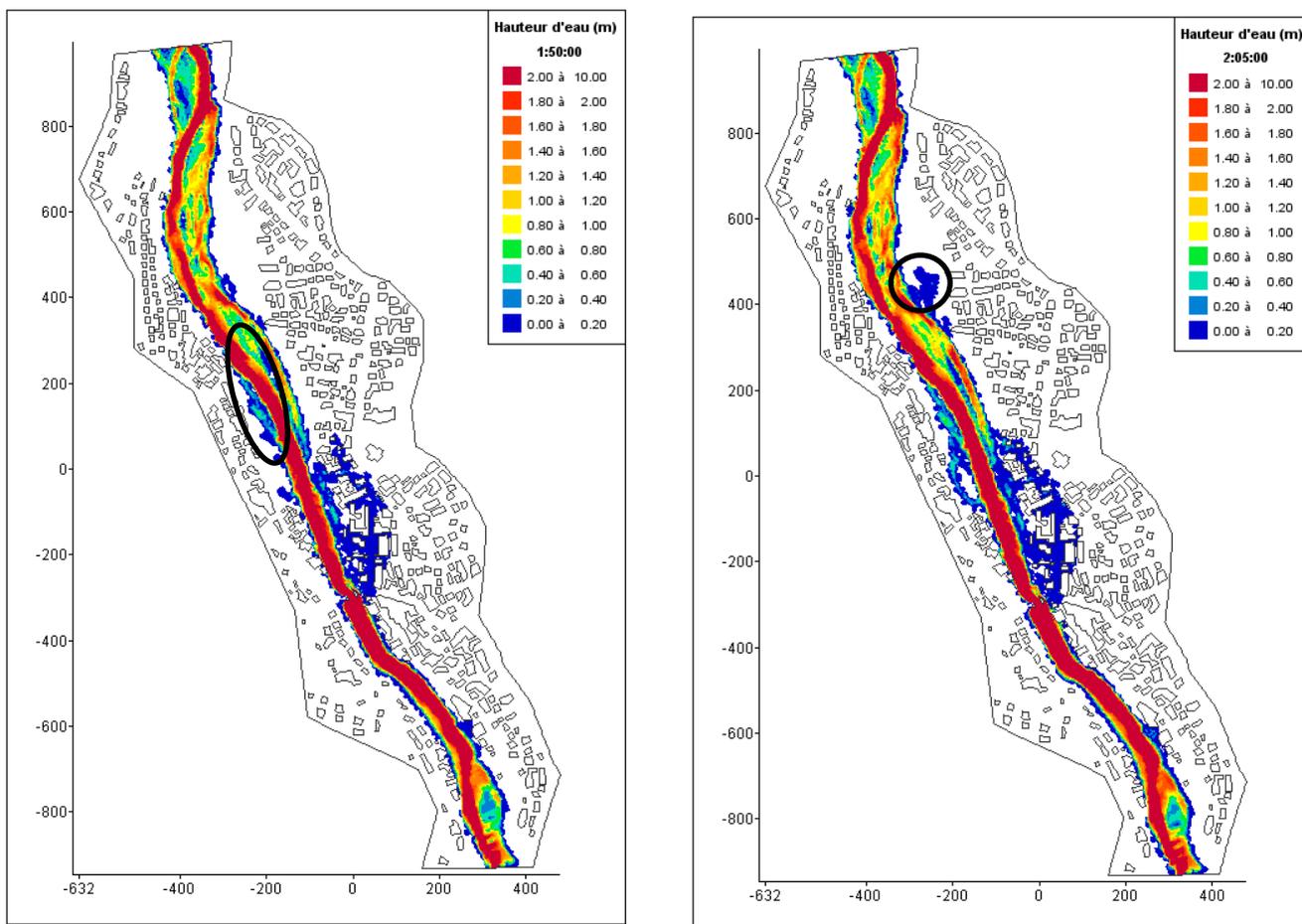


**Fig. 11. HAUTEUR D'EAU A T=1H05 ET T=1H30 POUR LA CRUE DE PERIODE DE RETOUR 30 ANS**

Les débordements commencent environ 1 heure après le début de la crue, en amont immédiat du pont Domenjod.

Au bout d'une heure et demie les débordements sont toujours localisés au même endroit, les hauteurs d'eau ne dépassent pas 40 cm, et les vitesses ne dépassent pas 0.5 m/s.

# ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102

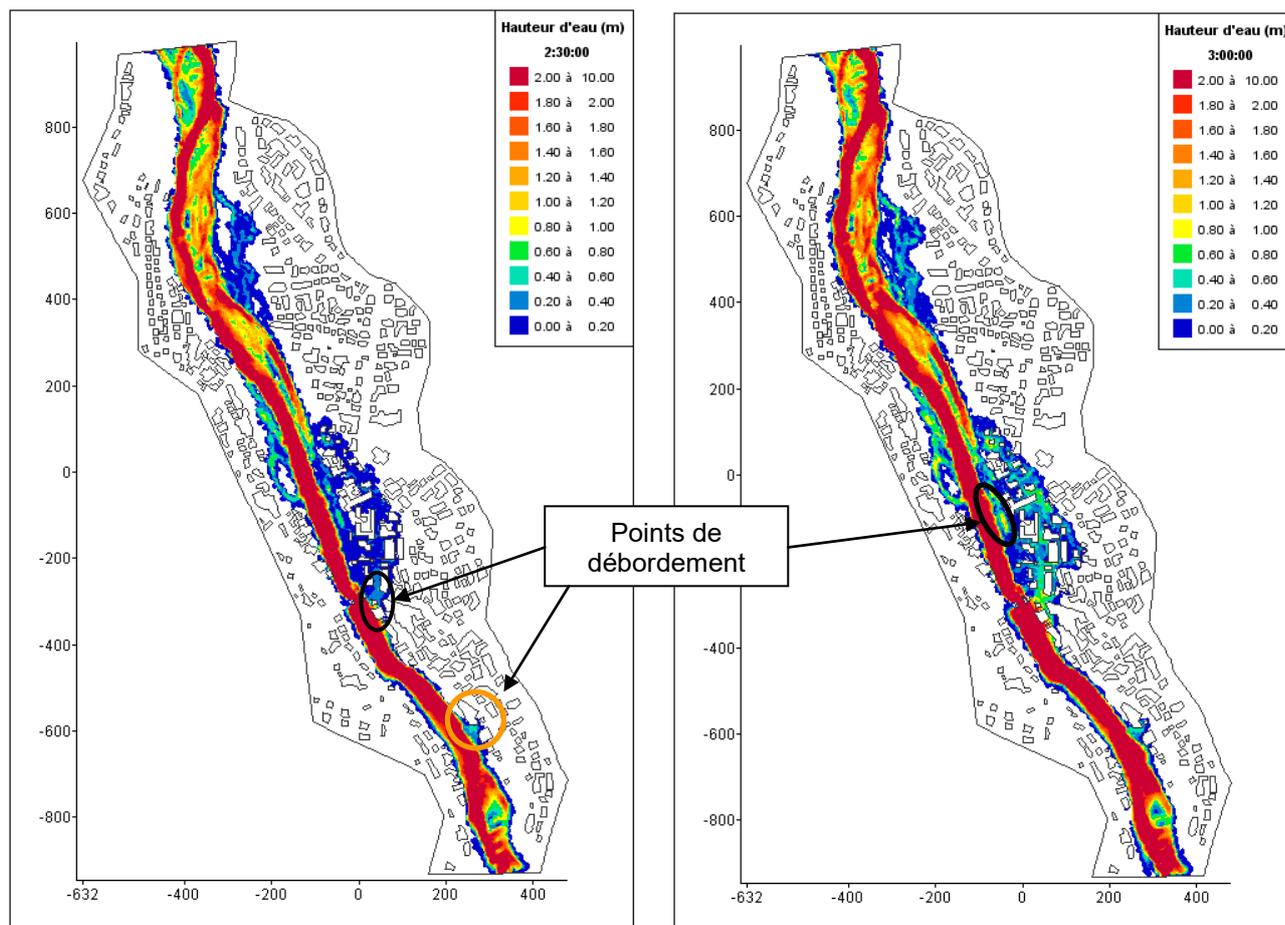


**Fig. 12. HAUTEUR D'EAU A T=1H50 ET T=2H05 POUR LA CRUE DE PERIODE DE RETOUR 30 ANS**

Au bout d'1h50 on voit les premiers débordements en rive gauche. En rive droite les hauteurs dépassent à peine 40 cm, et ceci très localement en bordure de rivière.

Quinze minutes plus tard, soit au bout de 2h environ apparaissent des débordements en rive droite en contre bas du quartier des Orchidées. L'eau qui a débordé en amont immédiat du pont Domenjod rejoint le lit mineur. Dans toutes les zones de débordement en lit majeur les vitesses sont inférieures à 0.5 m/s.

# ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102



**Fig. 13. HAUTEUR D'EAU A T=2H30 ET T=3H POUR LA CRUE DE PERIODE DE RETOUR 30 ANS**

Après deux heures et demi, les hauteurs d'eau dans le quartier rive droite qui est en aval du pont Domenjod ne dépassent 40 cm que très localement dans les zones bâties ou dans des zones en cuvette, ainsi qu'en bordure du lit mineur. Au point de débordement, et dans les 100 m qui suivent (ellipse noire), les vitesses sont comprises entre 1 et 2 m/s, plus loin du point de débordement elles restent inférieures à 1 m/s

En rive gauche les hauteurs d'eau peuvent localement dépasser 80 cm. Les vitesses dépassent légèrement 1 m/s.

En rive droite en contrebas du quartier des Orchidées, les hauteurs d'eau restent inférieures à 80 cm et les vitesses à 2 m/s.

Plus en amont, en rive droite, il y a un début de débordement au niveau des bâtiments qui se trouvent entre le lit mineur et la rue Moka (cercle orange).

Au bout de 3 heures, les débordements sont un peu plus importants qu'au bout de 2 heures et demie. Dans le quartier rive droite qui est en aval du pont Domenjod, les hauteurs d'eau ne dépassent pas 80 cm sauf localement contre un bâtiment ainsi qu'entre le lit mineur et les premiers bâtiments (ellipse noire). Les vitesses sont inférieures 2 m/s, en s'éloignant du point de débordement elles restent inférieures à 1 m/s.

En rive gauche, les hauteurs d'eau dépassent assez largement les 80 cm, tout en restant inférieures à 1 m. Les vitesses dépassent légèrement 1 m/s.

## ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102

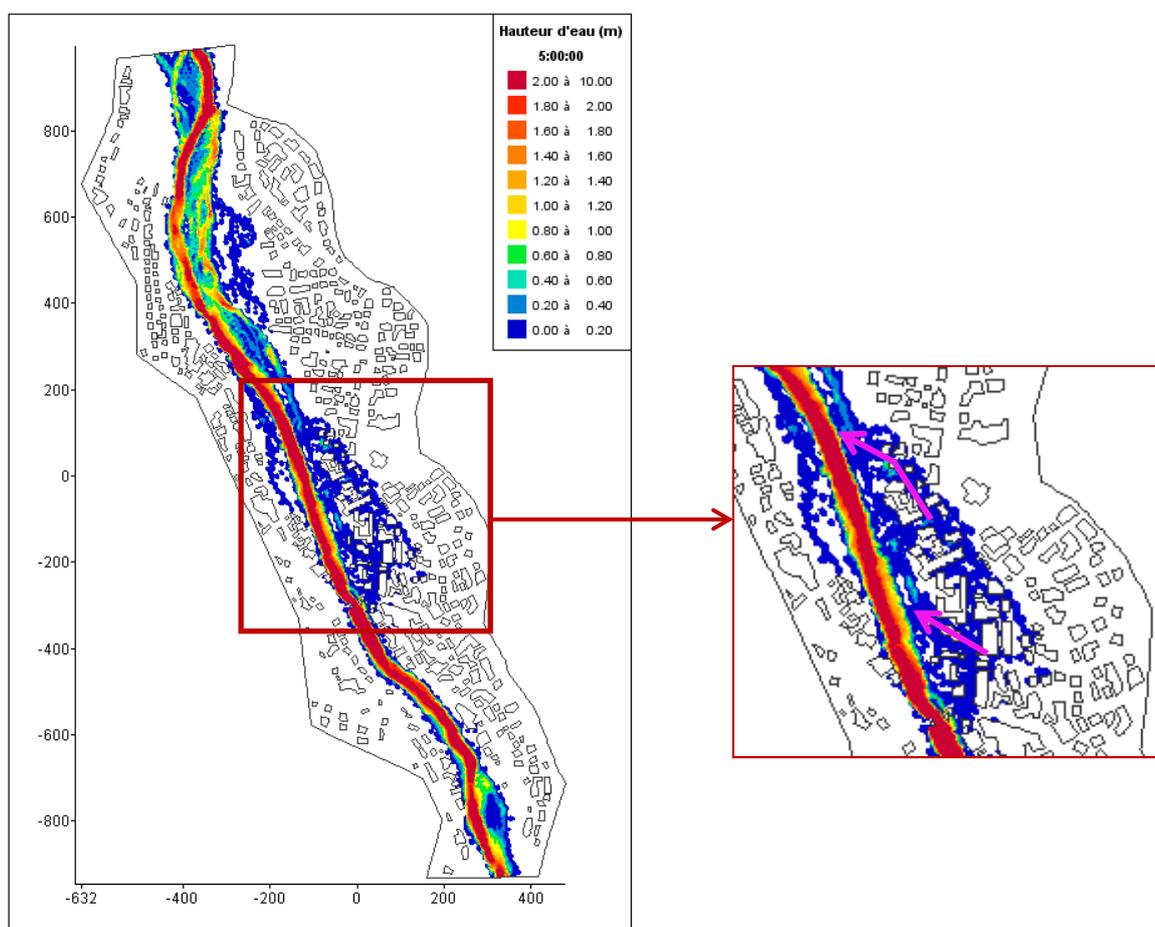
En rive droite en contre-bas du quartier des Orchidées, les hauteurs d'eau restent inférieures à 80 cm et les vitesses à 2 m/s.

La hauteur d'eau maximale est atteinte au bout de 3 heures sur la frontière amont du modèle, au bout de 3h environ en rive droite dans le quartier qui est en aval du pont Domenjod et en contre-bas du quartier des Orchidées.

Le pont de Domenjod passe en charge environ 2h30 après le début de la crue. La perte de charge au droit du pont dans le lit mineur est de l'ordre de 5.65 m.

Ensuite la décrue fait diminuer les hauteurs d'eau et les vitesses.

La figure ci-dessous montre en phase de ressuyage les chemins préférentiels qu'emprunte l'eau pour retourner vers le lit mineur, 5h après le début de la crue (flèches roses).



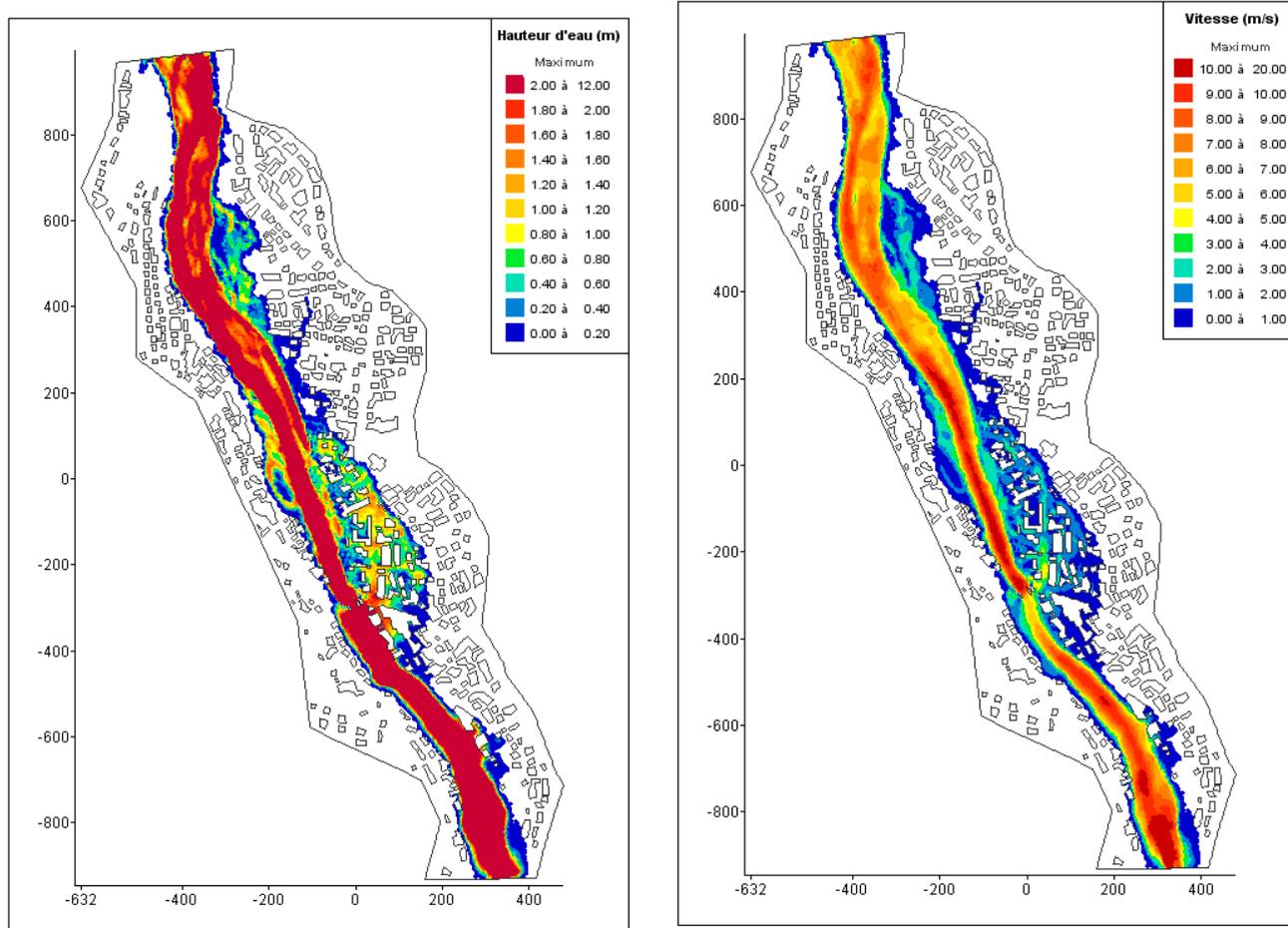
**Fig. 14. HAUTEUR D'EAU A T=5H POUR LA CRUE DE PERIODE DE RETOUR 30 ANS**

A la fin de la crue, seules quelques poches d'eau de plus de 50 cm subsistent au niveau des zones habitées, après la décrue.

### 4.3.3. CRUE CENTENNALE

Les figures ci-dessous montrent respectivement la hauteur d'eau et la vitesse maximales atteintes durant la crue.

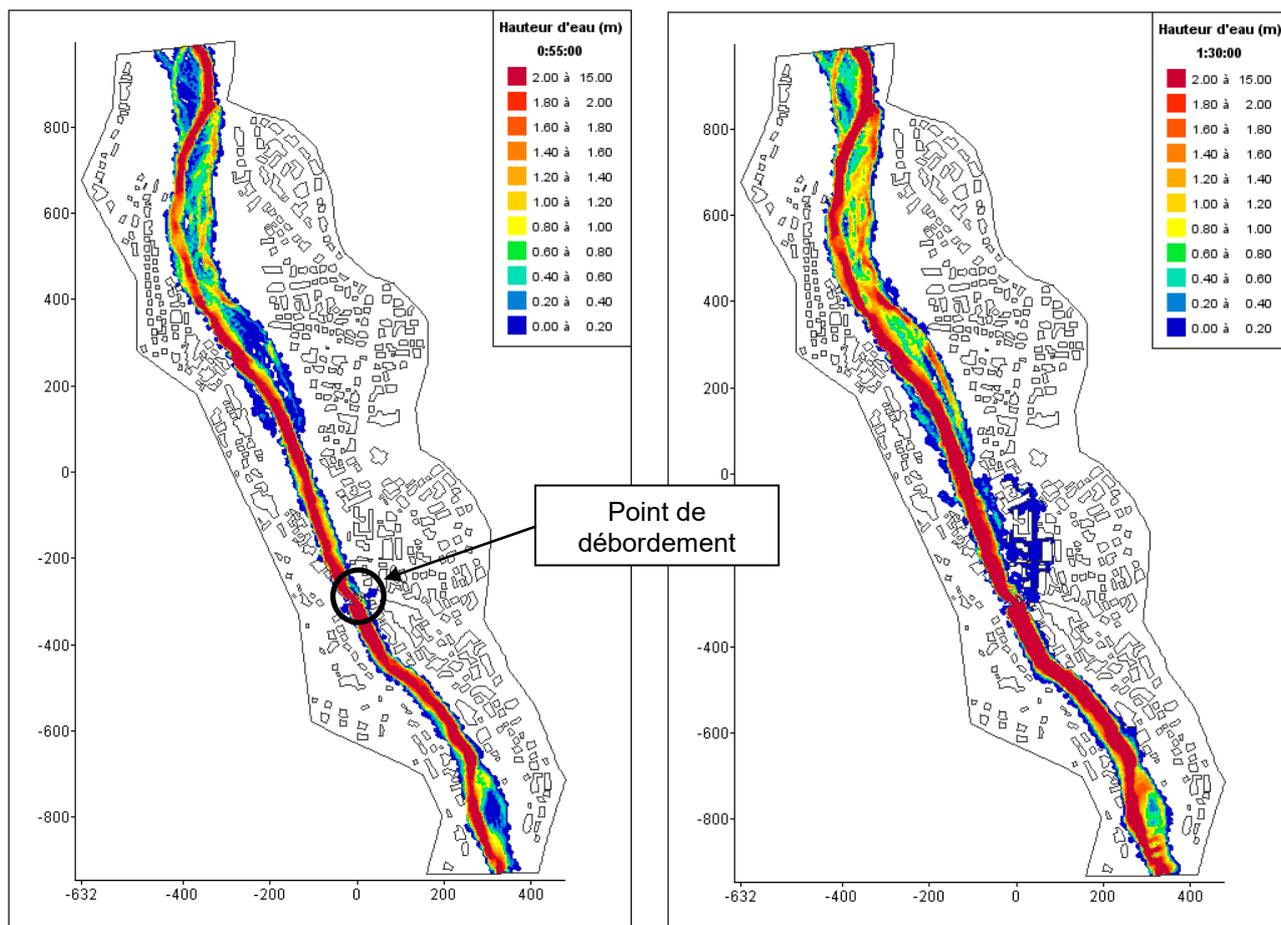
Dans le lit majeur les hauteurs d'eau sont globalement inférieures à 1.60 m et les vitesses à 4 m/s, sauf à proximité du lit mineur.



**Fig. 15. HAUTEUR D'EAU ET VITESSE MAXIMALES POUR LA CRUE CENTENNALE**

Les figures suivantes présentent plus en détail le déroulement de la crue. Le temps par rapport au début de la crue est indiqué dans la légende.

# ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102



**Fig. 16. HAUTEUR D'EAU A T=55MN ET T=1H30 POUR LA CRUE CENTENNALE**

Les débordements commencent au bout d'environ 1 heure en amont immédiat du pont Domenjod, comme pour la crue de période de retour 30 ans.

Une heure et demie après le début de la crue, les premiers débordements commencent en rive gauche.

En rive droite les hauteurs d'eau sont globalement inférieures à 20 cm, à part quelques points contre les bâtiments dont la hauteur est comprise entre 20 et 40 cm. Il y a également un trou entre les bâtiments et le lit mineur dans lequel la hauteur d'eau dépasse légèrement les 80 cm (ellipse noire). La vitesse est globalement inférieure à 0.5 m/s, elle peut être plus importante localement, mais reste inférieure à 1 m/s.

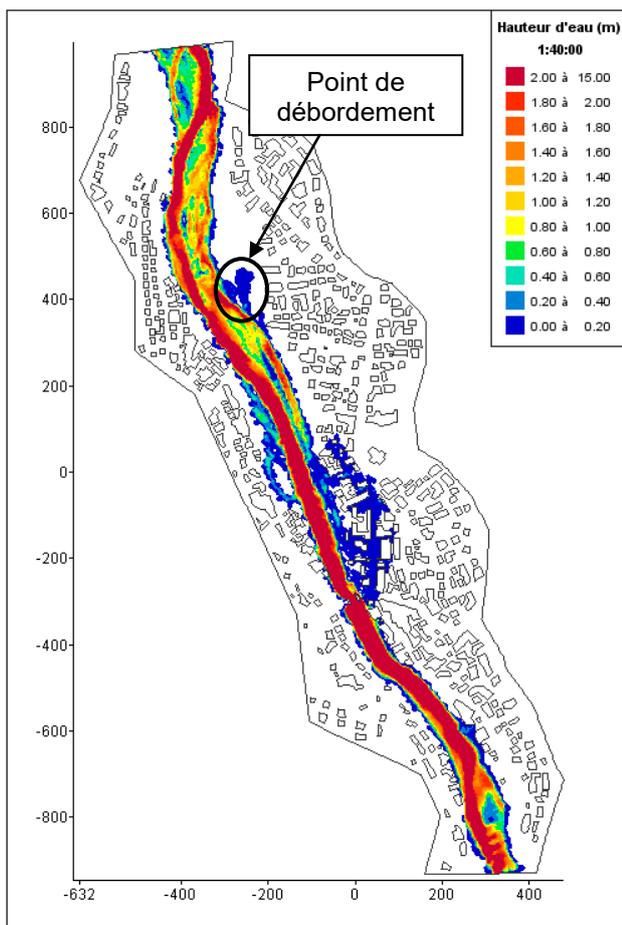


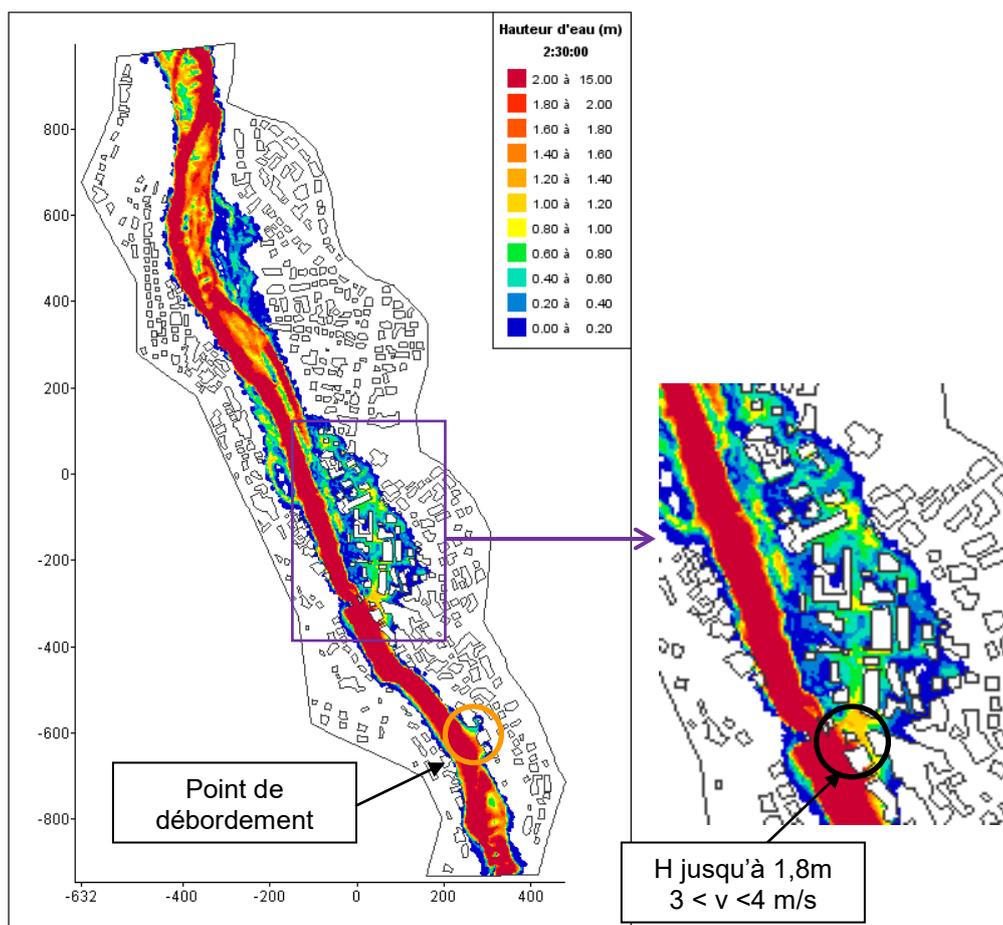
Fig. 17. HAUTEUR D'EAU A T=1H40 POUR LA CRUE CENTENNALE

Seulement 10 minutes plus tard, les débordements sur la rive gauche et la rive droite ont bien progressés et les débordements aval en rive droite en contrebas du quartier des Orchidées commencent.

En rive droite amont, les hauteurs d'eau et les vitesses n'ont pas évoluées depuis 30 minutes.

En rive gauche, les hauteurs d'eau ne dépassent pas 80 cm. Les vitesses peuvent aller jusqu'à 1.5 m/s à proximité du lit mineur.

# ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102



**Fig. 18. HAUTEUR D'EAU A T=2H30 POUR LA CRUE CENTENNALE**

Au bout de 2 heures et demie, les hauteurs d'eau dans le quartier rive droite qui est en aval du pont Domenjod sont globalement inférieures à 1 m dans les rues. Les vitesses sont inférieures à 2.5 m/s. Les deux premiers bâtiments près du point de débordement initial (repérés par le cercle dans le zoom ci-contre), bloquent les écoulements cela crée des hauteurs plus importantes, qui vont jusqu'à 1.8 m. Entre ces deux mêmes bâtiments, les vitesses sont comprises entre 3 et 4 m/s.

En rive gauche les hauteurs d'eau sont inférieures à 1.2 m et les vitesses à 2 m/s sauf à proximité immédiate du lit mineur.

En aval rive droite en contrebas du quartier des Orchidées, les hauteurs restent inférieures à 1 m et les vitesses à 2.5 m/s.

Plus en amont, en rive droite, il y a un début de débordement au niveau des bâtiments qui se trouvent entre le lit mineur et la rue Moka (cercle orange).

ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES  
 SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102

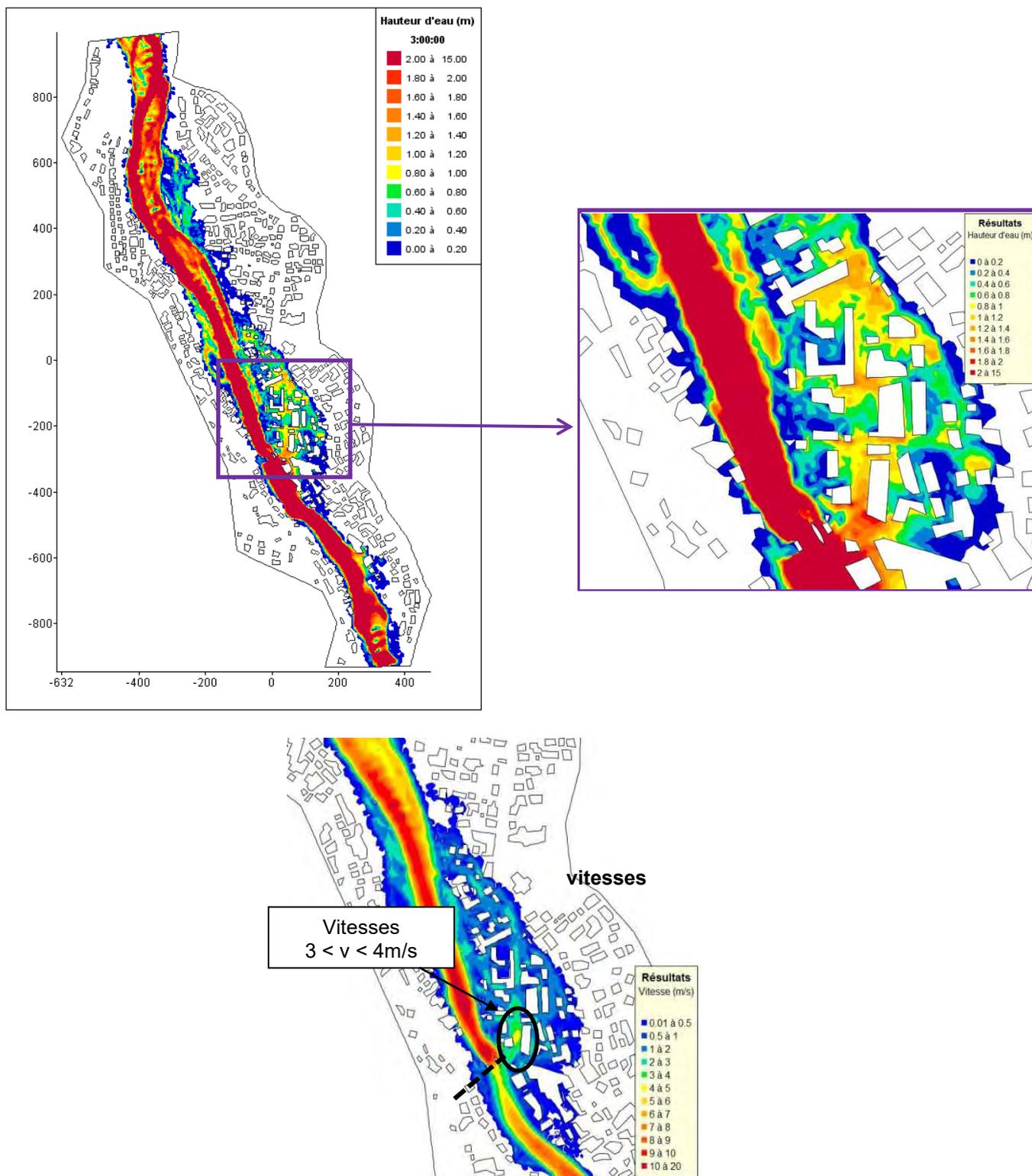


Fig. 19. HAUTEUR D'EAU ET VITESSE A T=3H POUR LA CRUE CENTENNALE

Au bout de 3 heures, les hauteurs d'eau dans le quartier rive droite qui est en aval du pont Domenjod restent globalement inférieures à 1.5 m, sauf localement contre les bâtiments où elles restent toutefois inférieures à 2 m. Comme c'était le cas au bout de 2 heures de crue, les vitesses sont comprises entre 3 et 4 m/s près du point de débordement initial.

## ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102

En rive gauche et en rive droite aval les hauteurs d'eau restent inférieures à 1.5 m, et les vitesses à 3 m/s.

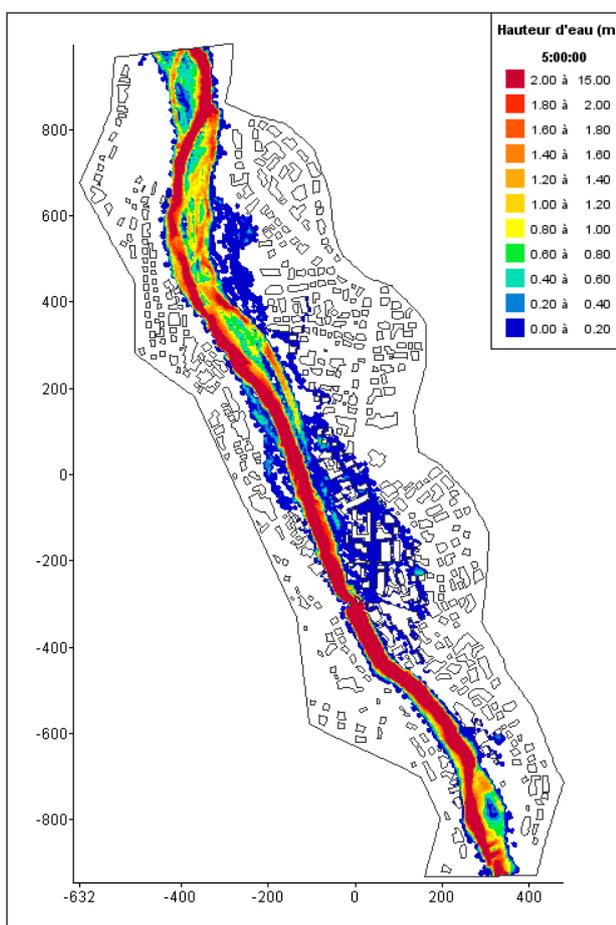
Plus en amont, en rive droite (cercle orange sur la première figure), le débordement au niveau des bâtiments qui se trouvent entre le lit mineur et la rue Moka se poursuit.

La hauteur d'eau maximale est atteinte au bout de 3 heures sur la frontière amont du modèle, et dans le quartier rive droite qui est en aval du pont Domenjod, puis en rive droite en contre bas du quartier des Orchidées au bout de 3h15 environ.

Le pont de Domenjod passe en charge un peu moins de 2h après le début de la crue. La perte de charge au droit du pont dans le lit mineur est de l'ordre de 6.25 m.

Ensuite la décrue fait diminuer les hauteurs d'eau et les vitesses.

La figure ci-dessous montre la zone inondable résiduelle, 5 heures après le début de la crue.



**Fig. 20. HAUTEUR D'EAU A T=5H POUR LA CRUE CENTENNALE**

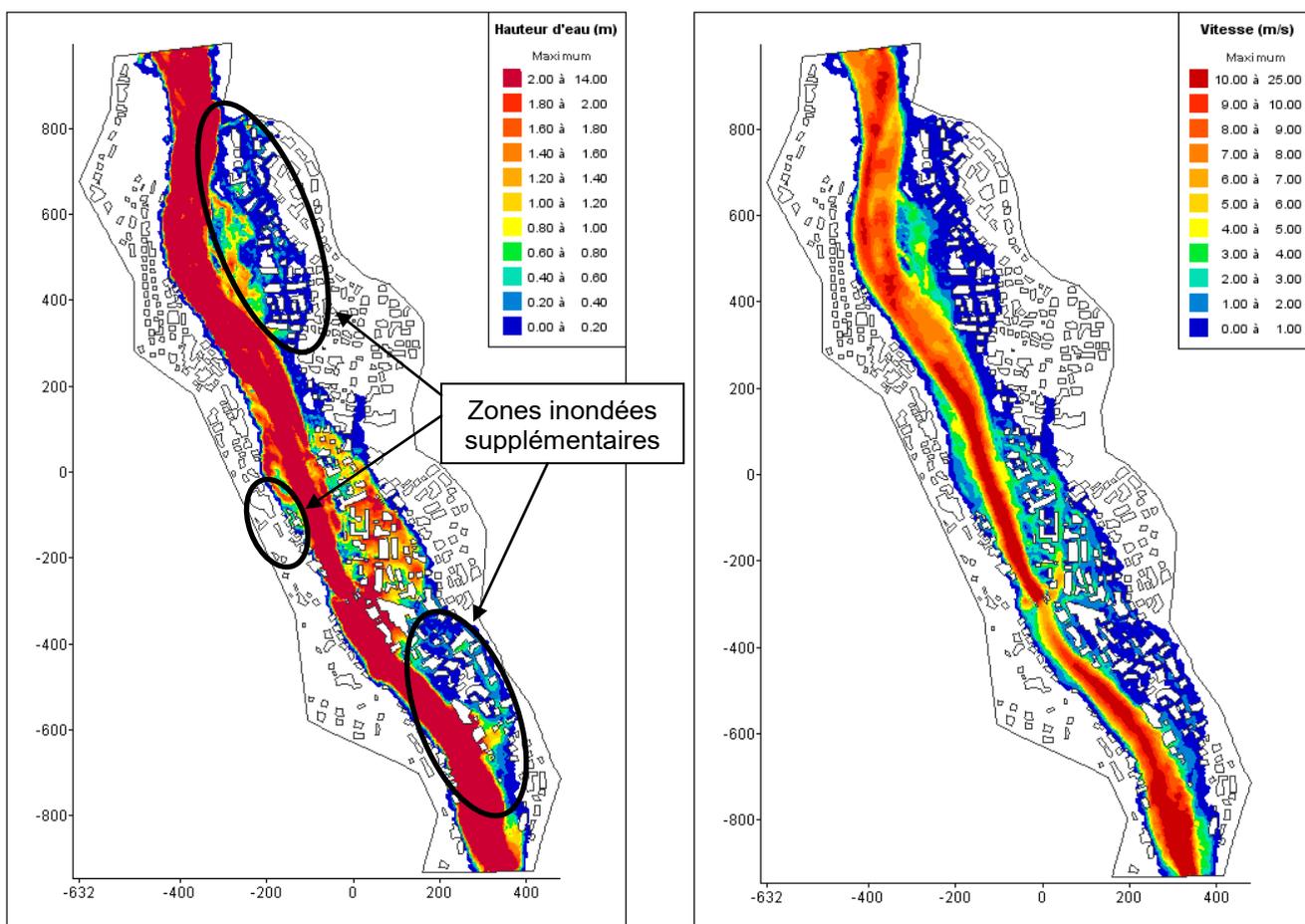
A la fin de la crue seules quelques poches d'eau de plus de 50 cm subsistent au niveau des zones habitées, après la décrue.

## 4.3.4. CRUE EXCEPTIONNELLE

Les figures ci-dessous montrent respectivement la hauteur d'eau et la vitesse maximales atteintes durant la crue.

Dans le lit majeur les hauteurs d'eau dépassent localement les 2 m, et les vitesses sont globalement inférieures à 5 m/s, sauf à proximité du lit mineur. Dans le lit mineur les vitesses dépassent les 10 m/s.

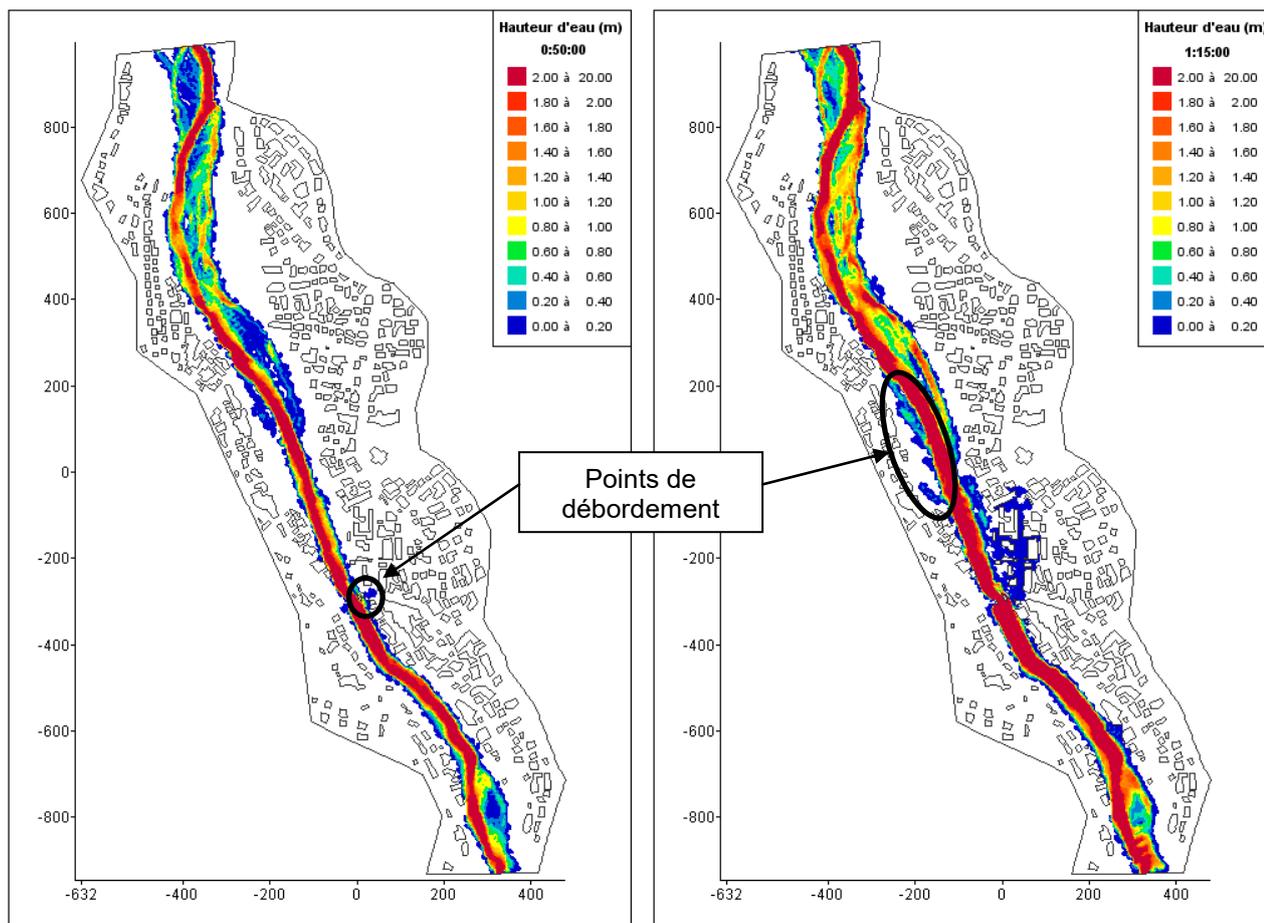
**Les zones encadrées en noir sont inondées alors qu'elles ne l'étaient pas, ou peu, pour les crues d'intensité moindres vues précédemment.**



**Fig. 21. HAUTEUR D'EAU ET VITESSE MAXIMALES POUR LA CRUE EXCEPTIONNELLE**

Les figures suivantes présentent plus en détail le déroulement de la crue. Le temps par rapport au début de la crue est indiqué dans la légende.

# ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102

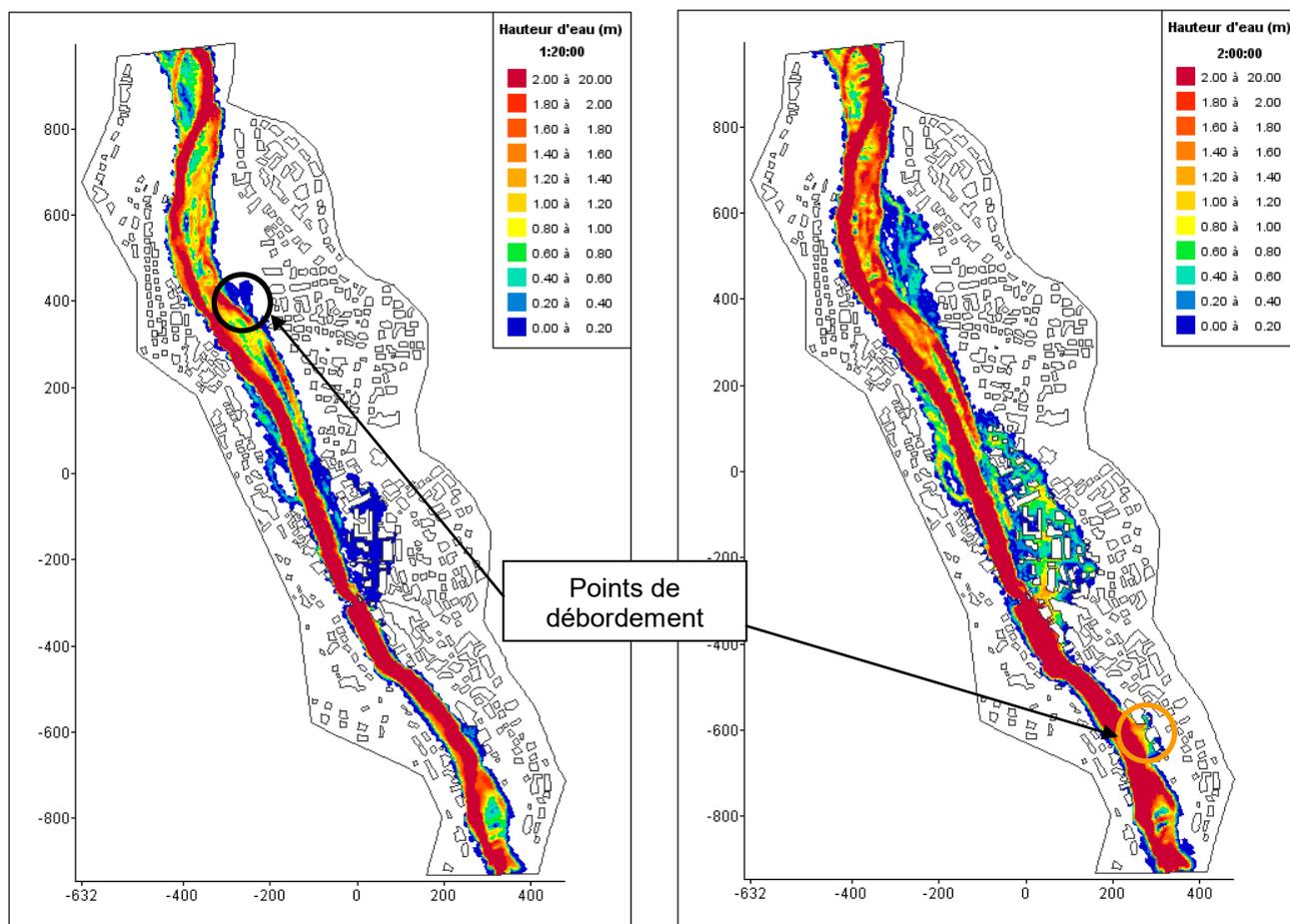


**Fig. 22. HAUTEUR D'EAU A T=50MN ET T=1H15 POUR LA CRUE EXCEPTIONNELLE**

Les débordements commencent au bout d'environ 50 minutes en amont immédiat du pont Domenjod.

Les premiers débordements en rive gauche ont lieu une heure et quart après le début de la crue. En rive droite, au niveau des habitations les hauteurs sont inférieures à 20 cm et les vitesses à 1 m/s.

# ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102



**Fig. 23. HAUTEUR D'EAU A T=1H20 ET T=2H POUR LA CRUE EXCEPTIONNELLE**

Environ 5 minutes plus tard (soit 1h20 après le début de la crue), les débordements aval rive droite (en contre bas du quartier des orchidées) commencent.

En rive droite amont, les hauteurs d'eau et les vitesses sont approximativement les mêmes que sur l'image précédente, c'est à dire inférieure à 20 cm et à 1 m/s.

En rive gauche les hauteurs d'eau ne dépassent pas 80 cm. Les vitesses peuvent atteindre 1.5 m/s à proximité du lit mineur.

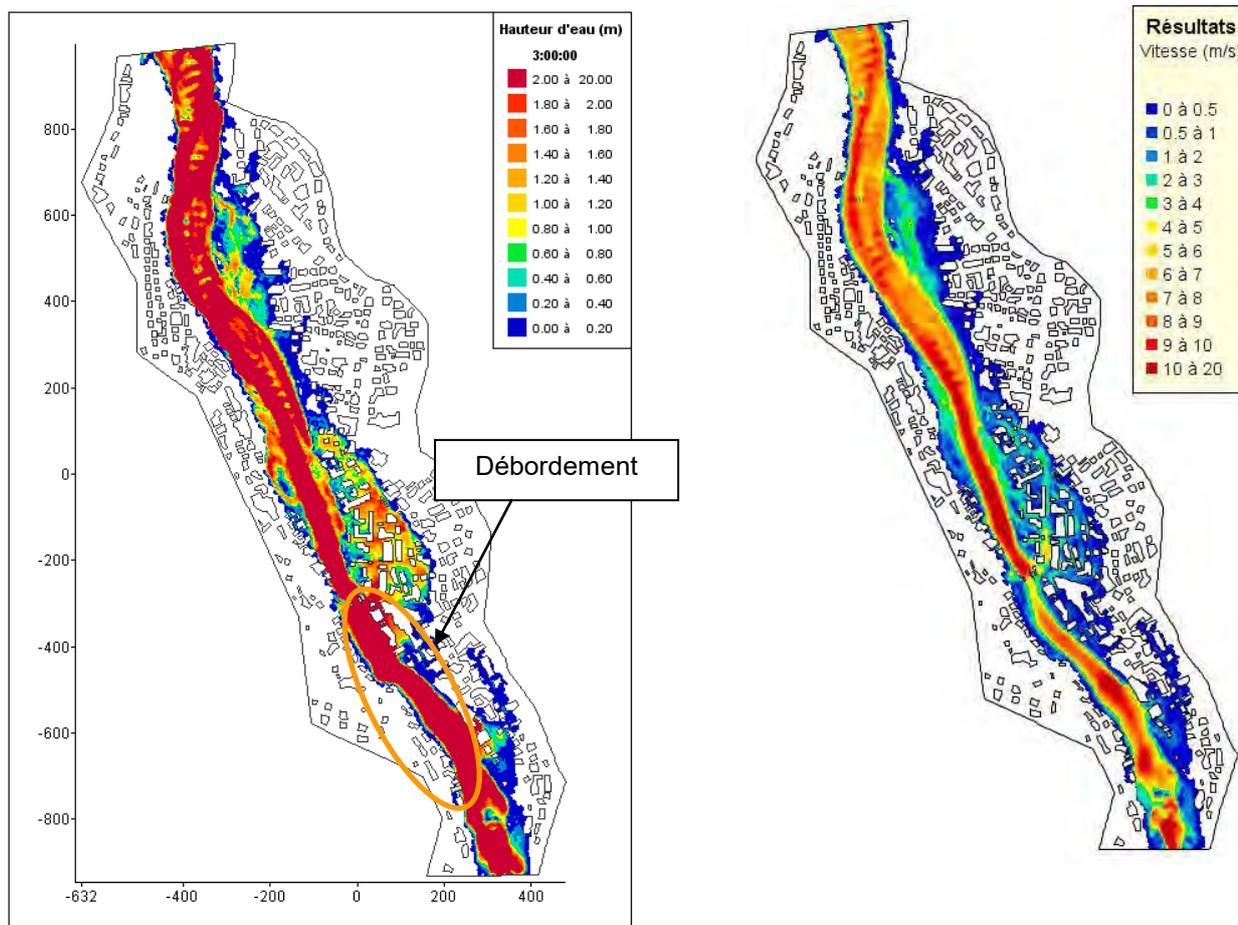
Au bout de 2 heures, les hauteurs d'eau dans le quartier rive droite en aval du pont Domenjod sont importantes, elles peuvent atteindre 1.5 m dans la zone habitée. Les vitesses sont comprises entre 2 et 4 m/s dans les rues principales, elles sont inférieures à 2 m/s ailleurs.

En rive gauche on trouve des hauteurs d'eau et les vitesses du même ordre de grandeur que celles en rive droite.

En rive droite, en contrebas du quartier des Orchidées, les hauteurs d'eau sont inférieures à 1 m. Au centre de cette zone les vitesses sont comprises entre 2 et 3 m/s.

Plus en amont, en rive droite, il y a un début de débordement au niveau des bâtiments qui se trouvent entre le lit mineur et la rue Moka (cercle orange).

# ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102



**Fig. 24. HAUTEUR D'EAU ET VITESSE A T=3H POUR LA CRUE EXCEPTIONNELLE**

Au bout de 3 heures, les hauteurs d'eau dans le quartier rive droite qui est en aval du pont Domenjod sont importantes, elles dépassent 2 m dans la zone habitée. Les vitesses dépassent 5 m/s dans les rues principales

En rive gauche, les hauteurs d'eau peuvent atteindre 2 m, les vitesses à proximité du lit mineur dépassent les 4 m/s.

En rive droite aval (contre bas du quartier des orchidées), les hauteurs d'eau sont inférieures à 2 m. Au centre de cette zone les vitesses sont comprises entre 2 et 4 m/s.

Le débordement au niveau des bâtiments qui se trouvent entre le lit mineur et la rue Moka (ellipse orange) s'est étendu. L'eau rejoint le centre-ville de Rivière des pluies, en aval du pont Domenjod.

Le temps de propagation de la crue entre les limites amont et aval du modèle est donc de 30 minutes environ.

Le pont de Domenjod passe en charge environ 1h30 après le début de la crue. La perte de charge au droit du pont dans le lit mineur est de l'ordre de 6.35 m.

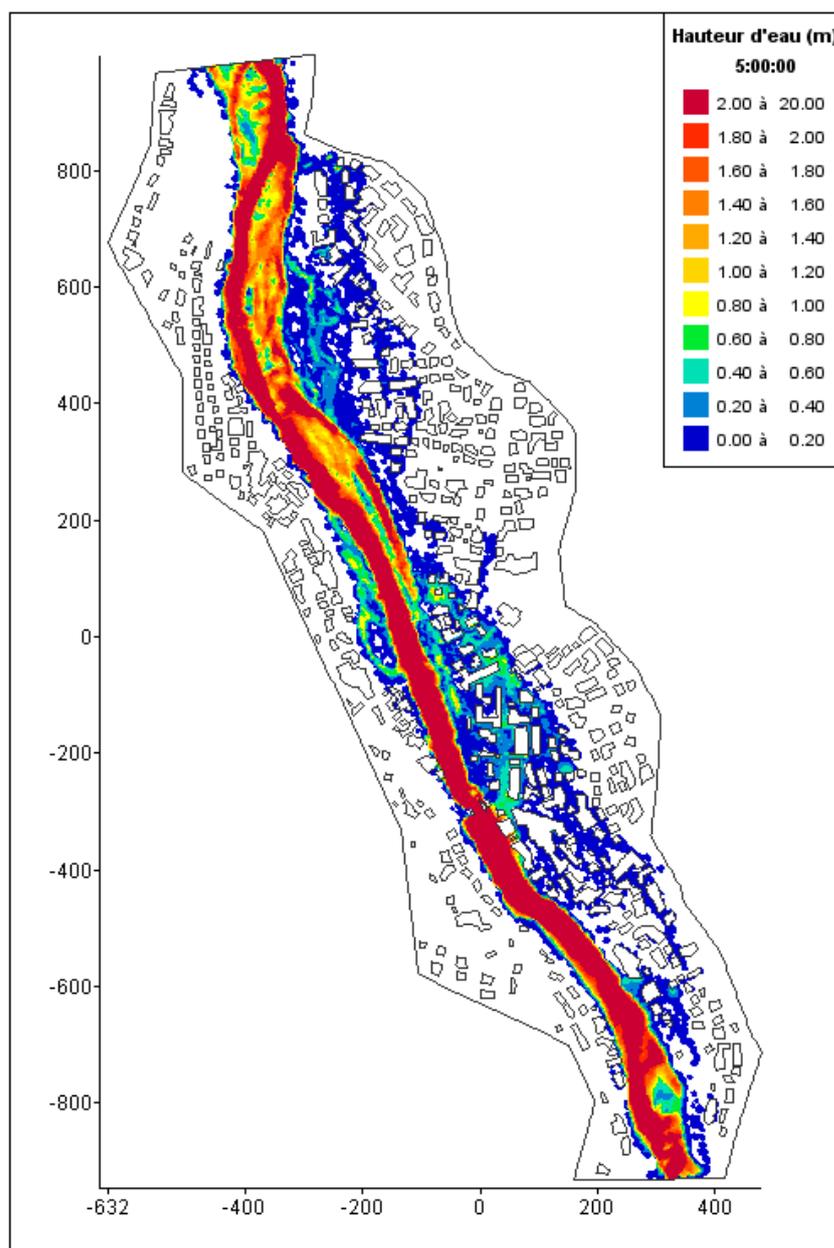


Fig. 25. HAUTEUR D'EAU A T=5H POUR LA CRUE EXCEPTIONNELLE

A la fin de la crue, aucune poche d'eau de plus de 50 cm ne subsiste au niveau des zones habitées.

Localement, quelques poches subsistent localisées par exemple :



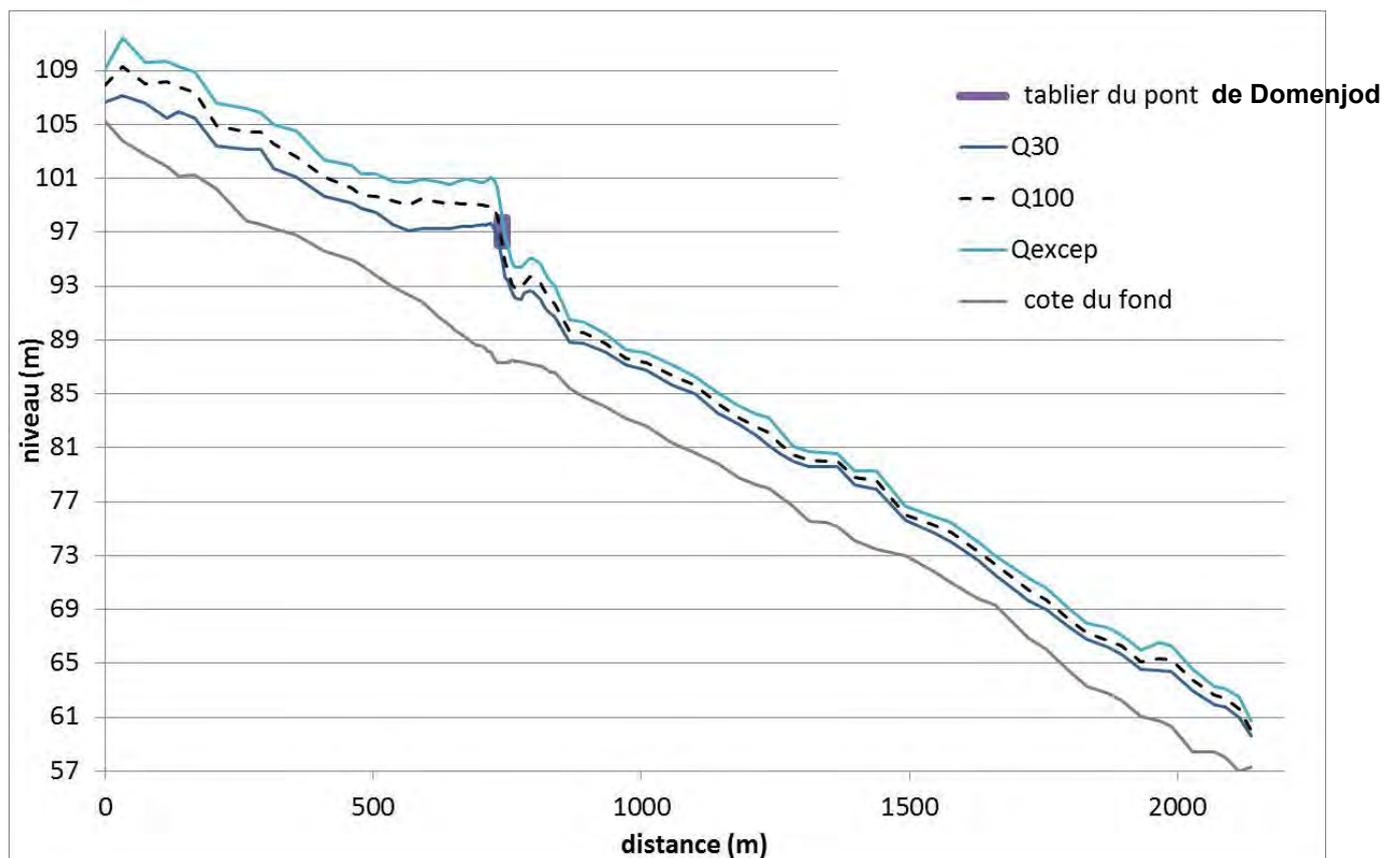
*Fig. 26. LOCALISATION DES POCHES D'EAU RESIDUELLES POUR LA CRUE EXCEPTIONNELLE*

Sur le quartier des Orchidées (figure ci-dessus), la route légèrement plus haute gêne le retour des eaux de débordement à la rivière (ellipse noire). Les bâtiments (repérés par le cercle rouge) sont situés dans une cuvette, ce qui crée une petite poche d'eau résiduelle.

Une poche d'eau résiduelle est également observée très localement, dans le quartier de la Vierge Noire, affectant 1 bâtis.

#### 4.3.5. LIGNES D'EAU DES CRUES ETUDIEES

La figure ci-dessous reprend les trois crues simulées. Le tablier du pont Domenjod a été représenté schématiquement.



**Fig. 27. LIGNES D'EAU POUR LES 3 CRUES**

## 4.4. BILAN

Les Fig. 28 et Fig. 29 représentent les hauteurs d'eau et les vitesses maximum atteintes pour les 3 crues simulées sur les 4 secteurs considérés.

D'une manière générale, les zones inondées sur chacun des secteurs étudiés résultant de la modélisation de l'état actuel sont plus restreintes que les zones inondables de l'étude de 2008 (réf. /3/, zones inondables présentés en Fig. 30), définies pour une configuration « intermédiaire » du lit qui engendre un rehaussement de la ligne d'eau.

### 4.4.1. SECTEUR H6

En termes d'inondation, le secteur H6 est impacté par les 3 crues simulées :

- ↪ Crue trentennale : vitesses comprises entre 1 et 2 m/s sur certains secteurs, la partie amont du secteur est hors d'eau,
- ↪ Crue centennale : hauteurs d'eau inférieures à 1 m globalement mais allant jusqu'à 1,8 m localement, au droit du pont de Domenjod et vitesses atteignant globalement 2,5 m/s et localement supérieures à 3 m/s, environ 70% du secteur est inondé (contre 100% en configuration « intermédiaire », cf. résultats de la réf. /3/ présentés en Fig. 30),
- ↪ Crue exceptionnelle : hauteurs d'eau globalement comprise entre 1 et 2 m et vitesses entre 1 et 3 m/s, seuls les quartiers les plus éloignés du cours d'eau ne sont pas inondés.

Le modèle 2D de l'état actuel montre que la mise en charge du pont de Domenjod dès la crue trentennale est un facteur aggravant l'étendue de la zone inondable car elle engendre une surélévation de la ligne d'eau en amont de l'ouvrage et intensifie les débordements dans le centre-ville de Rivière des Pluies.

#### **4.4.2. SECTEUR H7**

Le secteur H7 est impacté par les 3 crues simulées :

- ↳ Crue trentennale : une seule habitation est impactée, les hauteurs d'eau et les vitesses maximum atteintes restent faibles;
- ↳ Crue centennale : sur une zone très réduite par des hauteurs d'eau inférieures à 20 cm et des vitesses inférieures à 1 m/s (environ 14 habitations sont touchées contre 39 en configuration « intermédiaire », cf. résultats de la réf. /3/ présentés en Fig. 30) ;
- ↳ Crue exceptionnelle : sur une zone plus étendue (environ 30 habitations sont touchées) mais toujours par des hauteurs d'eau inférieures à 20 cm et des vitesses inférieures à 1 m/s.

#### **4.4.3. SECTEUR H8**

En termes d'inondation, le secteur H8 n'est impacté que pour une crue exceptionnelle. On constate que les hauteurs d'eau restent inférieures à 20 cm (apports depuis la RD45 inondée).

L'absence de risque inondation est justifié pour ce secteur. Ce secteur reste cependant soumis au risque d'érosion.

#### **4.4.4. SECTEUR H10**

En termes d'inondation, le secteur H10 est impacté par les 3 crues simulées :

- ↳ Crue trentennale : la zone inondable arrive en limite des habitations,
- ↳ Crue centennale : la zone inondée s'élargie légèrement, les hauteurs d'eau restent inférieures à 60 cm et les vitesses inférieures à 1m, environ 5 habitations sont touchées (contre 8 en configuration « intermédiaire », cf. résultats de la réf. /3/ présentés en Fig. 30) ;
- ↳ Crue exceptionnelle : l'ensemble des maisons du secteur est touché, les vitesses atteignent 2m/s par endroit et les hauteurs d'eau 1m.

Figure n°28 - Carte des zones inondables en situation actuelle - hauteurs d'eau maximum

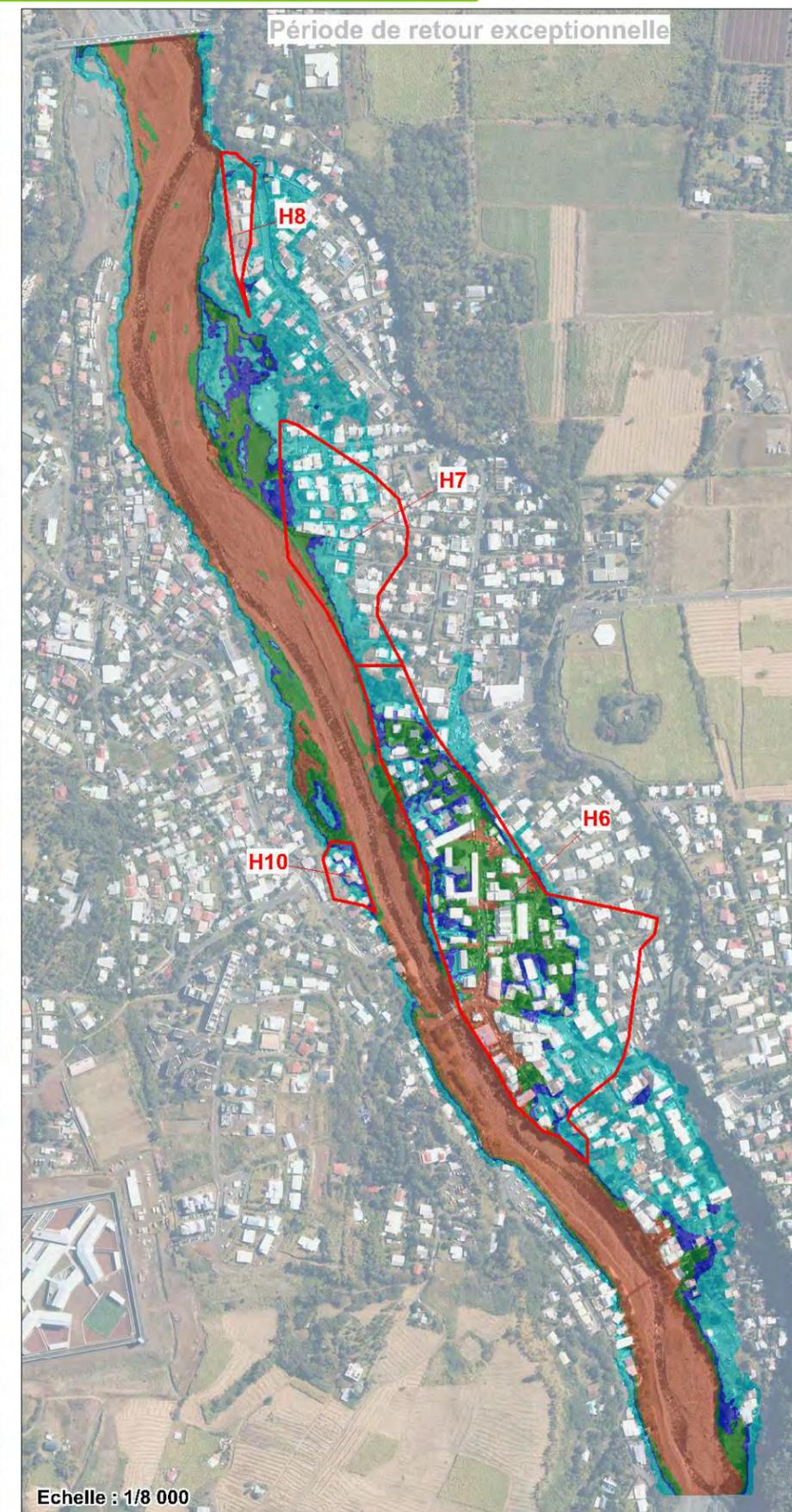
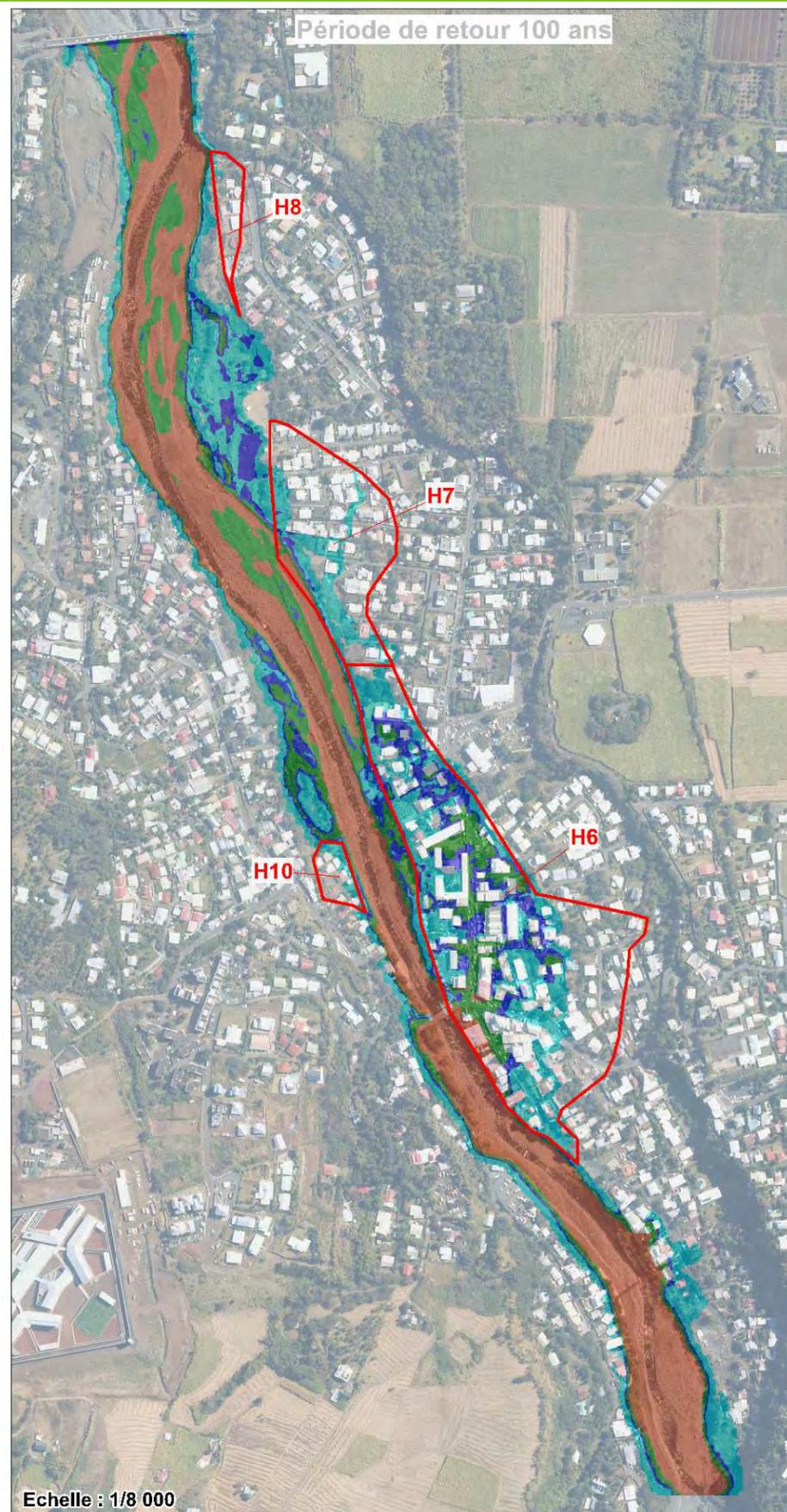
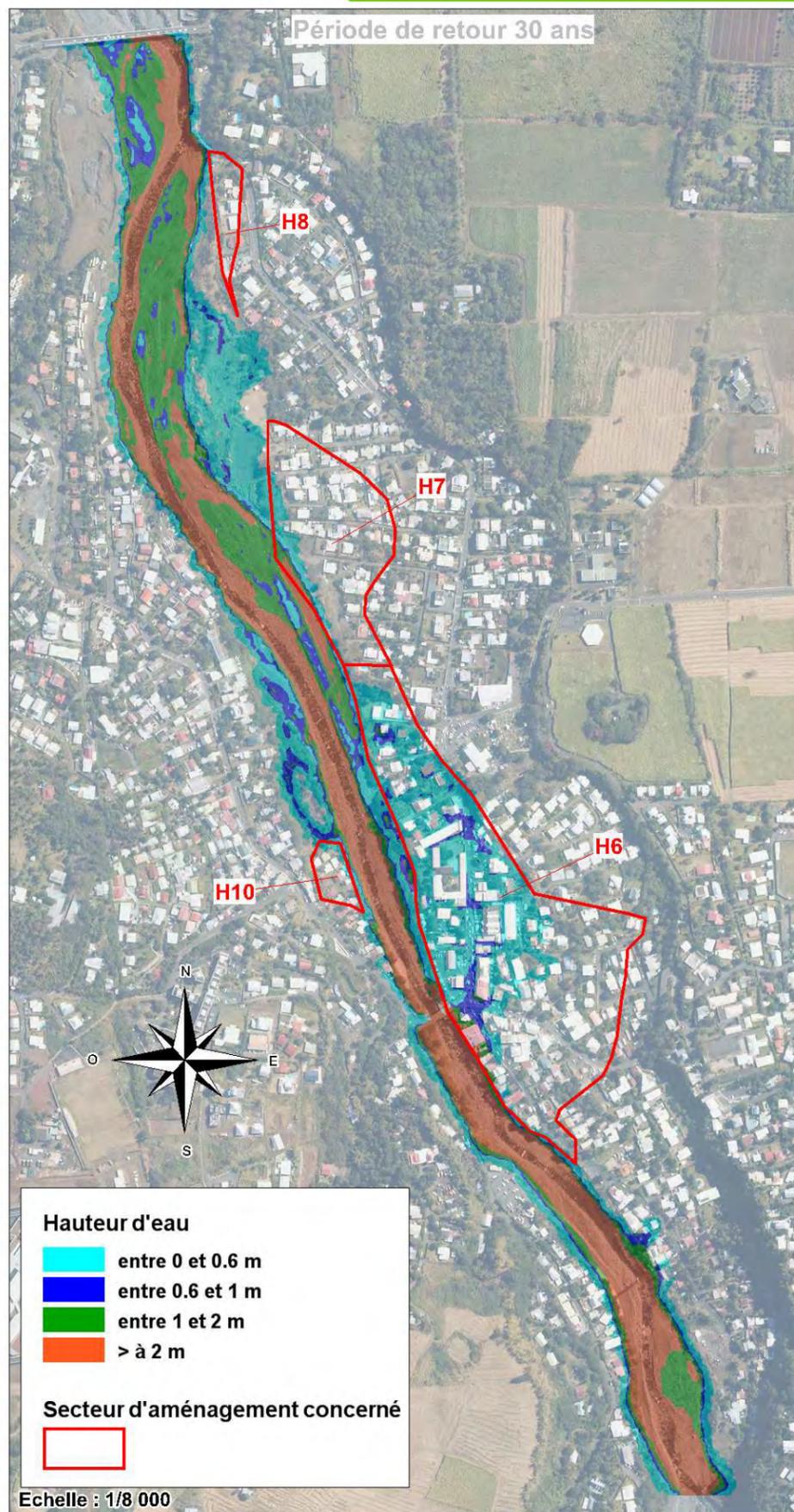
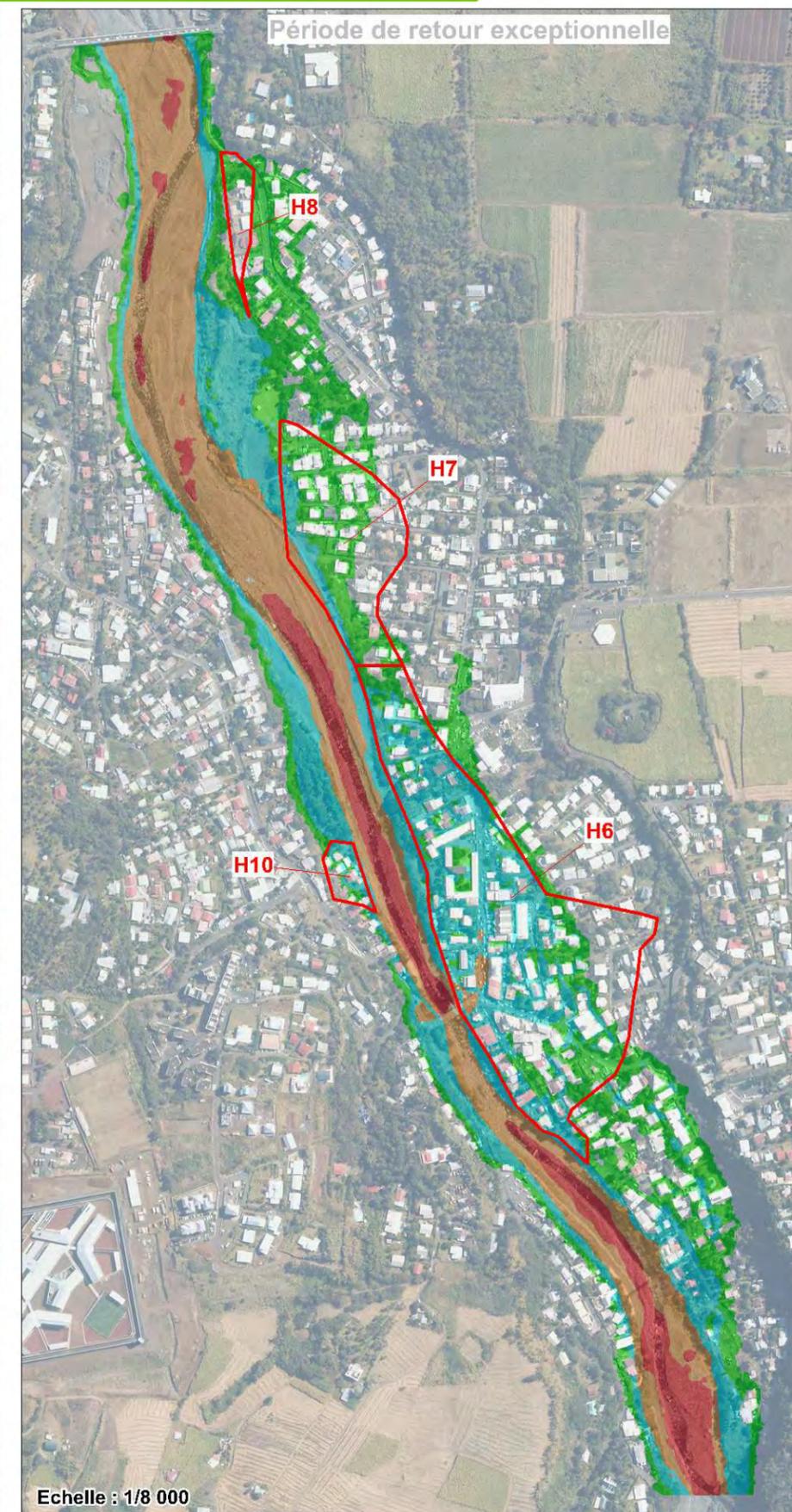
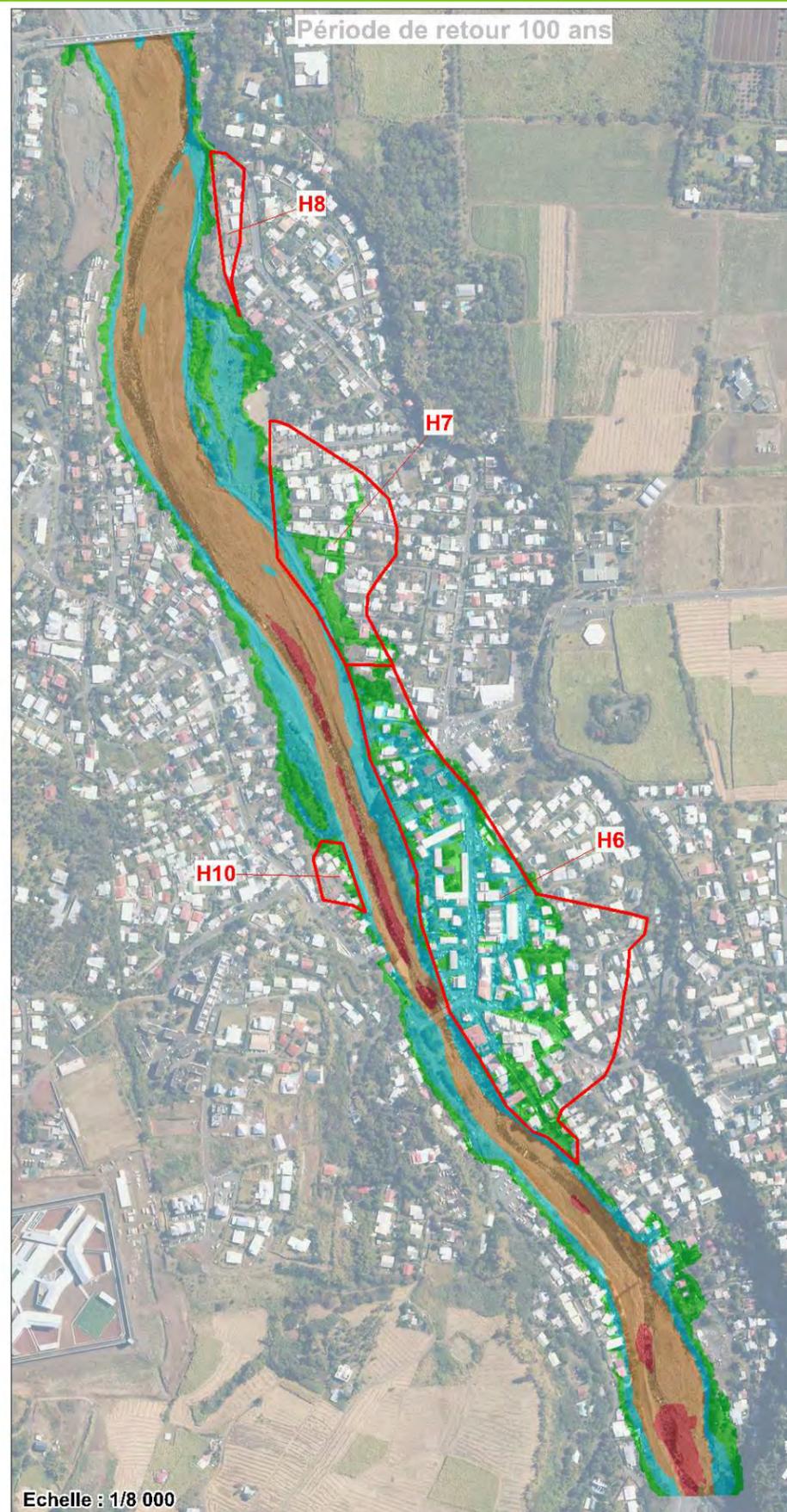
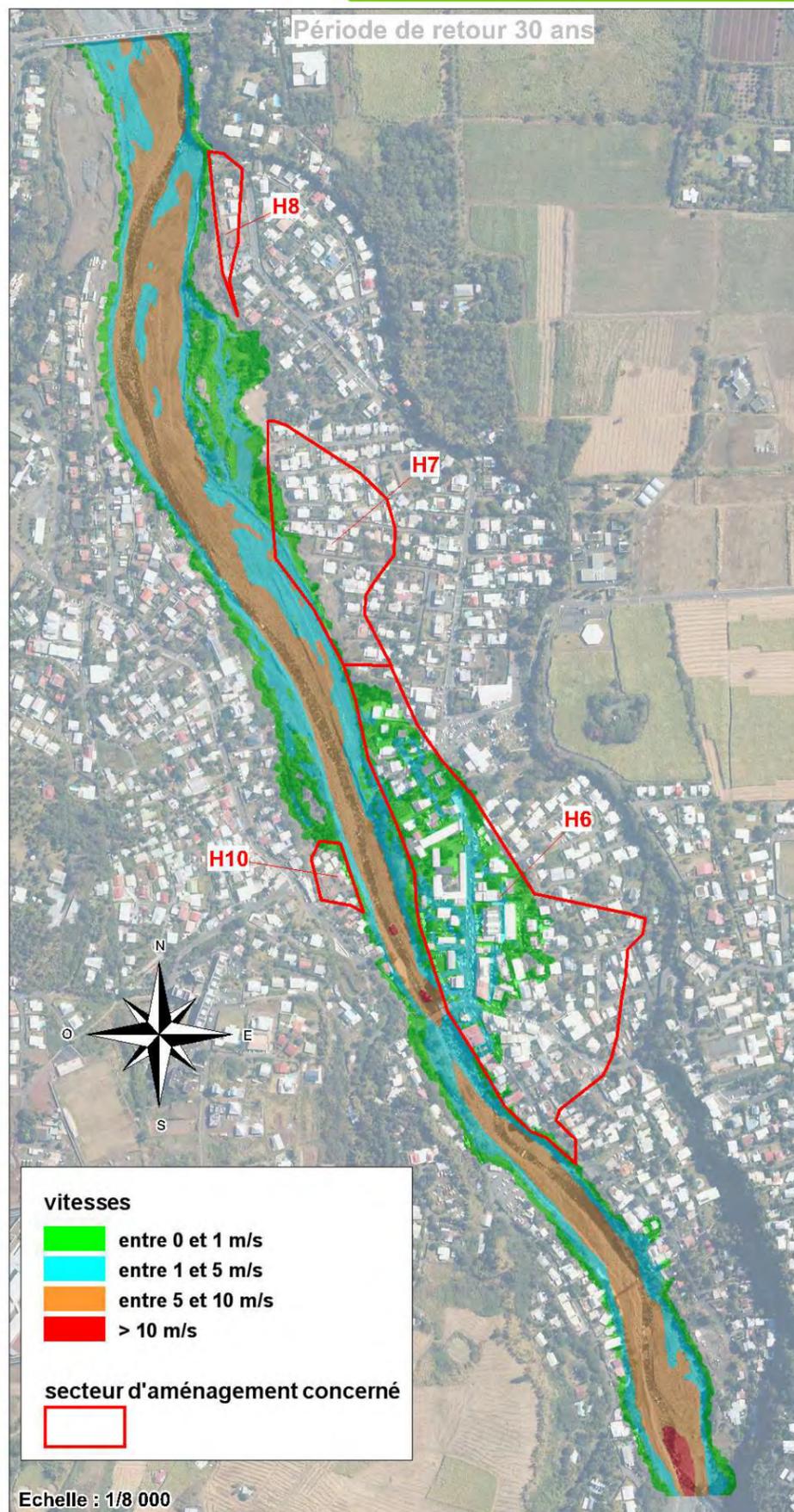


Figure n°29 - Carte des zones inondables en situation actuelle - vitesse maximum



---

## 5. PRINCIPES D'AMENAGEMENTS

---

### 5.1. REMPLACEMENT DU PONT DE DOMENJOD

La mise en charge du pont de Domenjod dès la crue trentennale est un facteur aggravant l'étendue de la zone inondable car elle engendre une surélévation de la ligne d'eau en amont de l'ouvrage et intensifie les débordements dans le centre-ville de Rivière des Pluies.

La suppression du pont (son déplacement, ou son remplacement par un ouvrage n'influençant pas les écoulements jusqu'à la crue centennale au moins) réduirait considérablement la zone inondée pour une crue donnée. Les zones inondables issues du modèle de l'étude de 2008 (réf. /3/), en configuration « intermédiaire » en modélisant les 2 cas avec et sans pont de Domenjod le confirment (rappelées dans la Fig. 30 du présent rapport).

En effet, alors que l'ensemble du secteur H6 est inondé par la crue centennale avec le pont de Domenjod (zone rose sur la Fig. 30), la suppression du pont réduit la zone inondée par la crue centennale à une bande de 20 à 30 m environ le long des berges de la rivière des Pluies.

Ainsi, le traitement de la problématique inondation engendrée par le pont de Domenjod actuel apparaît donc comme prioritaire et fait l'objet du § 7 du présent rapport.

**Par ailleurs, la suppression du verrou hydraulique créé par le pont de Domenjod est indispensable à la viabilité des solutions de protection (aménagement) et des solutions de prévention (rachat des bâtis impactés) proposées sur les secteurs H6, H7 et H10.**

Le dimensionnement du nouvel ouvrage fait l'objet du § 7.

### 5.2. SOLUTION DE PROTECTION

Les solutions de protections envisagées consistent à supprimer le risque inondation et/ou érosion sur les secteurs concernés par la mise en œuvre d'ouvrages sur les berges de la rivière des Pluies.

Leur dimensionnement fait l'objet du § 6. Sur les secteurs H6 et H10, le dimensionnement est réalisé sur l'hypothèse du remplacement préalable du pont de Domenjod, les crêtes des ouvrages proposés sont ainsi calées plus basses qu'avec le pont actuel en place.

Les solutions proposées sont détaillées aux § 8 à 11.

### 5.3. SOLUTION DE PREVENTION

La solution de prévention consiste en l'acquisition des bâtis concernés par les aléas érosion et/ou inondation.

### 5.3.1. EVALUATION DU NOMBRE DE BATIS A ACQUERIR

Sur la base de l'étude de 2008 (réf. /3/), la Fig. 30 présente sur les secteurs H6, H7, H8 et H10 :

- ↪ l'aléa inondation par submersion des berges sans considération de leur érodabilité en crue centennale. Deux cas sont présentés : avec ou sans la mise en charge engendrée par le pont de Domenjod ;
- ↪ l'aléa érosion des berges sans considération des crues pouvant survenir en distinguant les berges érodables à court, moyen ou long terme (sur la base de levés de terrain) et les berges très probablement érodables à court ou moyen terme (sur la base d'une extrapolation).

Le zonage de l'aléa inondation est basé sur :

- ↪ les débits caractéristiques définis dans l'analyse hydrologique de l'étude de 2008 ;
- ↪ des niveaux d'eau calculés par le modèle physique HECRAS de l'étude de 2008 (réf. /3/) avec un fond correspondant à une configuration « intermédiaire » (levés de 2002-2003) par opposition au fond de configuration « haute » (juin 2006, après les crues de février et mars 2006 et avant curage) et au fond de configuration « basse » (levés de 2008-2010).

Cette cartographie permet de recenser, sur chacun des secteurs, le nombre de bâtis affectés par les aléas inondation et/ou l'aléa érosion.

Le tableau suivant recense le nombre de bâtis affectés par l'aléa inondation et/ou l'aléa érosion à court terme. En particulier, il ne prend pas en compte les bâtis impactés par un aléa érosion « très probablement érodable à court terme » ni les bâtis hors des secteurs étudiés car l'acquisition de l'ensemble de ces zones présenterait un coût très élevé et apparaîtrait inacceptable vis-à-vis des populations concernées.

**Tabl. 5 - NOMBRE DE BATIS IMPACTES PAR SECTEUR**

Secteur	Nombre de bâtis impactés		Aléa
	Avec le pont de Domenjod actuel	Pont de Domenjod redimensionné pour Q100	
Secteur H6 en amont du Pont de Domenjod	45 environ	9	Inondation
Secteur H6 en aval du Pont de Domenjod	60 environ	12	Inondation + Erosion court terme
Secteur H7	39		Inondation + Erosion court terme
Secteur H8	5		Erosion court terme
Secteur H10	9 (17 en incluant le secteur H9)		Inondation + Erosion court terme

Il est rappelé ici que la solution de prévention (rachat des bâtis impactés) des secteurs H6, H7 et H10 proposés suppose que le pont de Domenjod ait été remplacé au préalable par un ouvrage correctement dimensionné. Les bâtis à prendre en compte sont ainsi les bâtis impactés issus du modèle sans le pont de Domenjod.

### 5.3.2. LIMITES

Sur le secteur H6, au-delà des 21 bâtis situés en zone inondable ou érodable à court terme avec le pont de Domenjod redimensionné pour la crue centennale et érodable à court terme, l'ensemble du secteur est en zone « très probablement érodable à court terme ». L'acquisition de l'ensemble de cette zone relativement vaste (une centaine de bâtis incluant des établissements publics) apparaîtrait inacceptable vis-à-vis des populations concernées et présenterait un coût très élevé. **Ainsi, la solution de prévention n'entraîne pas la suppression du risque érosion sur l'ensemble du secteur H6 et n'apparaît pas acceptable : cette solution est écartée.**

Sur le secteur H7, la quasi-totalité du secteur est impacté par l'aléa inondation et/ou érosion à court terme. La solution de prévention protégerait bien l'ensemble du secteur mais n'inclut pas les bâtis en zone « très probablement érodable à court terme » en arrière du secteur H7 (vers la RD45). **Cette solution apparaît donc peu envisageable**, d'autant plus qu'elle présenterait un coût élevé (cf. § 9.5).

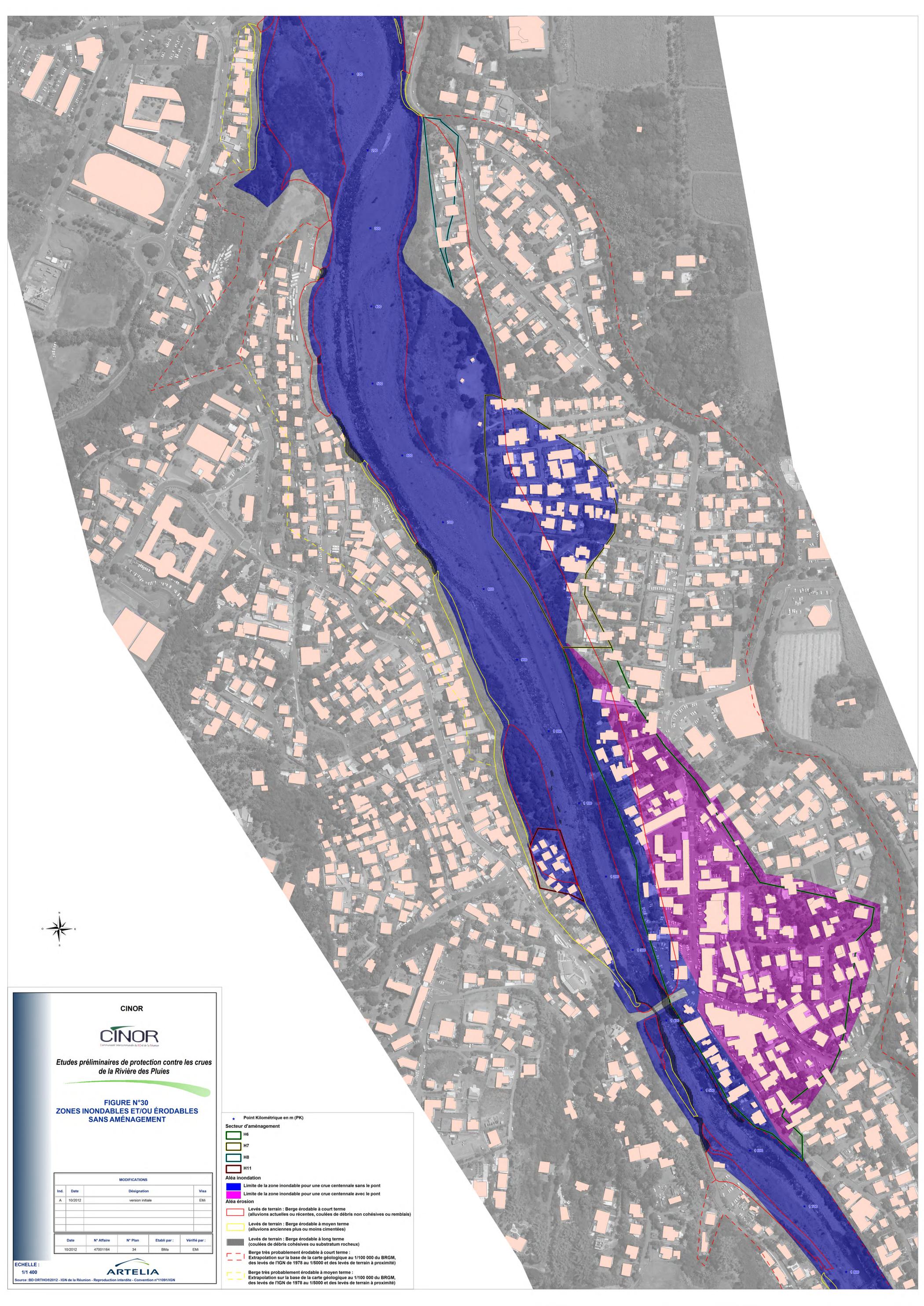
Sur le secteur H8, l'ensemble du secteur est affecté par l'aléa érosion à court terme. Cependant, le rachat des bâtis du secteur ne permet pas la protection des terrains situés en arrière, incluant la RD45 et affectés par des aléas érosion à court terme et très probablement érodables à court terme. **La solution de protection est donc préférable.**

Sur le secteur H10, une solution de prévention par le rachat de bâtis sera proposée incluant l'ensemble des bâtis concernés par l'aléa érosion à court et moyen terme correspondant au secteur H9 (cf. § 11.3).

### 5.3.3. ESTIMATION FINANCIERE

Les hypothèses retenues pour les prix d'acquisition des domaines sont issues de l'étude de 2008 (réf. /3/) et sont des valeurs estimatives :

- ↪ 300 k€ / maison sur le secteur H10,
- ↪ 350 k€ / maison sur le secteur H8,
- ↪ 400 k€ / maison sur les secteurs H6 et H7.



CINOR



Etudes préliminaires de protection contre les crues de la Rivière des Pluies

FIGURE N°30  
ZONES INONDABLES ET/OU ÉRODABLES  
SANS AMÉNAGEMENT

MODIFICATIONS

Ind.	Date	Désignation	Visa
A	10/2012	version initiale	EMI

Date	N° Affaire	N° Plan	Etabli par :	Vérifié par :
10/2012	47001164	34	DMa	EMI

ECHELLE :  
1/1 400



Source : BD ORTHO2012 - IGN de la Réunion - Reproduction interdite - Convention n°11091/IGN

- ★ Point Kilométrique en m (PK)
- Secteur d'aménagement**
- H6
- H7
- H8
- H11
- Aléa inondation**
- Limite de la zone inondable pour une crue centennale sans le pont
- Limite de la zone inondable pour une crue centennale avec le pont
- Aléa érosion**
- Levés de terrain : Berge érodable à court terme (alluvions actuelles ou récentes, coulées de débris non cohésives ou remblais)
- Levés de terrain : Berge érodable à moyen terme (alluvions anciennes plus ou moins cimentées)
- Levés de terrain : Berge érodable à long terme (coulées de débris cohésives ou substratum rocheux)
- Berge très probablement érodable à court terme : Extrapolation sur la base de la carte géologique au 1/100 000 du BRGM, des levés de l'IGN de 1978 au 1/50000 et des levés de terrain à proximité)
- Berge très probablement érodable à moyen terme : Extrapolation sur la base de la carte géologique au 1/100 000 du BRGM, des levés de l'IGN de 1978 au 1/50000 et des levés de terrain à proximité)

---

## 6. PRINCIPES DE DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE PROTECTION

---

### 6.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE

Dans le cadre de la présente mission, des reconnaissances géotechniques ont été réalisées en 2012 par ForInTech (réf. /18/). L'objectif était de préciser la faisabilité géotechnique des ouvrages de protection contre les crues (perré en enrochements liés) sur les secteurs suivants :

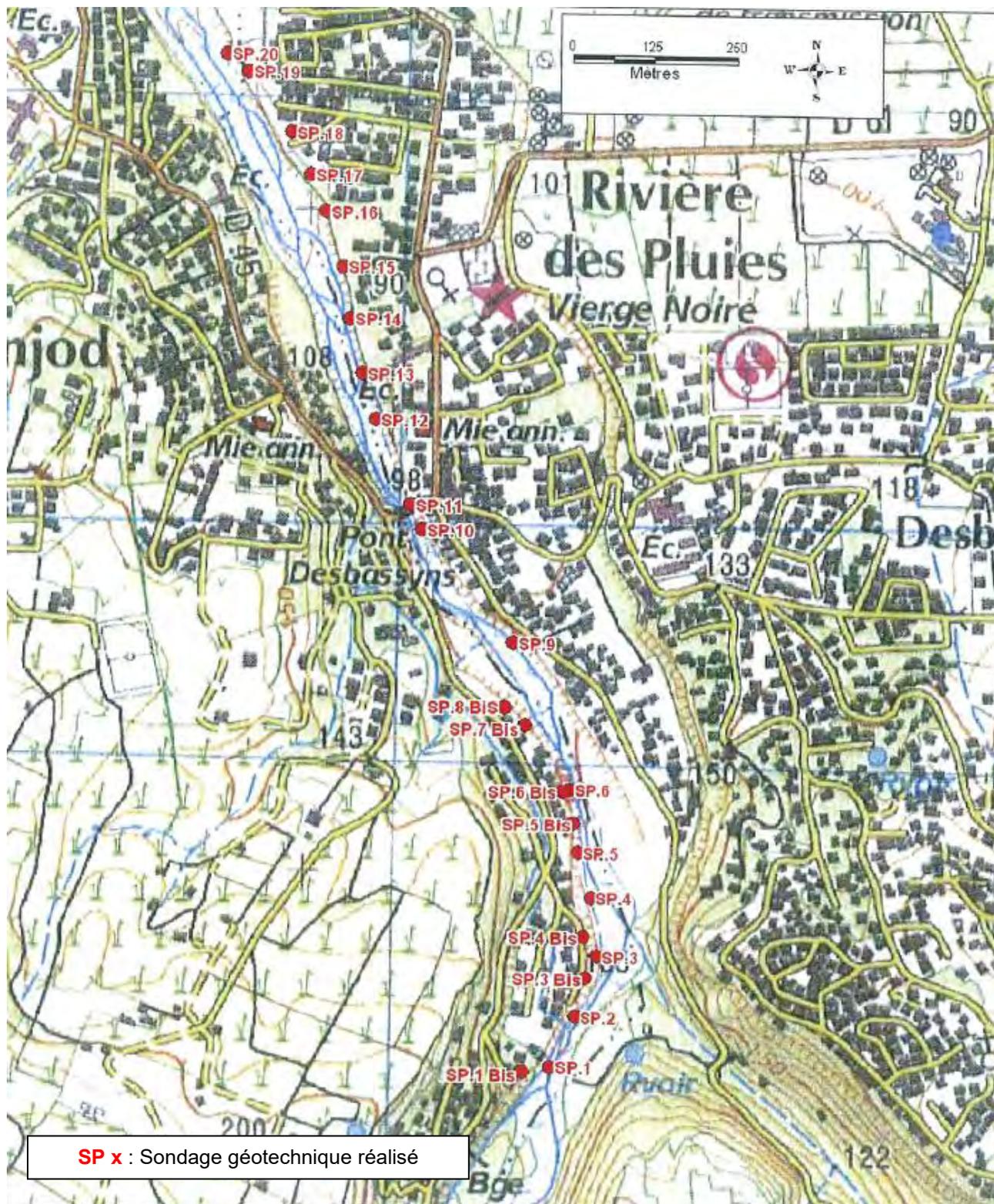
- ↪ entre les PK 600 et 1600 en rive droite de la rivière des Pluies ;
- ↪ entre les PK 1100 et 1300 en rive gauche.

Les sondages et essais réalisés sont les suivants :

- ↪ 11 essais destructifs par sondages (SP10 à SP20 sur la Fig. 31) ;
- ↪ 1 essai pressiométrique tous les mètres ;
- ↪ 9 sondages à la pelle pour prélèvement d'échantillons, réalisés à proximité des sondages profonds ;
- ↪ 9 identifications GTR sur les échantillons prélevés et 2 essais Proctor.

Ces sondages sont localisés sur la figure suivante.

Fig. 31. LOCALISATION DES SONDAGES EFFECTUES (REF. /18/)

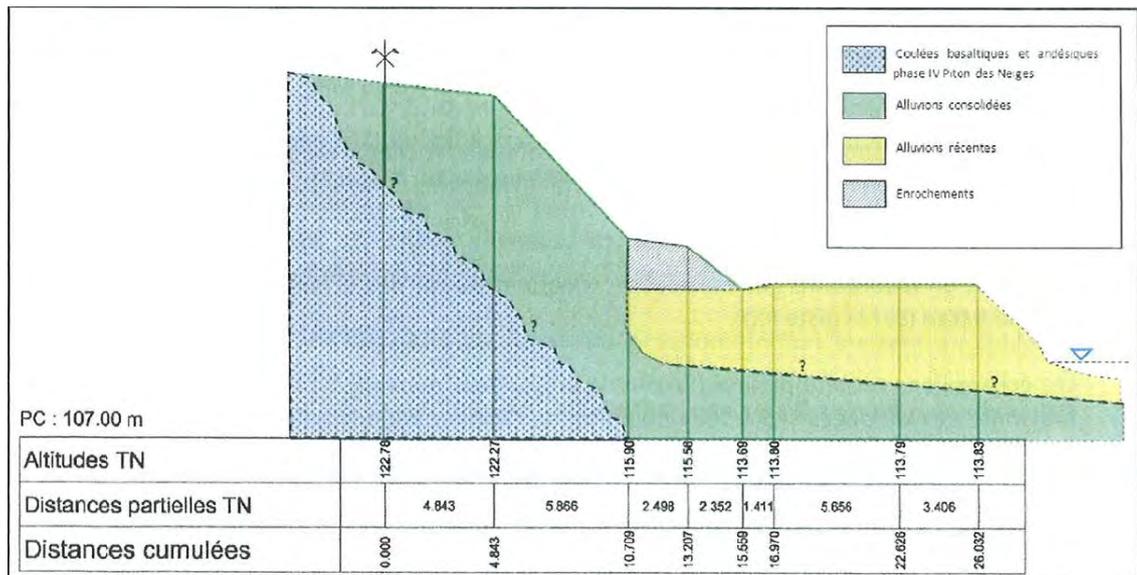


### 6.1.1. LITHOLOGIE

Cf. pages 8/9 du rapport d'intervention (réf. /18/).

Une coupe géologique type a été réalisée à partir de la connaissance du secteur, de la carte géologique et d'observations de terrain.

**Fig. 32. COUPE GEOLOGIQUE TYPE DU SECTEUR D'ETUDE (REF. 18/)**



D'un point de vue lithologique les formations visibles à l'affleurement sont les mêmes sur l'ensemble du secteur.

Etant donné l'absence totale de remontée de cuttings lors de la réalisation des forages destructifs, il n'est pas possible d'avoir une information sur la position en profondeur et latéralement des interfaces entre la coulée basaltique, les alluvions consolidées et les alluvions récentes. Il n'est donc pas possible d'établir des coupes géologiques précises au droit des différents doublets de forages en l'absence de reconnaissances géologiques complémentaires.

### 6.1.2. RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES

L'ensemble des essais pressiométriques révèlent globalement 2 niveaux aux caractéristiques mécaniques différentes :

- ↪ Un niveau en surface d'épaisseur variable (2 à 5 m, absent au niveau des sondages SP11, SP12 et SP20) moyennement résistant correspondant à des matériaux sableux (alluvions récentes sableuses/limoneuses) ;
- ↪ Un niveau inférieur avec de bonnes caractéristiques mécaniques correspondant à des terrains fortement consolidés à rocheux.

### 6.1.3. CONCLUSIONS

Les conclusions du rapport géotechnique sont les suivantes :

- ↪ La nature des matériaux permet le terrassement des berges de la rivière avec des pentes comprises entre 2H/1V ou 3H/2V.
- ↪ Compte tenu des caractéristiques pressiométriques mesurées au niveau des berges, la semelle de fondation en pied de perré pourra être fondée dans les terrains investigués à partir de 2 m de profondeur.
- ↪ L'érodabilité des berges est appréciée par une approche naturaliste. Les alluvions anciennes, bien que consolidées, sont sensibles à l'érosion.
- ↪ Au vu de cette sensibilité des berges à l'érosion, il sera envisagé la mise en œuvre d'un géotextile de filtration, protégé par un géotextile anti-poinçonnement, entre les berges et les perrés de confortement (excepté si les perrés sont totalement maçonnés) pour éviter les affouillements au niveau des berges qui induirait une déstabilisation des confortements réalisés.

Les conclusions concernant le dimensionnement des ouvrages de protection des berges de la Rivière des Pluies sont les suivantes :

- ↪ Hypothèse prise pour le fruit des talus pour les déblais en phase travaux : 3H/2V ;
- ↪ Absence de point dur sur lequel la semelle peut être ancrée ; le calage des semelles sera défini en fonction de la profondeur maximale d'affouillement.

## 6.2. COTE DE FONDATION DES OUVRAGES DE PROTECTION

Le comportement du bras vif lors des crues, notamment des crues moyennes, détermine les affouillements. Ainsi, ceux-ci sont fonction de :

- ↪ L'organisation des écoulements :
  - Les affouillements sont en général le résultat de deux types de configuration :
    - ✓ La jonction de deux chenaux avec l'un longeant la berge et l'autre attaquant la berge ;
    - ✓ Un seul chenal qui après avoir traversé le lit, heurte et longe la berge opposée après un mouvement plongeant le long du perré par exemple.
- ↪ L'angle d'attaque : pour le développement d'affouillements importants, l'angle d'incidence le plus souvent observé varie de 30° à 60°;
- ↪ Des vitesses : les vitesses mesurées le long des berges où se développent les affouillements les plus importants se situent généralement entre 5 et 11 m/s.

**Les conditions favorables à la formation d'affouillements importants sont donc réunies sur plusieurs secteurs de la Rivière des Pluies, notamment à l'aval du Pont Domenjod.**

Pour estimer les profondeurs d'affouillements sur la Rivière des Pluies nous confronterons les résultats de deux approches :

- ↪ Evaluation théorique des affouillements des ouvrages longitudinaux ;
- ↪ Retour d'expérience sur les modèles réduits utilisés sur la Rivière des Pluies.

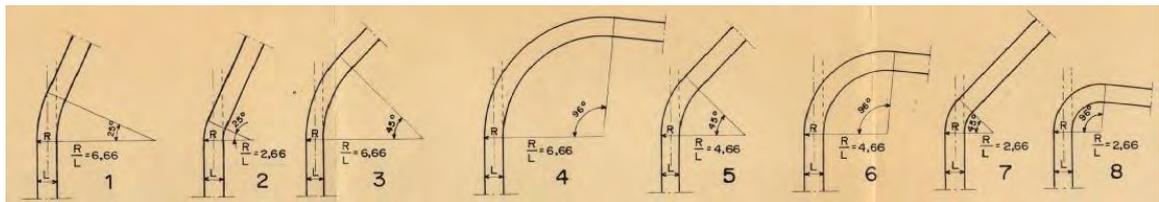
### 6.2.1. EVALUATION THEORIQUE DES AFFOUILLEMENTS

L'approche théorique la plus couramment employée est celle développée dans l'étude SOGREAH d'avril 1971 (Réf. /17/).

Ce document, issu de mesures systématiques sur modèles réduits physiques, comporte des diagrammes permettant notamment de déterminer la profondeur maximum de l'affouillement et la zone la plus probable du coude où elle peut survenir. Les protections envisagées sont essentiellement :

- ↪ La digue verticale ;
- ↪ La digue verticale avec semelle en pied ;
- ↪ Le perré incliné à 3H/2V rugueux ou lisse.

Plusieurs configurations sont prises en compte dans l'étude. Elles sont présentées sur la figure suivante.



**Fig. 33. CONFIGURATIONS UTILISEES DANS L'ETUDE SOGREAH DE 1971**

Les configurations les plus représentatives du secteur d'étude sont les types 1 et 2 (coudes peu marqués).

Les diagrammes de l'étude de 1971 donnent l'affouillement sous le fond moyen du lit en fonction du rapport  $h/h_e$ ,  $h_e$  étant la hauteur de début d'entraînement déterminé selon la formule de Meyer - Peter :

$$h_e = 0,047 \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \frac{d_m}{I}$$

Avec :

- ↪  $d_m$  : Le diamètre moyen pondéré des matériaux ;
- ↪  $\gamma_s$  : La masse volumique du matériau ;
- ↪  $\gamma$  : La masse volumique de l'eau ;
- ↪  $I$  : pente longitudinale du cours d'eau.

Les données granulométriques sont reprises du PGRI de la Rivière des Pluies (Phase 2). Le diamètre moyen des matériaux est ainsi estimé à environ 15 cm sur les zones amont et aval du pont Domenjod.

Pour une pente moyenne de 2,4 % (pente moyenne sur l'ensemble du site d'étude), la hauteur de début d'entraînement est d'environ 0,5 m.

L'affouillement théorique maximal dépend également de la hauteur d'eau. Pour une crue centennale, les modélisations donnent une hauteur moyenne d'environ 5 m sauf au niveau des sections plus étroites à proximité du pont Domenjod (plus de 7 m de hauteur d'eau).

Pour une protection type (perré incliné à 3H/2V), les affouillements théoriques sont les suivants :

**Tabl. 6 - VALEURS DE L’AFFOUILLEMENT THEORIQUE MAXIMAL**

	<b>Affouillement théorique maximal (sous le fond moyen du lit)</b>
<b>Ensemble du secteur d'étude</b> (à l'exception des zones à proximité du Pont Domenjod)	5 m
<b>Amont et aval du Pont Domenjod</b>	7 à 8m

Les valeurs théoriques obtenues sont très importantes, elles mettent ainsi en évidence la nécessité d'intégrer une semelle en pied de perré pour limiter l'importance des affouillements.

### 6.2.2. ENSEIGNEMENT DU MODELE REDUIT DE LA RIVIERE DES PLUIES

Un modèle réduit physique au 1/70 a été réalisé en 1982 dans la Rivière des Pluies en amont du pont de Domenjod (pour le dimensionnement du perré rive droite). Ce modèle a permis d'aboutir aux conclusions suivantes pour des débits de 100 à 1 000 m<sup>3</sup>/s (réf. /13) :

- ↪ Nécessité d'avoir recours à des perrés en enrochements liés (enrochements libres possibles mais avec un diamètre moyen de 1,5 m) ;
- ↪ L'ajout d'une série d'épis courts le long de la protection longitudinale ne donne pas satisfaction : il entraîne des affouillements localisés autour des épis qui vont au-dessous de la semelle de pied du perré ;
- ↪ Une protection constituée par un emplacement de blocs parallélépipédiques en béton de 1 x 1,5 x 1,5 m donnant à la protection un fruit de 1/1 ne donne pas satisfaction ; elle a une tendance à l'affaissement même pour des débits faibles ;
- ↪ En cas d'ajout d'un épi en amont de la protection, des renvois des écoulements peuvent fragiliser la rive opposée dans les secteurs où le lit est étroit. Ce point est donc à étudier au cas par cas ;
- ↪ Des affouillements sont constamment observés le long des protections longitudinales. Les niveaux de calage du pied de la protection qui donnent satisfaction correspondent à 3 à 4 m sous le niveau du fond du lit. L'ajout d'une semelle en béton large de 2 m et épaisse de 1 m permet d'améliorer encore la résistance du perré aux affouillements. Le niveau d'arase de la semelle du perré retenu est de 4 m sous le fond moyen du lit (ou 3 m sous le fond extrême) ;
- ↪ Les fruits des perrés n'ont pas d'incidence particulière (plusieurs ont été testés : 2/1, 3/1, 1/1). Le fruit de la protection retenue est 2H /1V.

L'efficacité du perré réalisé suite à ces tests sur modèles réduits au droit de la Rivière des Pluies a été prouvée depuis leur construction.

**Des protections longitudinales seraient donc bien adaptées sur le secteur d'aménagement pour peu qu'elles respectent les conclusions des modèles réduits.**

### 6.2.3. HYPOTHESE RETENUE

Les calculs théoriques donnent des profondeurs d'affouillements sensiblement plus importantes. Néanmoins les deux approches soulignent la nécessité d'équiper la protection d'une semelle en pied en cas de mise en place d'une protection de type perré. **Une valeur**

intermédiaire sera retenue pour préciser le niveau d'arase de cette semelle (face supérieure de la semelle) :

- ↪ PK 0 à PK 1 380 (en aval du pont de Domenjod) : 4 m sous le fond extrême ;
- ↪ PK 1 380 à 1 600 (en amont du pont de Domenjod) : 5 m sous le fond extrême.

Les niveaux de fondation retenus sont présentés sur la Fig. 35.

### **6.3. COTE DE CRETE DES OUVRAGES DE PROTECTION**

#### **6.3.1. ESTIMATION DES NIVEAUX DE REFERENCE**

**Les protections seront dimensionnées pour une crue de période de retour de 100 ans. Les cotes d'arase seront donc calées en fonction des lignes d'eaux de la crue centennale.**

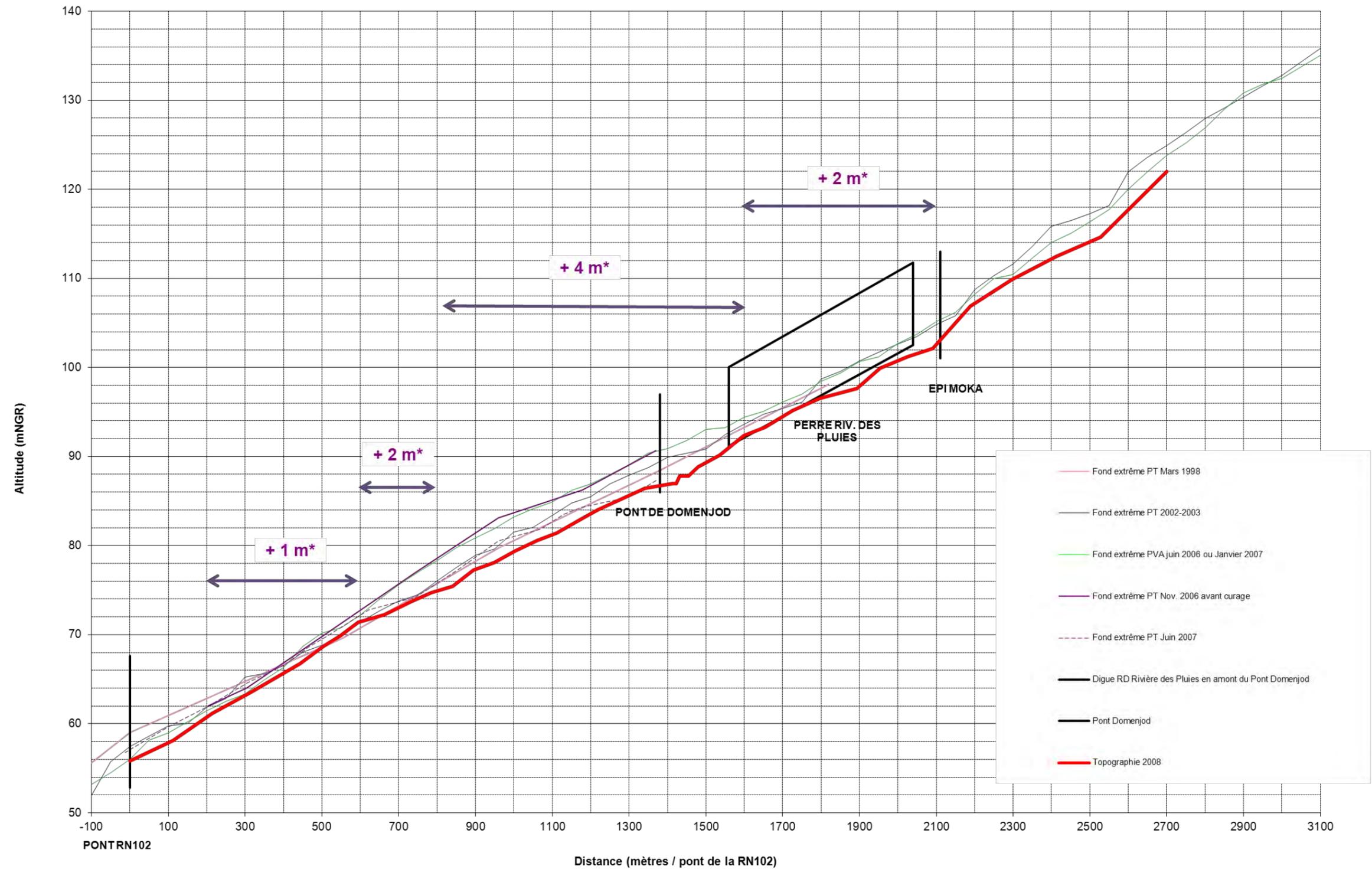
Ces lignes d'eau sont susceptibles d'évoluer en fonction de l'évolution du profil en long de la Rivière des Pluies. Celui-ci a fortement évolué sur les 30 dernières années (1978-2008) en fonction des différents événements (éboulement de mars 2002, transit des matériaux).

Le profil en long actuel a donc été comparé avec les plus hauts niveaux de fond connus sur la Rivière des Pluies (réf. /3/, Phase 2). Le graphique en page suivante permet de faire les observations suivantes :

- ↪ Le fond extrême actuel (2008) du lit est largement inférieur aux plus hauts niveaux connus ;
- ↪ L'amplitude la plus importante (environ 4 m) se trouve au niveau du Pont Domenjod ;
- ↪ Les valeurs les plus hautes correspondent au fond extrême suite aux crues de 2006. Ces valeurs correspondent au transit des matériaux issus de l'éboulement exceptionnel de 2002.

**Ces observations montrent la nécessité de prendre en compte la respiration du lit pour déterminer les cotes d'arase des protections.**

Fig. 34. POSITION DU FOND EXTREME DU LIT PAR RAPPORT AUX PLUS HAUTS NIVEAUX OBSERVES



\* : Position des plus hauts niveaux observés par rapport au fond actuel (2008)

De ce fait les lignes d'eau, pour une crue centennale, ont été recalculées en prenant comme hypothèse pessimiste les plus hauts niveaux de fond extrême du lit à savoir :

- ↪ PK 150 à 600 : + 1 m par rapport au fond extrême actuel ;
- ↪ PK 600 à 800 : +2 m ;
- ↪ PK 800 à 1600 : + 4 m ;
- ↪ PK 1600 à 2100 : + 2 m.

Les résultats sont présentés sur le graphique en page suivante. Les lignes d'eau ont été recalculées par une modélisation 1D sous HECRAS, la localisation des profils et l'ensemble des résultats pour les différentes crues sont disponibles en annexe 1.

### 6.3.2. HYPOTHESE RETENUE

**Le niveau de crête des protections retenu pour le dimensionnement des aménagements sera la valeur la plus élevée entre :**

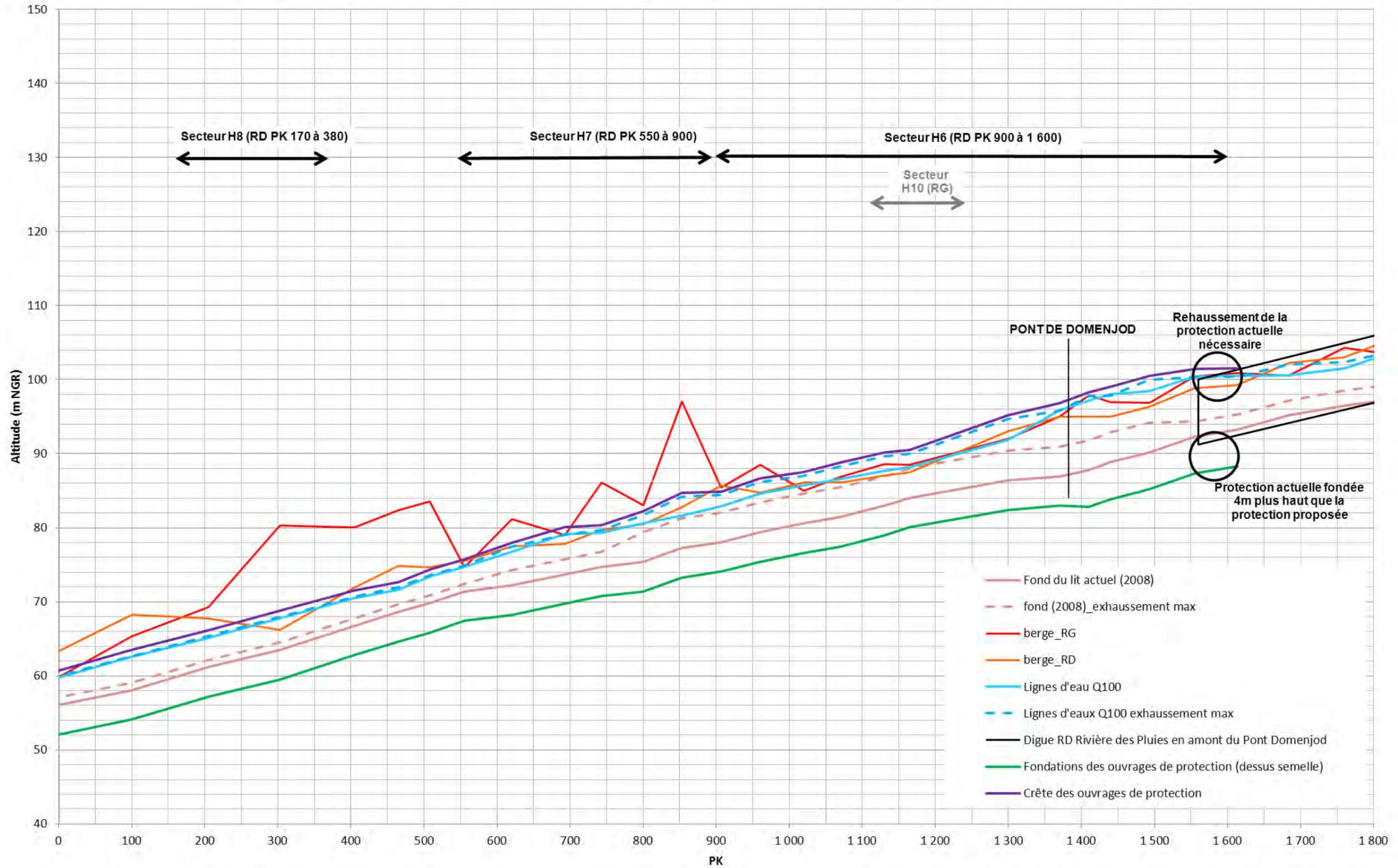
- ↪ **Plus Hautes Eaux (PHE) centennales du modèle basé sur le fond extrême actuel + revanche de 1 m ;**
- ↪ **Plus Hautes Eaux (PHE) centennales du modèle basé sur les plus hauts niveaux connus de fonds extrêmes + revanche de 0,5 m.**

**Plusieurs secteurs nécessiteront une protection s'élevant au-dessus du niveau actuel des berges et donc la réalisation d'une digue.**

La figure suivante présente les niveaux d'eau obtenus pour la crue centennale et les niveaux de crête et de fondation à considérer.

Les niveaux actuels des hauts de berge sont également représentés, nous permettant de visualiser les zones nécessitant la mise en place d'une digue en crête.

Fig. 35. LIGNES D'EAU POUR  $Q_{100}$ , CRETE ET FONDATION DES OUVRAGES DE PROTECTION



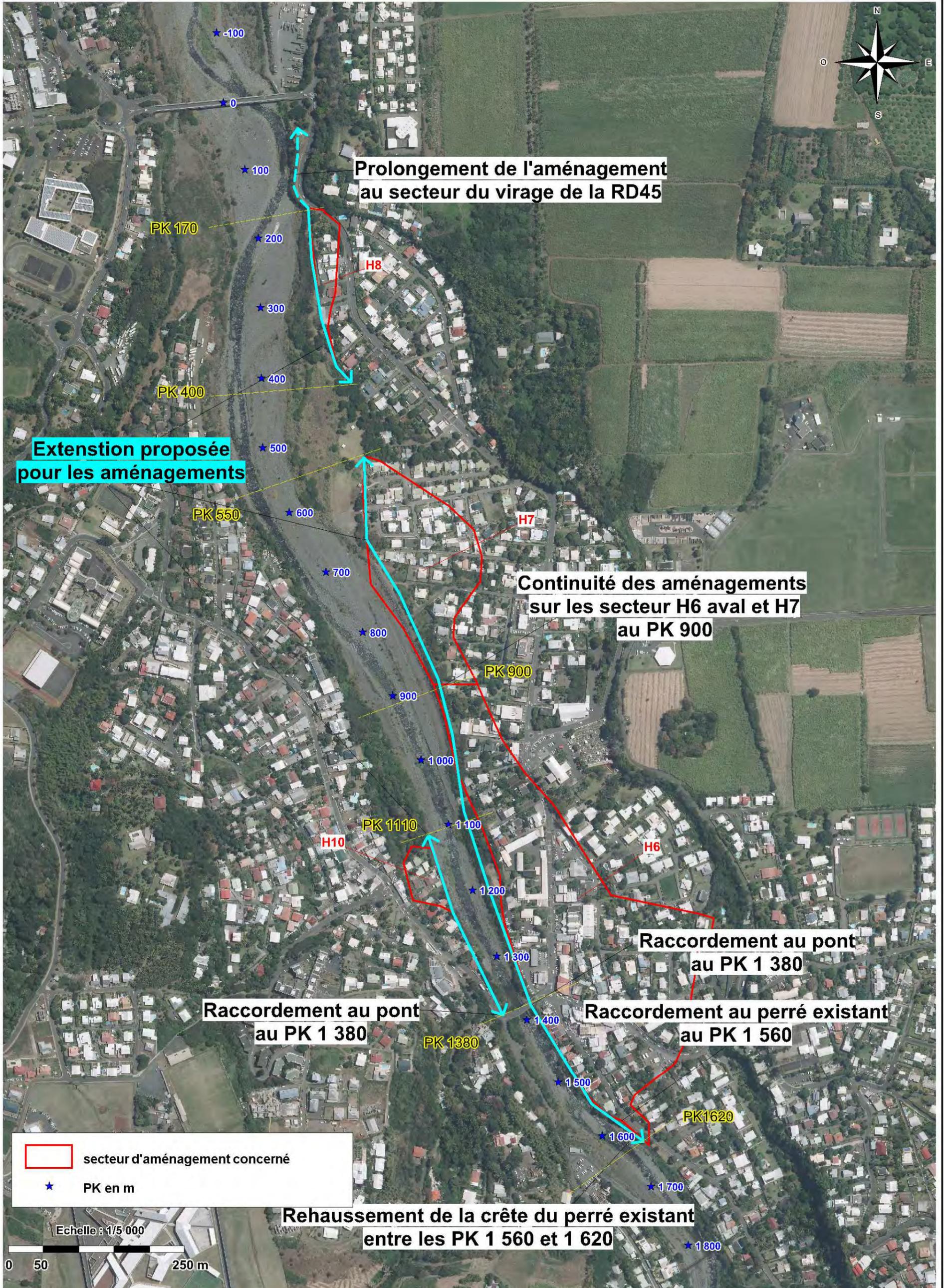
#### **6.4. EXTENSION DES OUVRAGES DE PROTECTION**

Les aménagements proposés devront couvrir un linéaire permettant de protéger l'ensemble du secteur concerné.

Les limites des aménagements ne correspondent ainsi pas toujours aux limites des secteurs.

La figure suivante présente l'extension des aménagements proposés.

Figure n°36 - Extension des aménagements proposés



secteur d'aménagement concerné  
★ PK en m

Echelle : 1/5 000

0 50 250 m

#### **6.4.1. SECTEUR H6**

L'aménagement proposé sera raccordé à l'ouvrage existant au PK 1560. La limite aval correspond à la limite du secteur H6, au PK 900, soit un linéaire de 660 m.

Entre les PK 1560 et 1620, le rehaussement de la crête du perré existant est nécessaire, la revanche actuelle entre les plus hautes eaux pour la crue centennale ( $PHE_{100}$ ) et la crête étant insuffisante. Des débordements sur cette zone entraîneraient la libération d'eau sur le secteur H6 qui serait alors piégée derrière les aménagements construits plus en aval.

En amont du PK 1560, le perré actuel est fondé 4 m plus haut que la côte de calage préconisée dans la présente étude. Une réflexion devra être menée dans les phases d'études ultérieures afin de déterminer si les fondations de l'ouvrage en place doivent être reprises en profondeur.

Il est ici rappelé que l'aménagement du secteur H6 proposée dans le présent rapport suppose que le pont de Domenjod ait été remplacé par un ouvrage non limitant pour la crue centennale.

#### **6.4.2. SECTEUR H7**

L'aménagement sera raccordé en amont à l'aménagement du secteur H6, au PK 900.

La limite aval est prise au point extrême aval du secteur H7, au PK 550, soit un linéaire de 350 m.

Il est à noter qu'il serait inefficace de protéger le secteur H7 sans protéger le secteur H6. En effet, des débordements et érosion de berges ayant lieu sur le secteur H6 peuvent impacter le secteur H7.

#### **6.4.3. SECTEUR H8**

La limite amont de l'aménagement de protection du secteur H8 est prise au PK 400, légèrement en amont du secteur. En effet, l'érosion et les surverses par-dessus les berges actuelles en amont du secteur pourraient, en l'absence de protection, impacter les habitations du secteur H8.

La limite aval se situe au PK 170, au point aval du secteur. Le linéaire total à protéger est de 230 m.

Le virage de la RD45, juste en aval du secteur, bien qu'en zone d'aléa érosion à moyen terme (cf. Fig. 30), a été érodé de manière significative suite aux fortes pluies de février et mars 2006. La berge a reculée et la zone se trouve actuellement très exposée. En effet, la berge est bien avancée dans le lit mineur de la rivière des Pluies, rendant les attaques en pied de berge probables et dangereuses. Ce secteur actuellement longé par le bras vif de la rivière est donc particulièrement vulnérable.

La protection envisagée sur le secteur H8 ne pourra donc pas être ancrée juste en aval du secteur H8, au niveau du virage de la RD45. La protection proposée devra donc être prolongée jusqu'à des terrains plus sains. Une étude spécifique devra définir le type de protection à mettre en place pour traiter le problème d'érosion au niveau du virage de la RD45 et assurer la continuité avec la protection prévue sur le secteur H8.

#### **6.4.4. SECTEUR H10**

La limite amont de l'aménagement de protection du secteur H10 est prise au pont de Domenjod (PK 1 380 environ), soit environ 150 m en amont du secteur. En effet, l'érosion et les surverses par-dessus les berges actuelles en amont du secteur pourraient impacter les habitations du secteur H10 et justifient un raccordement à l'ouvrage.

La limite aval se situe au PK 1110, juste en aval du secteur. Le linéaire total à protéger est de 290 m.

## 7. CAS DU PONT DOMENJOD

### 7.1. PRESENTATION

Les modélisations 2D réalisées dans le cadre de la présente étude ont confirmées que le pont de Domenjod est limitant dès la crue trentennale et que sa présence aggrave les inondations en rive droite dans le centre-ville de Rivière des Pluies sur les zones à enjeux.

### 7.2. OBSERVATIONS HISTORIQUES SUR L'OUVRAGE ACTUEL

Le tableau suivant liste les débits de pointe estimés au droit du pont de Domenjod lors des dernières crues ainsi que les niveaux d'eau relevés.

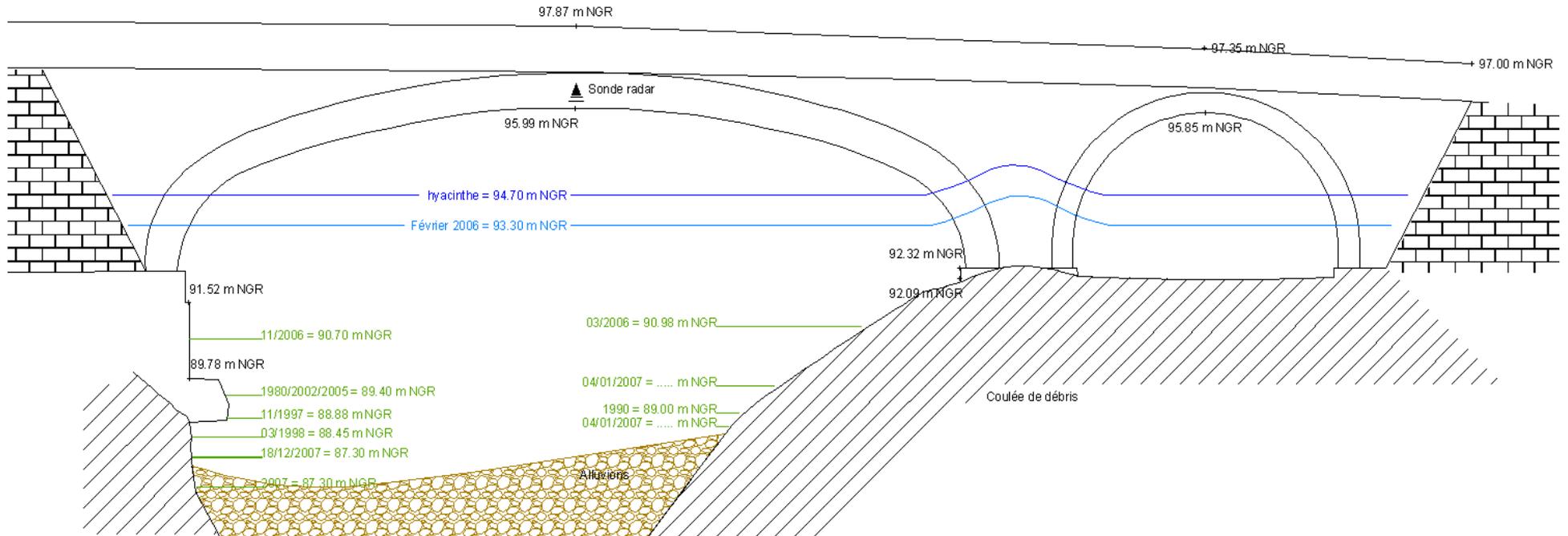
**Tabl. 7 - CARACTERISTIQUES DES ECOULEMENTS OBSERVES LORS DES DERNIERES CRUES**

<i>EVENEMENT</i>	<i>DEBIT DE POINTE</i>	<i>PERIODE DE RETOUR APPROXIMATIVE ESTIMEE</i>	<i>CONFIGURATION DU LIT</i>	<i>NIVEAU D'EAU MAXIMUM OBSERVE</i>	<i>TIRANT D'AIR SOUS TABLIER</i>
Gamède (février 2007)	350 m <sup>3</sup> /s	5 ans	Basse	?	?
Diwa (mars 2006)	680 m <sup>3</sup> /s	10 ans	Haute	91,0 m NGR	5,0 m
Fortes pluies de février 2006	850 m <sup>3</sup> /s	20 ans	Haute	93,3 m NGR	2,7 m
Dina (janvier 2002)	420 m <sup>3</sup> /s	5 ans	Intermédiaire	?	?
Hyacinthe (janvier 1980)	?	10 ans ?	Basse	94,7 m NGR	1,3 m

Ces niveaux sont présentés sur la figure suivante.

Sur cette figure, le fond du lit correspond à une configuration « basse ». Le retour à une configuration « haute » au cours d'une crue n'est pas exclure.

**Fig. 37. NIVEAUX D'EAU RELEVES LORS DES DERNIERES CRUES AU DROIT DU PONT DE DOMENJOD**



### 7.3. CONTEXTE

L'ouvrage actuel est présenté sur la figure précédente. Il présente un tablier penté vers la rive droite qui est plus basse que la rive gauche au droit de l'ouvrage.

Il présente 2 arches, une principale à travers laquelle s'écoule la rivière actuellement et une arche de décharge reposant sur une coulée de débris en rive droite.

La capacité de l'ouvrage actuel est estimée à une crue de période de retour 30 ans. Pour des débits supérieurs, il y a débordement en rive droite et inondation du centre-ville de Rivière des Pluies.

Aucune solution « légère » (curage du lit, reprise des talus, ...) permettant de conserver l'ouvrage actuel tout en améliorant sa capacité d'écoulement à un niveau satisfaisant n'apparaît viable.

Nous préconisons donc la démolition de l'ouvrage actuel.

### 7.4. SOLUTIONS PROPOSEES

Les solutions proposées pour supprimer les débordements en rive droite causés par la mise en charge du pont sont :

- ↪ Solution 1 : la suppression totale du pont et le recalibrage du lit;
- ↪ Solution 2 : le remplacement par un ouvrage qui respecte les conditions de raccordement actuelles au réseau routier sur les 2 rives et pour lequel le radier est calé sur celui de l'ouvrage actuel ; cet ouvrage ne permet cependant pas le passage de la crue centennale ;
- ↪ Solution 3 : le remplacement du pont par un ouvrage de capacité maximale, nécessitant la reprise du réseau routier sur les 2 rives pour le raccordement de l'ouvrage, ce raccordement restant acceptable (pente des voiries égales à 5% maximum).
- ↪ Solution 4 : le déplacement de l'ouvrage.

### 7.5. SOLUTION 1 : SUPPRESSION DU PONT DE DOMENJOD

Cette solution semble difficile à mettre en place car elle déconnecte les 2 rives sur un secteur proche du centre-ville.

Toutefois, c'est la solution la plus efficace d'un point de vue hydraulique et la moins coûteuse.

## 7.6. SOLUTION 2 : DIMENSIONNEMENT D'UN OUVRAGE DONT LE RADIER EST CALE SUR L'ACTUEL

### 7.6.1. IMPLANTATION

L'implantation actuelle du pont est due à la présence d'un resserrement du lit au niveau d'une coulée de débris, ce qui réduit la portée de l'ouvrage et assure l'ancrage de ses culées.

Ainsi, le nouvel ouvrage proposé pour la solution 2 sera implanté en lieu et place de l'ouvrage existant, au PK 1380.

Par ailleurs, l'épaisseur du tablier sera minimisée afin d'optimiser la capacité d'écoulement de l'ouvrage actuel tout en conservant un tablier à la même altimétrie que celle de l'ouvrage actuel.

### 7.6.2. CARACTERISTIQUES DES APPUIS

Afin de maximiser la section hydraulique, le lit étant particulièrement étroit à cet endroit, l'ouvrage préconisé sera constitué d'une **travée unique**.

Les culées rive droite et gauche seront disposées de sorte à limiter l'empiètement dans le lit du cours d'eau. Une largeur maximale entre culées de 50 m est envisageable (cf. Fig. 39 page 64).

### 7.6.3. TYPE D'OUVRAGE

Deux configurations peuvent être envisagées :

- Tablier de type bi-poutre ou caisson : qui présente l'avantage d'être le moins cher mais qui, pour une travée unique d'environ 50m, nécessiterait une épaisseur de tablier d'au moins 2,5 m. Le gain de section d'écoulement par rapport à l'ouvrage actuel n'est pas intéressant. **Cette solution est donc écartée** ;
- Pont porté par une structure métallique : qui présente un coût légèrement plus élevé mais permet de réduire l'épaisseur du tablier à 1 m environ favorisant une section hydraulique optimale. Cette configuration est retenue pour la solution 2.

### 7.6.4. CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES

Le profil en travers du lit mineur est basé sur la topographie actuelle avec l'**hypothèse de lit exhaussé** (état futur maximum estimé au § 6.3.1) pour tenir compte de la **configuration la plus défavorable mais néanmoins réaliste car déjà observée**.

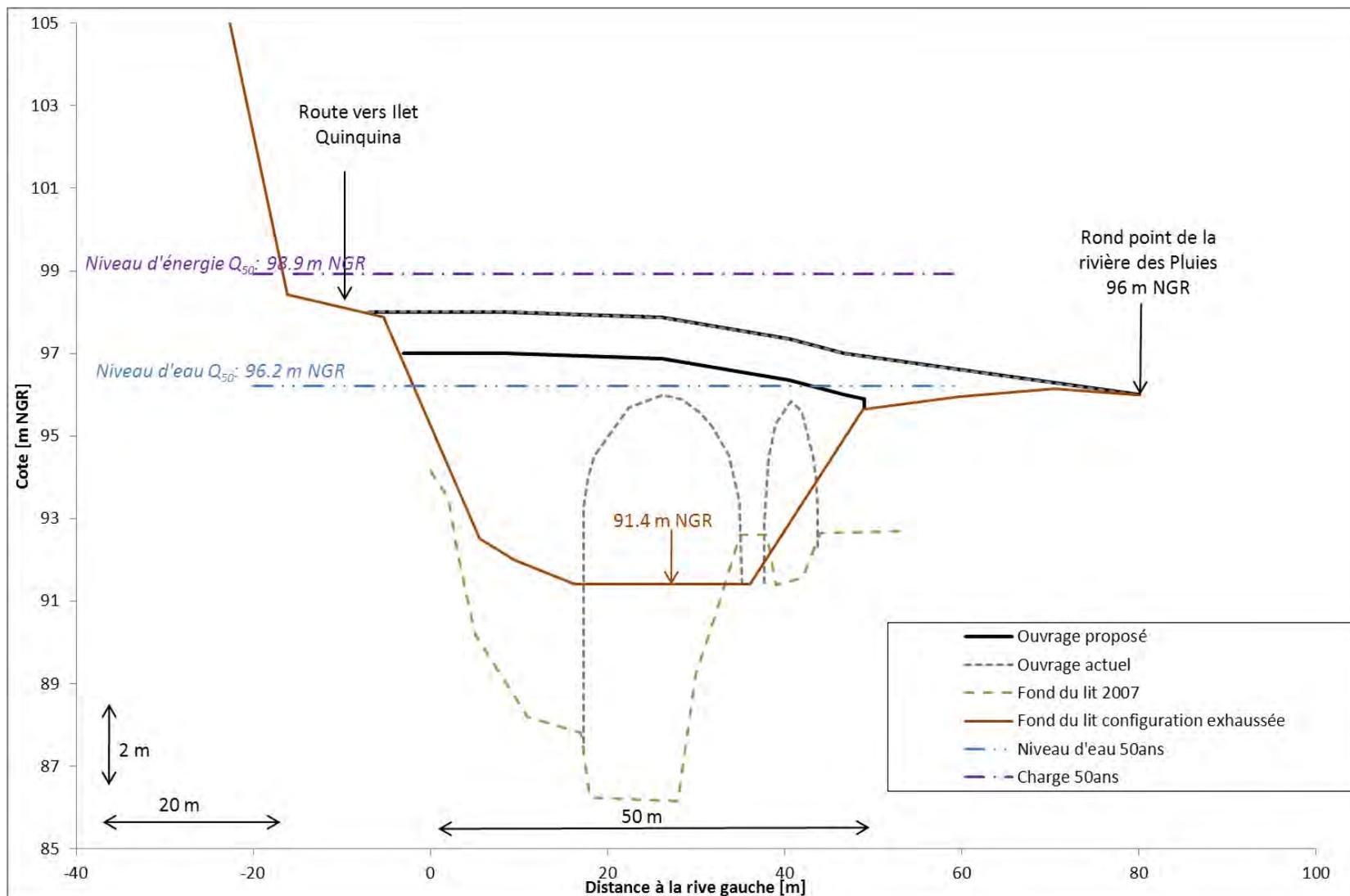
La longueur de l'ouvrage dans le sens de l'écoulement est prise égale à 10 m.

L'épaisseur du tablier est prise égale à 1m, la cote de sous-poutre est donc calée 1 m sous la route actuelle et varie de 97 m NGR en rive gauche à 96 m NGR en rive droite.

La figure suivante présente une coupe type de l'ouvrage modélisé pour la solution 1.

ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES  
 SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102

Fig. 38. COUPE DE L'OUVRAGE PROPOSE POUR LA SOLUTION 2



### 7.6.5. NIVEAU DE FONDATION

Les culées reposeront sur des alluvions très affouillables. Leurs fondations seront donc ancrées profondément.

Sur la base de l'analyse des cotes de fondation des semelles des ouvrages de protection (§ 5.1), **les culées seront fondées (face supérieure des fondations) 5 m sous le fond du lit extrême actuel.**

### 7.6.6. ACCES

L'ouvrage étant calé au niveau du pont actuel, les routes d'accès ne seront pas modifiées.

### 7.6.7. RESULTATS DE LA MODELISATION

L'ouvrage présente une revanche de 70 cm par rapport au niveau d'eau calculé pour la crue cinquantennale en rive gauche. Le niveau d'énergie est cependant environ 1 m au-dessus de la route. La possibilité de surverse au-dessus de l'ouvrage pour la crue cinquantennale n'est donc pas exclue. Ces surverses engendreront une entrée d'eau vers le centre-ville en rive droite car l'ouvrage induit une discontinuité dans les endiguements en rive droite qu'aucun ouvrage permanent complémentaire ne permet de supprimer au regard de la topographie du site et du contexte urbain dense.

Pour des débits supérieurs au débit cinquantennal, les niveaux d'eau dépassent le tablier et les surverses sont inévitables.

### 7.6.8. CONCLUSION POUR LA SOLUTION 2

Cette configuration est cohérente avec le contexte urbain et routier du secteur (raccordement à l'existant) mais ne permet pas d'empêcher les débordements au-delà d'une crue cinquantennale et notamment pour une crue centennale.

Cette solution n'apparaît pas satisfaisante au regard du risque d'inondation qui reste important au niveau du centre-ville de la Rivière des Pluies.

La mise en place d'un batardeau est envisageable en rive droite. Il permettrait d'assurer la continuité entre les ouvrages de protection en amont et en aval du pont.

## 7.7. SOLUTION 3 : DIMENSIONNEMENT D'UN OUVRAGE DE CAPACITE CENTENNALE

### 7.7.1. IMPLANTATION

Le nouvel ouvrage proposé pour la solution 3 sera implanté en lieu et place de l'ouvrage existant, au PK 1380.

Pour cette solution, la cote de sous-poutre et l'épaisseur du tablier seront optimisés de manière à maximiser la section d'écoulement tout en respectant les contraintes de raccordement au réseau routier actuel en rives droite et gauche en retenant un profil permettant le raccordement avec des pentes acceptables (inférieures à 5%). L'ouvrage proposé devra permettre le passage de la crue centennale sans débordement.

### 7.7.2. CARACTERISTIQUES DES APPUIS

Afin de maximiser la section hydraulique, le lit étant particulièrement étroit à cet endroit, l'ouvrage préconisé sera constitué d'une **travée unique**.

Les culées rive droite et gauche seront disposées de sorte à limiter l'empiètement dans le lit du cours d'eau. Une largeur maximale entre culée de 50m paraît adaptée au site (cf. Fig. 39 page 64). Il s'agit de la valeur optimale de la topographie à l'emplacement actuel de l'ouvrage.

### 7.7.3. TYPE D'OUVRAGE

Deux configurations peuvent être envisagées :

- Tablier de type bi-poutre ou caisson : qui présente l'avantage d'être le moins cher mais qui, pour une travée unique d'environ 50m, nécessiterait une épaisseur de tablier d'au moins 2,5 m. Le gain de section d'écoulement par rapport à l'ouvrage actuel n'est pas intéressant. **Cette solution est donc écartée** ;
- Pont porté par une structure métallique : qui présente un coût légèrement plus élevé mais permet de réduire l'épaisseur du tablier à 1 m environ favorisant une section hydraulique optimale. Cette configuration est retenue pour la solution 3.

### 7.7.4. CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES

Le profil en travers du lit mineur est basé sur la topographie actuelle avec **l'hypothèse de lit exhaussé** (état futur maximum estimé au § 6.3.1) pour tenir compte de la **configuration la plus défavorable mais néanmoins réaliste car déjà observée**.

Pour maximiser la section hydraulique, les berges seront élargies par excavation au droit de l'ouvrage pour que la largeur du lit atteigne 50 m. Etant donnée la topographie actuelle et la proximité des habitations, il s'agit de la largeur maximale admissible.

La longueur de l'ouvrage dans le sens de l'écoulement est prise égale à 10 m.

L'épaisseur du tablier est prise égale à 1m.

# ÉTUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102

La cote de sous-poutre varie entre 99 m NGR en rive gauche et 96.5 m NGR en rive droite. Ces valeurs correspondent aux valeurs maximales admissibles pour un raccordement au réseau routier penté à 5% au maximum.

Le tablier présente ainsi une pente de 5% de la rive gauche vers la rive droite (supposée pente maximale admissible).

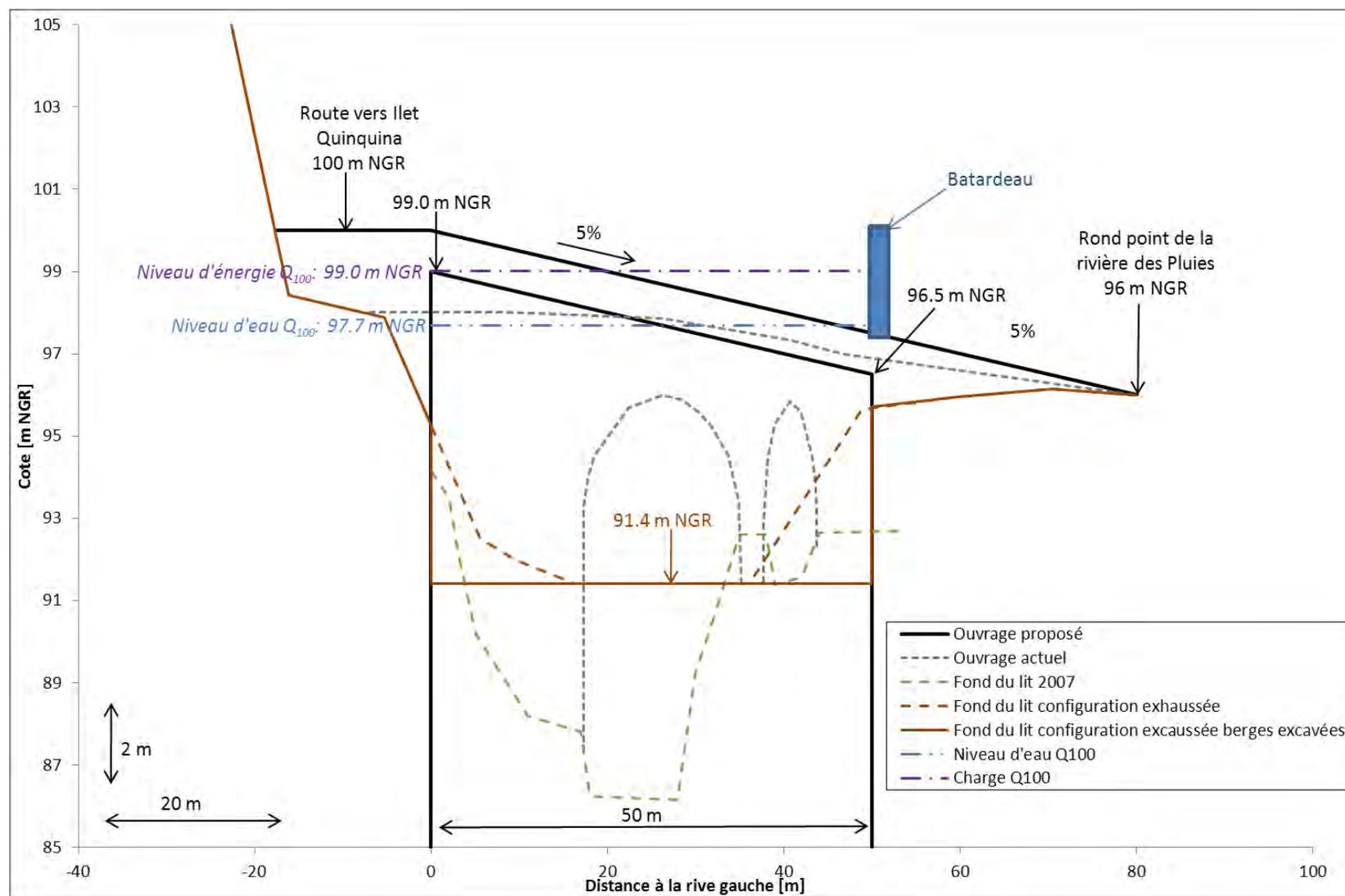
Les figures suivantes présentent une vue en plan et une coupe type de l'ouvrage envisagé pour la solution 3.

**Fig. 39. VUE EN PLAN SCHEMATIQUE DE LA SOLUTION 3**



# ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102

Fig. 40. COUPE DE L'OUVRAGE PROPOSE POUR LA SOLUTION 3



### 7.7.5. NIVEAU DE FONDATION

Les culées reposeront sur des alluvions très affouillables. Leurs fondations seront donc ancrées profondément.

Sur la base de l'analyse des cotes de fondation des semelles des ouvrages de protection (§ 5.1), **les culées seront fondées (face supérieure des fondations) 5 m sous le fond du lit extrême actuel.**

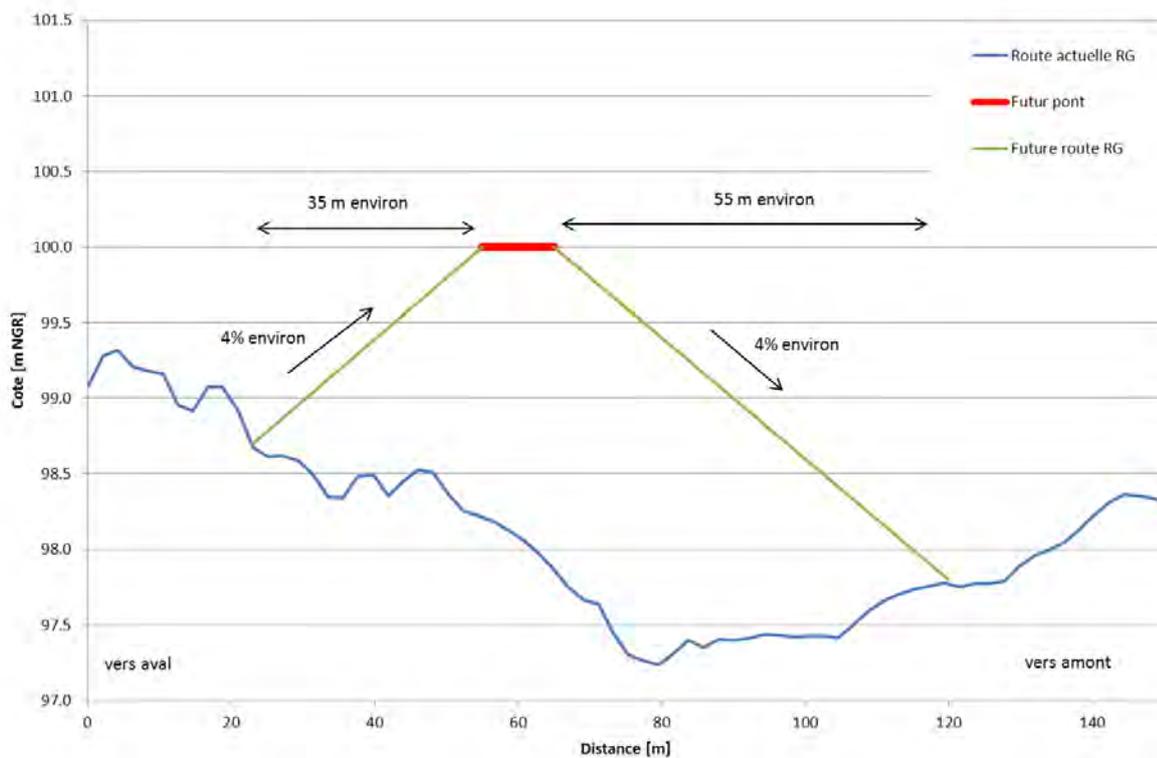
### 7.7.6. ACCES

L'ouvrage étant calé plus haut que le pont actuel, les routes d'accès devront être rehaussées. La Fig. 39 présente l'étendue des zones concernées en rive droite et en rive gauche.

La route d'accès en rive droite ainsi que le rond-point seront pentés à 5% environ vers le centre-ville.

La figure suivante présente une coupe schématique de la route d'accès au pont en rive gauche. Elle pourra être pentée à 4%.

**Fig. 41. COUPE SCHEMATIQUE DE LA ROUTE D'ACCES EN RIVE GAUCHE**



### 7.7.7. RESULTATS DE LA MODELISATION

La simulation de la solution 3 montre qu'il y a mise en charge partielle de l'ouvrage pour la crue centennale (la ligne d'eau obtenue est à 97.7 m NGR et la ligne de charge à 99.0 m NGR). Des débordements en rive droite ne sont donc pas à exclure.

### **7.7.8. CONCLUSION POUR LA SOLUTION 3**

Cette solution est la seule qui permette un écoulement maximal et le raccordement au réseau routier actuel optimal.

Toutefois, malgré une optimisation du calage altimétrique du tablier de l'ouvrage, la mise en charge partielle de l'ouvrage ne peut être évitée pour la crue centennale.

Si les risques de submersion de l'ouvrage pour la crue centennale ne peuvent être évités, la mise en place d'un batardeau est envisageable en rive droite. Il permettrait d'assurer la continuité entre les ouvrages de protection en amont et en aval du pont.

Cependant, la présence du pont limitant pour la crue centennale engendre un rehaussement de la ligne d'eau qui devra être pris en compte pour le calage des protections. Cette rehausse n'est pas prise en compte dans le dimensionnement des protections du présent rapport.

## **7.8. SOLUTION 4 : DEPLACEMENT DE L'OUVRAGE**

L'analyse ci-dessus a montré que les solutions 2 et 3 proposées ne permettraient pas de supprimer les risques de débordements en rive droite au niveau des zones à enjeux.

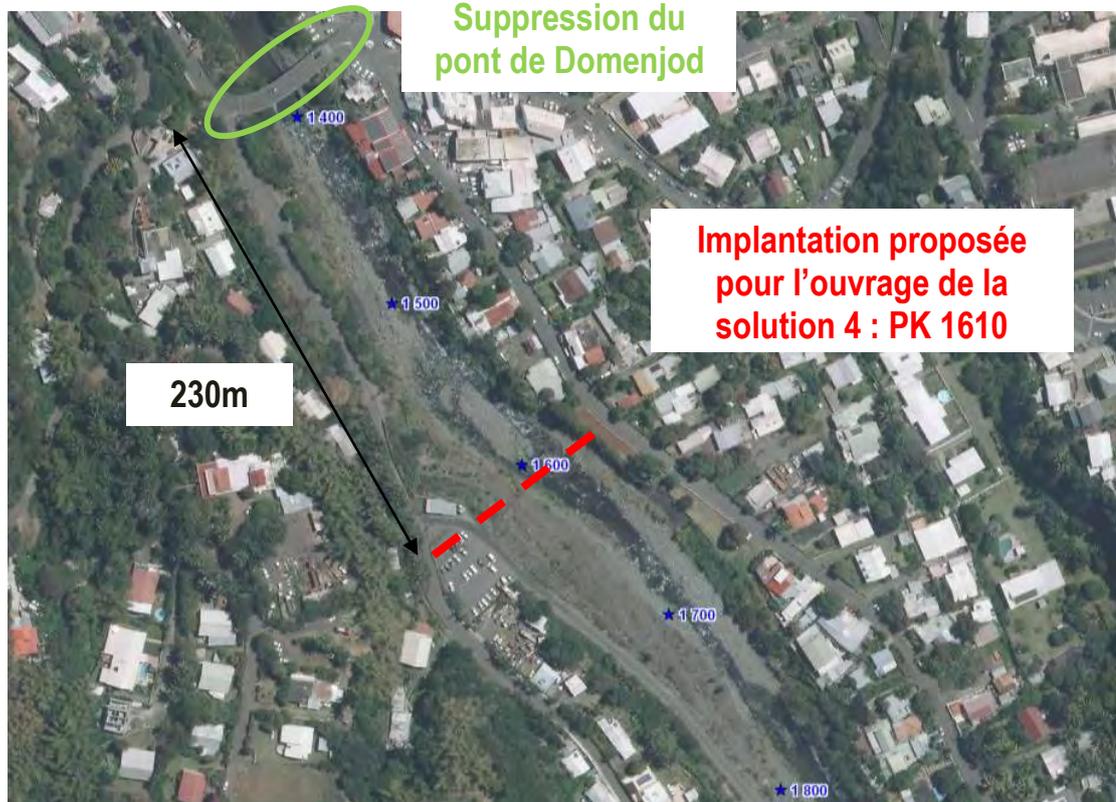
Par ailleurs, la solution 1 de suppression de l'ouvrage n'est pas envisageable au regard de l'utilité indiscutable de l'ouvrage pour les populations locales et même à plus grande échelle.

Au regard des contraintes d'implantation d'un nouvel ouvrage sur le site actuel, le déplacement de l'ouvrage doit donc être envisagé.

### **7.8.1. IMPLANTATION**

La configuration des berges et du lit à proximité du PK1 610 semble adaptée en première approche pour accueillir un nouvel ouvrage insubmersible.

Fig. 42. IMPLANTATION DE L'OUVRAGE DEPLACE



### 7.8.2. CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES

A cet endroit, la portée est de 73 m. La mise en place de piles doit être envisagée. Elle permettra notamment de réduire le coût de l'ouvrage.

La présence de piles entraîne des perturbations hydrauliques locales et le rehaussement de la ligne d'eau. Le calage de la cote de sous-poutre dépend ainsi du nombre de piles et de leurs dimensions.

Les piles seront circulaires et leurs dimensions seront réduites au maximum afin de limiter les perturbations hydrauliques locales.

Les simulations sont menées pour 3 configurations : 1, 2 et 3 travées et pour des piles de diamètre 1 m.

Les simulations ont été menées pour les caractéristiques suivantes :

- Cote de sous poutre calée à 103.9 m NGR en rive gauche et 100.4 m NGR en rive droite ;
- Epaisseur du tablier : 1m ;
- Fond du lit : topographie actuelle en configuration exhaussée.

Ces simulations permettent le calage de la cote de sous poutre pour chacune des 3 configurations. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant.

**Tabl. 8 - CALAGE DE LA SOUS-POUTRE POUR LA SOLUTION 4**

<i>NOMBRE DE TRAVEES</i>	<i>COTE SOUS-POUTRE RIVE GAUCHE (M NGR)</i>	<i>COTE SOUS POUTRE RIVE DROITE (M NGR)</i>	<i>PENTE ROUTE</i>	<i>NIVEAU D'EAU POUR Q100 (M NGR)</i>	<i>CHARGE POUR Q100 (M NGR)</i>
1	103.9	100.4	4.8%	99.9	103.1
2		100.9	4.1%	100.8	103.3
3		101.1	3.8%	101.0	103.4

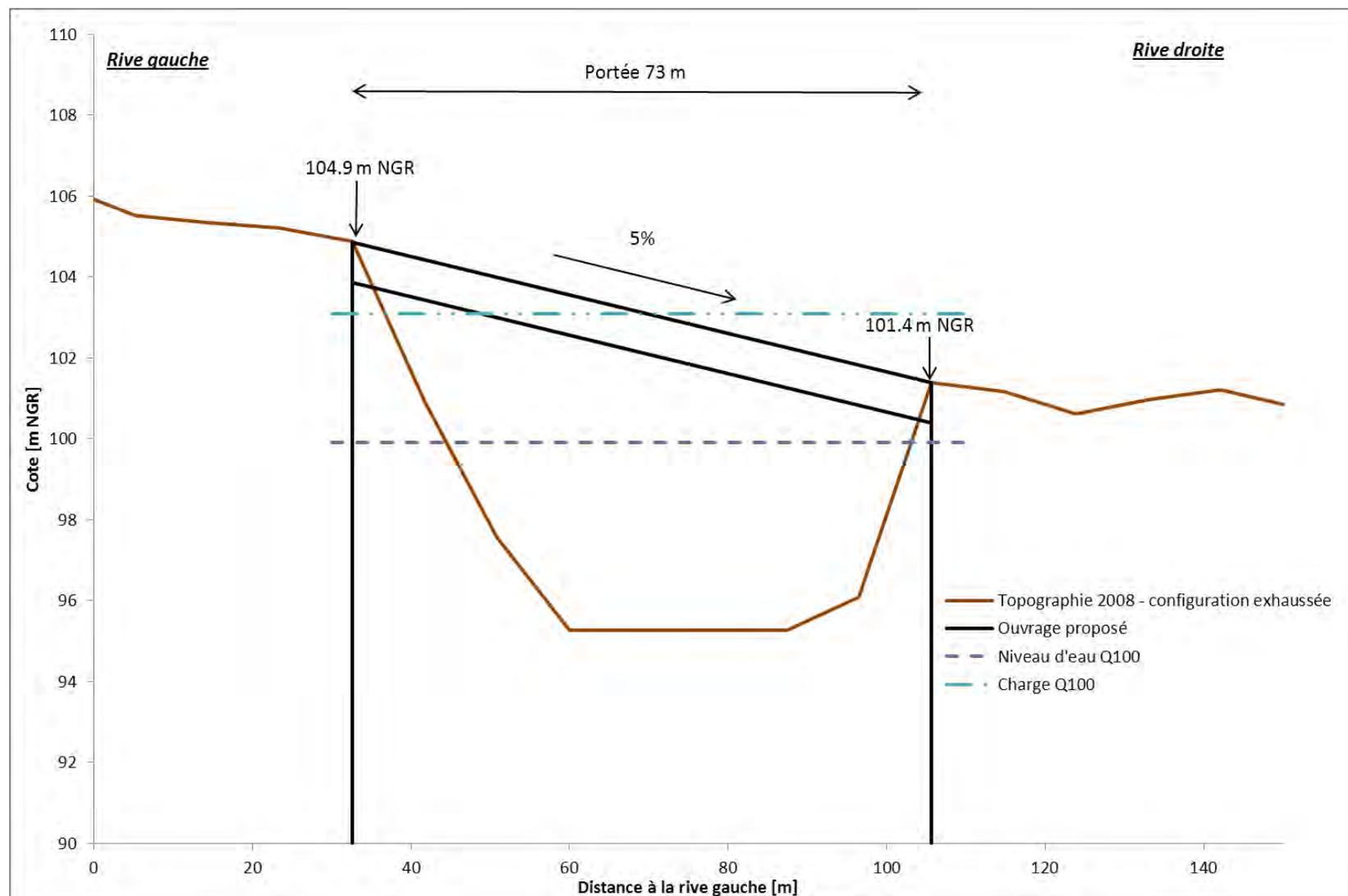
Les résultats pour une crue centennale sont les suivants :

- Niveau d'eau à 99.9 m NGR soit 50 cm au-dessus du point bas de la sous-poutre ;
- Niveau de charge à 103.3 m NGR soit 60 cm sous le point haut de la sous-poutre.

Les figures suivantes présentent une coupe type de l'ouvrage proposé pour chacune des 3 configurations de travées.

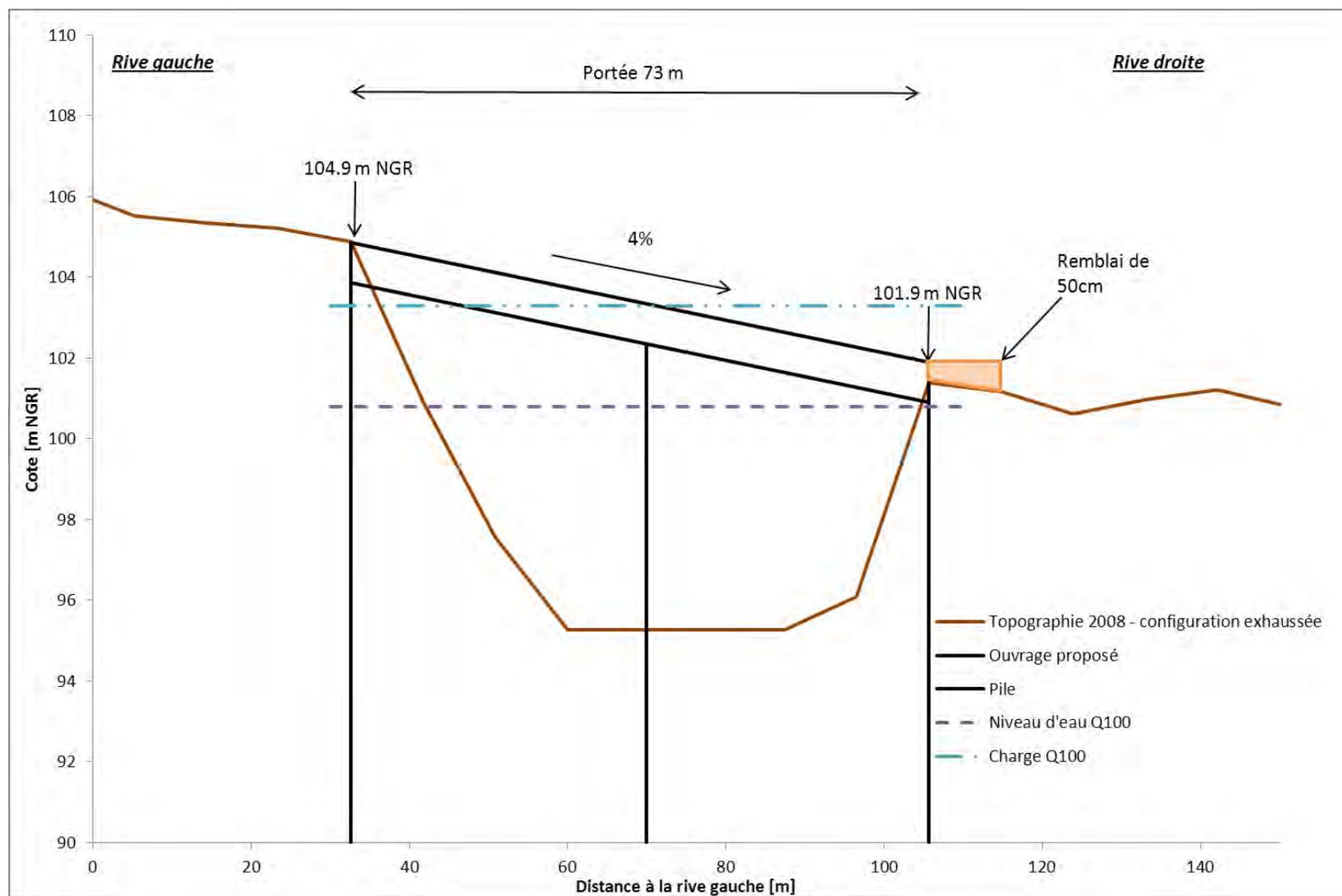
ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES  
SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102

Fig. 43. COUPE TYPE DE L'OUVRAGE DEPLACÉ AU PK 1610 - CONFIGURATION 1 TRAVÉE



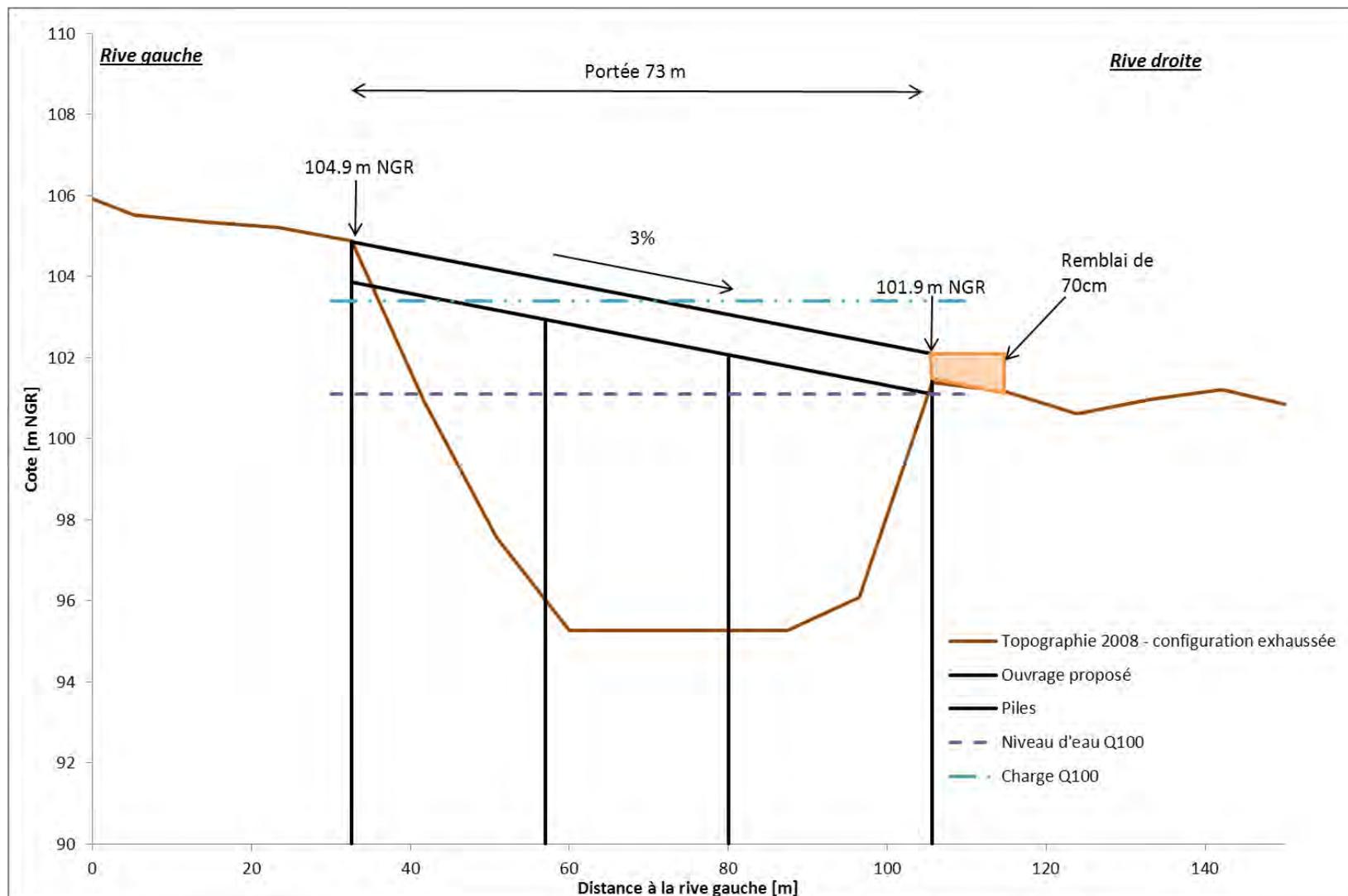
# ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102

Fig. 44. COUPE TYPE DE L'OUVRAGE DEPLACE AU PK 1610 - CONFIGURATION 2 TRAVES



# ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102

Fig. 45. COUPE TYPE DE L'OUVRAGE DEPLACE AU PK 1610 - CONFIGURATION 3TRAVEES



### 7.8.3. NIVEAU DE FONDATION DES CULEES

Les culées reposeront sur des alluvions très affouillables. Leurs fondations seront donc ancrées profondément.

Sur la base de l'analyse des cotes de fondation des semelles des ouvrages de protection (§ 5.1), **les culées et les piles seront fondées (face supérieure des fondations) 5 m sous le fond du lit extrême actuel.**

Ce calage est conforme avec l'épaisseur d'alluvions mise en mouvement durant une crue autour des appuis estimée à 5m.

### 7.8.4. CARACTERISTIQUES DES PILES

#### 7.8.4.1. FORME DES PILES

Pour minimiser les affouillements au droit des piles et tenir compte de la mobilité en plan des chenaux (orientation variable des écoulements), les piles seront constituées d'un fût circulaire, de diamètre aussi réduit que possible.

Ce diamètre est pris égal à 1m dans les simulations.

#### 7.8.4.2. PROTECTION CONTRE LES CHOCS

Les piles doivent être protégées contre l'abrasion due aux chocs avec les matériaux du lit charriés en crue. Plusieurs techniques pourront être employées :

- béton d'usure (exemple du pont du Boulevard Sud sur la Rivière des Pluies : béton C60/75 sur 20 à 40 cm d'épaisseur selon sollicitation),
- blindage acier (viroles métalliques de 20 mm d'épaisseur sur les piles du pont de l'axe mixte sur la Rivière des Galets).

La protection se situe entre le niveau minimal prévisible affouillable et 5 m au-dessus du fond maximal du lit.

Les piles doivent pouvoir résister au choc d'un flottant emporté par la crue (tronc d'arbre, voiture,...) à la vitesse maximale, c'est-à-dire 11 m/s.

### 7.8.5. ACCES

Les accès en rive droite devront être repris pour les configurations 2 et 3 travées. La route d'accès devra être rehaussée de 50 cm pour 2 travées et de 70 cm pour 3 travées, sur la base d'un tablier d'1 m d'épaisseur.

## 7.9. CONCLUSION POUR LE PONT DE DOMENJOD

Aux contraintes fortes d'implantation d'un nouvel ouvrage sur le site actuel du pont de Domenjod, se rajoutent les contraintes imposées par les mesures de prévention ou de protection qui seront proposées pour protéger les secteurs habités du risque d'inondation et du risque d'érosion situés de part et d'autre de l'ouvrage sur la rive droite :

- Dans le cas d'une solution de prévention qui consisterait à racheter les habitations situées en zone inondable, la suppression du Pont de Domenjod ne serait pas nécessaire vis-à-vis du risque d'inondation en cas de mise en charge et de surverse par-dessus l'ouvrage.
- Dans le cas d'une solution de protection qui consisterait à mettre en œuvre des endiguements, la mise en œuvre d'un nouvel ouvrage au niveau de l'emplacement actuel du pont ne permettra pas de supprimer le risque de submersion du pont pour une crue centennale. Les endiguements proposés pourraient alors être contournés par les débordements.

La seule solution qui permettrait d'empêcher ces débordements serait la mise en place d'un batardeau en travers de la route pour assurer la continuité des endiguements amont et aval de part et d'autre du pont. Cette solution nous paraît toutefois risquée au regard des enjeux.

Notons par ailleurs, que le curage préventif du lit qui permettrait d'augmenter la section d'écoulement sous l'ouvrage pour diminuer le risque de débordement paraît peu satisfaisant notamment dans le cas de 2 crues successives rapprochées qui ne laisserait pas un temps suffisant pour intervenir.

---

## 8. SECTEUR H6 : AMONT ET AVAL DU PONT DOMENJOD EN RIVE DROITE

---

### 8.1. RAPPEL DES PRINCIPES D'AMENAGEMENTS DU PGRI

Le PGRI (réf. /2/) préconisait les aménagements suivants :

- ↪ Prolongement du perré incliné en enrochements liés de la Rivière des Pluies ;
- ↪ Acquisition à l'amiable des bâtis du secteur nécessaire pour implanter la protection (estimation en 2008 : 21 bâtis) ;
- ↪ Réhabilitation du Pont Domenjod.

Afin de donner au maître d'ouvrage tous les éléments pour choisir le futur système de protection, deux autres alternatives ont été étudiées, en plus de la solution perré incliné en enrochements liés :

- ↪ Mise en place d'une paroi moulée en amont du Pont Domenjod afin de conserver au maximum les bâtis ;
- ↪ Mise en place en aval du pont d'une protection composée d'une succession de 2 murs poids avec un espace de circulation/loisirs entre les deux afin de limiter au maximum l'impact environnemental et paysager et de permettre une valorisation des berges et leur utilisation par les riverains (par opposition au perré incliné).

Le cas du Pont Domenjod est traité dans le paragraphe 7.

### 8.2. AMONT DU PONT DOMENJOD

#### 8.2.1. CARACTERISTIQUES DU SECTEUR

- ↪ Linéaire concerné : PK 1 380 à 1 560 soit 180 ml pour la protection et PK 1 560 à 1 620 pour le rehaussement de la crête de l'ouvrage existant (et éventuellement pour la reprise des fondations en profondeur, à étudier dans les phases d'étude ultérieures);
- ↪ Ouvrage amont : perré en enrochement lié en place à partir du PK 1 560 => raccordement à prévoir ;
- ↪ Ouvrage aval : futur pont de Domenjod en aval au PK 1 380 (cf. § 7) => raccordement à prévoir ;
- ↪ Section hydraulique : lit étroit sur la zone => la section hydraulique ne pourra pas être réduite ;
- ↪ Vitesses moyennes estimées dans le lit par le modèle 1D : environ 7 à 9 m/s pour la crue centennale, localement, ces vitesses peuvent atteindre 10m/s ;
- ↪ Habitations : à moins d'1 m en retrait du haut de berge ;

↳ Géologie : berges actuelles en matériaux alluvionnaires.

## **8.2.2. SOLUTION PERRE 3H/2V**

### **8.2.2.1. DETAIL DE L'AMENAGEMENT**

La solution proposée consiste à taluter la berge suivant une pente de 3h/2v, à venir compléter en crête si besoin par un remblai de largeur variable pour atteindre la cote de projet (cf. § 6.3) et à protéger par une carapace en enrochements liés.

La carapace sera constituée d'enrochements 500/800 liés au béton, sur une épaisseur de 1,50 m. Elle sera prolongée en pied par une semelle d'épaisseur 1 m et de largeur 2 m reposant sur une couche de béton de propreté.

Le drainage du massif en remblai sera assuré par des barbacanes traversant la carapace. Ce dispositif empêchera le développement de sous pressions en arrière de la carapace. Afin d'éviter le départ des fines et l'obstruction des barbacanes, les extrémités coté remblai seront recouvertes par un géotextile anti-contaminant.

La semelle (face supérieure) sera calée 5 m sous le fond du lit extrême (cf. § 6.2.3).

En pied de semelle, une butée en enrochements libres 800/1200 de largeur 2 m et d'épaisseur 2 m sera mise en place. Un géotextile anti-contaminant 800g/m<sup>2</sup> viendra entourer les blocs.

Le lit étant relativement étroit dans cette zone, la réduction de la section hydraulique n'est pas envisageable. La limite de l'emprise occupée par la protection coté rivière est donc localisée au niveau du pied de berge actuel.

La digue éventuellement mise en place en crête sera de largeur variable (2 à 3 m). Elle sera constituée, côté plaine, par un mur de soutènement ou par un talus de pente 1H/1V de hauteur variable, jusqu'à 4 m.

Le raccordement entre la protection actuelle en amont du secteur et cette protection sera assurée au niveau du PK 1 560.

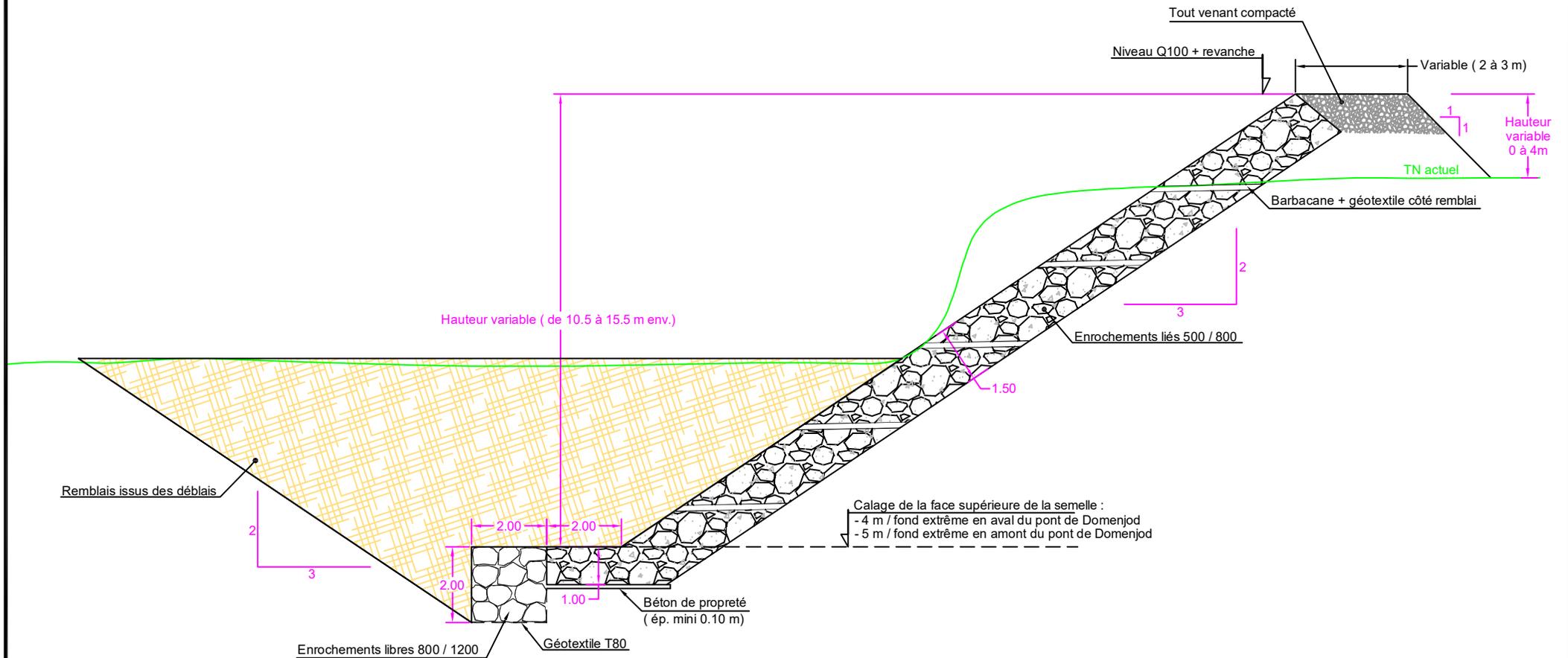
Entre les PK 1 560 et 1 620, la crête de l'ouvrage existant sera rehaussée (2 m maximum).

La Fig. 46 page suivante présente une coupe type de l'ouvrage.

La Fig. 47 présente l'emprise visible (par rapport aux niveaux de terrain actuels) des solutions d'aménagement sous forme d'un perré en enrochements liés pour les secteurs H6, H7 et H10. La limite coté ville correspond au pied de digue coté ville, la limite coté rivière correspond à la rencontre entre l'ouvrage et le terrain actuel.

L'annexe 2 présente un profil en long schématique de l'aménagement.

Fig 46 - Protection par perré en enrochements liés en rive droite sur le secteur H6 (Pk 900 à 1560)



Etudes préliminaires relatives à la protection  
contre les crues de la Rivière des Pluies

CINOR  
Affaire n° 4701164

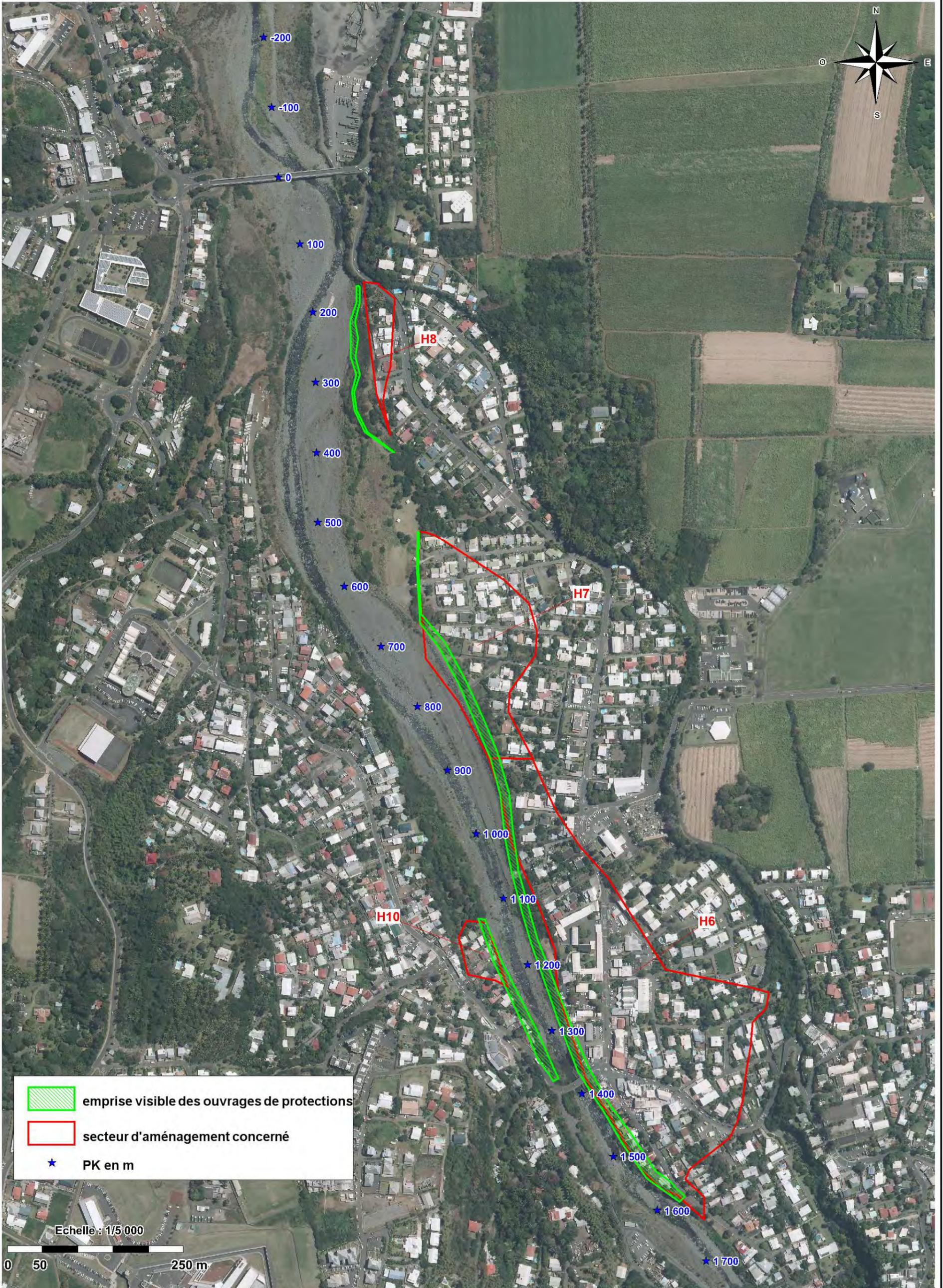
**CINOR**  
Géomètre Topographe - Ingénieur des Ponts et Chaussées

Echelle : 1/150

Dec. 2012

**ARTELIA**  
AGENCE DE LA REUNION  
9, RUE DES POIVRERS - B.P. 908  
97479 SAINT DENIS CEDEX - FRANCE  
Tel. : 33 (0)2 62 90 96 00  
Fax : 33 (0)2 62 90 96 01

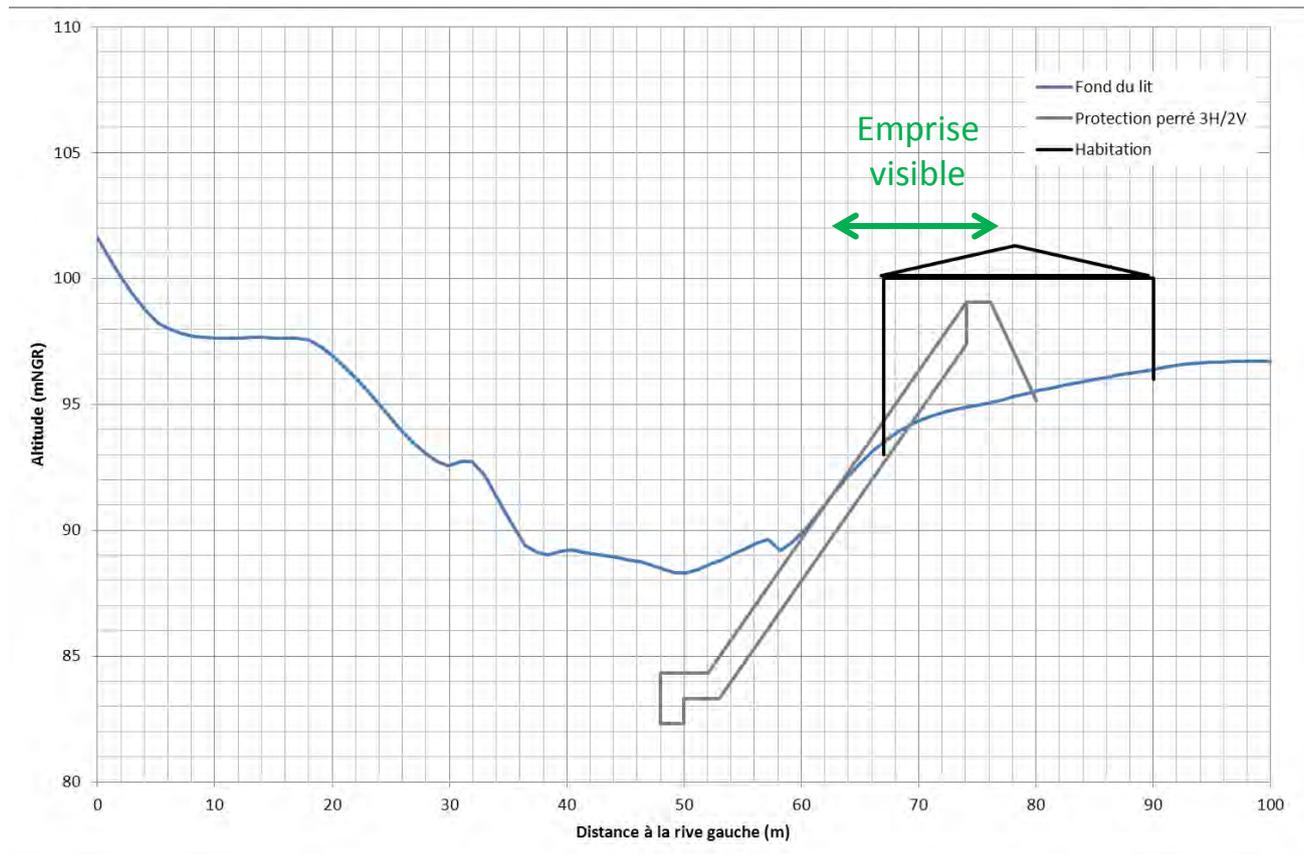
Figure n°47 - Emprises visibles des ouvrages de protection



**8.2.2.2. IMPACT SUR LE BATI EXISTANT**

La figure suivante présente une coupe type de la protection proposée sur laquelle figure les habitations en haut de berge.

**Fig. 48. COUPE TYPE ET EMPRISE DE LA PROTECTION PERRE 3H/2V**



La protection « empiète » ainsi sur le bâti existant.

La figure suivante présente un extrait de la Fig. 47 page 78 zoomé sur le secteur H6 en amont du pont de Domenjod.

**Fig. 49. EMPRISE DES OUVRAGES DE PROTECTION SUR LE SECTEUR H6 EN AMONT DU PONT DE DOMENJOD**



Elle nous permet de définir le nombre d'habitations situées sur l'emprise de l'ouvrage et devant faire l'objet d'une acquisition par le Maître d'Ouvrage.

**Pour le secteur H6 amont, 9 habitations devront être acquises pour réaliser la protection.**

### 8.2.2.3. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER

Afin de limiter les impacts négatifs sur le paysage et l'environnement et de valoriser les terrains acquis et les aménagements, il est proposé de mettre en place les mesures suivantes :

- ↪ Plantations d'espèces indigènes en remplacement de tous les bâtis acquis (privilégier des espèces peu racinaires pour ne pas déstabiliser le perré).
- ↪ En tête de la protection, plantations d'une végétation de type arboré ou arbustif, indigène ou non envahissante, possédant des branches partant de la partie basale du tronc et à port prostré, qui créera un « masque » végétal sur la partie haute de la protection mais n'empêchera pas son inspection (fauche facile) ;

D'une manière générale :

- ↪ Protection visible et imposante, peu esthétique;
- ↪ Lit mineur de la rivière conservé.

#### 8.2.2.4. COUT ESTIMATIF

Au stade faisabilité, le montant des travaux s'élève à environ **6 400 000 € HT** détaillé de la façon suivante :

Aménagements de chantier, exécution, récolement :	100 000 € HT
Travaux :	2 000 000 € HT
Aléas (20%):	400 000 € HT
MOE et investigations complémentaires (10%):	300 000 € HT
Acquisition des batis (9 x 400k€):	3 600 000 € HT
<b>Total :</b>	<b>6 400 000 € HT</b>

#### 8.2.3. SOLUTION PAROI MOULEE

Une deuxième solution de protection du secteur H6 en amont du pont de Domenjod a été étudiée. L'objectif était de conserver les 9 bâtis à proximité de la berge.

Un bureau d'étude spécialisé dans la géotechnique a été interrogé sur l'aménagement pouvant être mis en place compte tenu des contraintes.

La solution proposée par les spécialistes consiste à mettre en place un écran constitué de pieux métalliques de l'ordre de 1 m de diamètre, maintenu en tête par des tirants d'ancrage (25 ml tous les 3 m) et par une poutre de couronnement.

Cependant, **cette solution a été écartée** du fait de sa complexité, de son incertitude quant au non endommagement des bâtis à proximité lors de sa mise en œuvre et de son coût (beaucoup plus élevé que la solution précédente).

#### 8.2.4. SOLUTION MUR-POIDS

Une troisième solution de protection du secteur H6 en amont du pont de Domenjod a été étudiée. L'objectif était également de conserver les 9 bâtis à proximité de la berge.

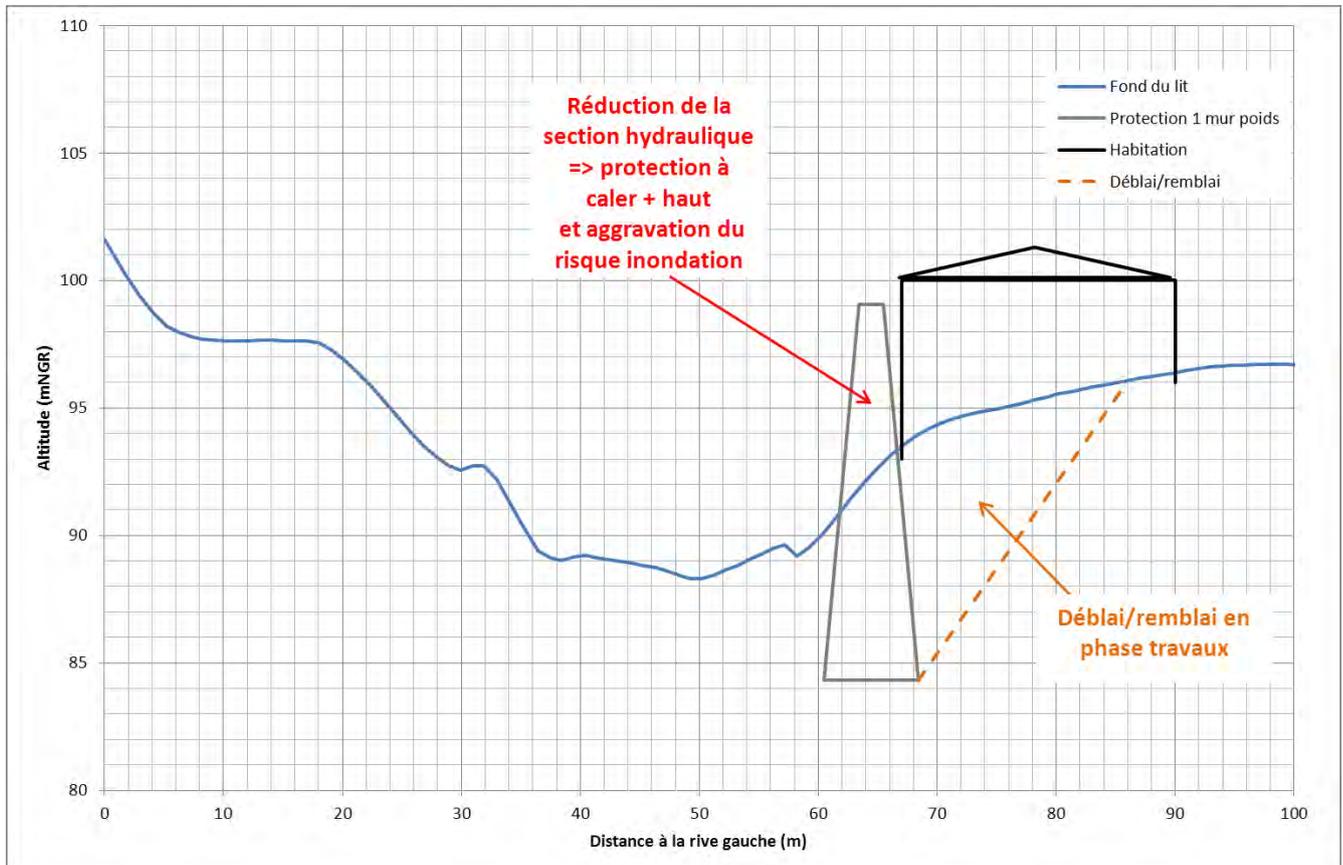
Il s'agit d'un mur poids dont les fondations sont calées 5 m sous le fond du lit extrême actuel.

La figure suivante présente une coupe de l'ouvrage envisagé.

Cette solution a été écartée pour les raisons suivantes :

- ↪ La présence de l'ouvrage entraîne une réduction de la section hydraulique disponible qui engendrera le rehaussement de la ligne d'eau, aggravant le risque inondation en amont et nécessitant un calage de la crête rehaussé par rapport aux niveaux définis au cf. § 6.3 ;
- ↪ La mise en œuvre de l'ouvrage nécessitera des déblais sous les habitations existantes, et donc la destruction de ces dernières, en phase travaux ;
- ↪ La solution d'un soutènement provisoire vertical semble très complexe à mettre en œuvre à proximité immédiate des habitations et présenterait un coût très élevé (cf. solution précédente en paroi moulée).

**Fig. 50. COUPE TYPE DE LA SOLUTION MUR-POIDS SUR LE SECTEUR H6 AMONT**



### 8.3. AVAL DU PONT DOMENJOD

#### 8.3.1. CARACTERISTIQUES DU SECTEUR

- ↻ Linéaire concerné : PK 900 à 1 380 soit 480 ml ;
- ↻ Ouvrage amont : futur pont de Domenjod en amont au PK 1 380 => raccordement à prévoir ;
- ↻ Limite aval : raccordement à la protection du secteur H7 ;
- ↻ Section hydraulique : lit relativement étroit sur la zone => la section hydraulique ne pourra pas être réduite ;
- ↻ Vitesses moyennes estimées dans le lit par le modèle 1D : environ 7 à 9 m/s pour la crue centennale, localement, ces vitesses peuvent atteindre 10m/s ;
- ↻ Habitations : à plus de 20 m environ en retrait du haut de berge ;
- ↻ Géologie : berges actuelles en matériaux alluvionnaires.

### **8.3.2. SOLUTION PERRE 3H/2V**

#### **8.3.2.1. DETAIL DE L'AMENAGEMENT**

**La solution proposée est identique à celle présentée pour le secteur en amont du pont de Domenjod (cf. § 8.2.2).**

Elle consiste à taluter la berge suivant une pente de 3h/2v, à venir compléter en crête si besoin par un remblai de largeur variable pour atteindre la cote de projet (cf. § 6.3) et à protéger par une carapace.

La carapace sera constituée d'enrochements 500/800 liés au béton, sur une épaisseur de 1,50 m. Elle sera prolongée en pied par une semelle d'épaisseur 1 m et de largeur 2 m reposant sur une couche de béton de propreté.

Le drainage du massif en remblai sera assuré par des barbacanes traversant la carapace. Ce dispositif empêchera le développement de sous pressions en arrière de la carapace. Afin d'éviter le départ des fines et l'obstruction des barbacanes, les extrémités coté remblai seront recouvertes par un géotextile anti-contaminant.

La semelle (face supérieure) sera calée 4 m sous le fond du lit extrême (cf. § 6.2.3).

En pied de semelle, une butée en enrochements libres 800/1200 mm, de largeur 2 m et d'épaisseur 2 m sera mise en place. Un géotextile anti-contaminant 800 g/m<sup>2</sup> viendra entourer les blocs.

Le lit étant relativement étroit dans cette zone, la réduction de la section hydraulique n'est pas envisageable. La limite de l'emprise occupée par la protection coté rivière est donc localisée au niveau du pied de berge actuel.

La digue éventuellement mise en place en crête sera de largeur variable (2 à 3 m). Elle sera constituée, côté plaine, par un mur de soutènement ou par un talus de pente 1H/1V de hauteur variable jusqu'à 3 m environ.

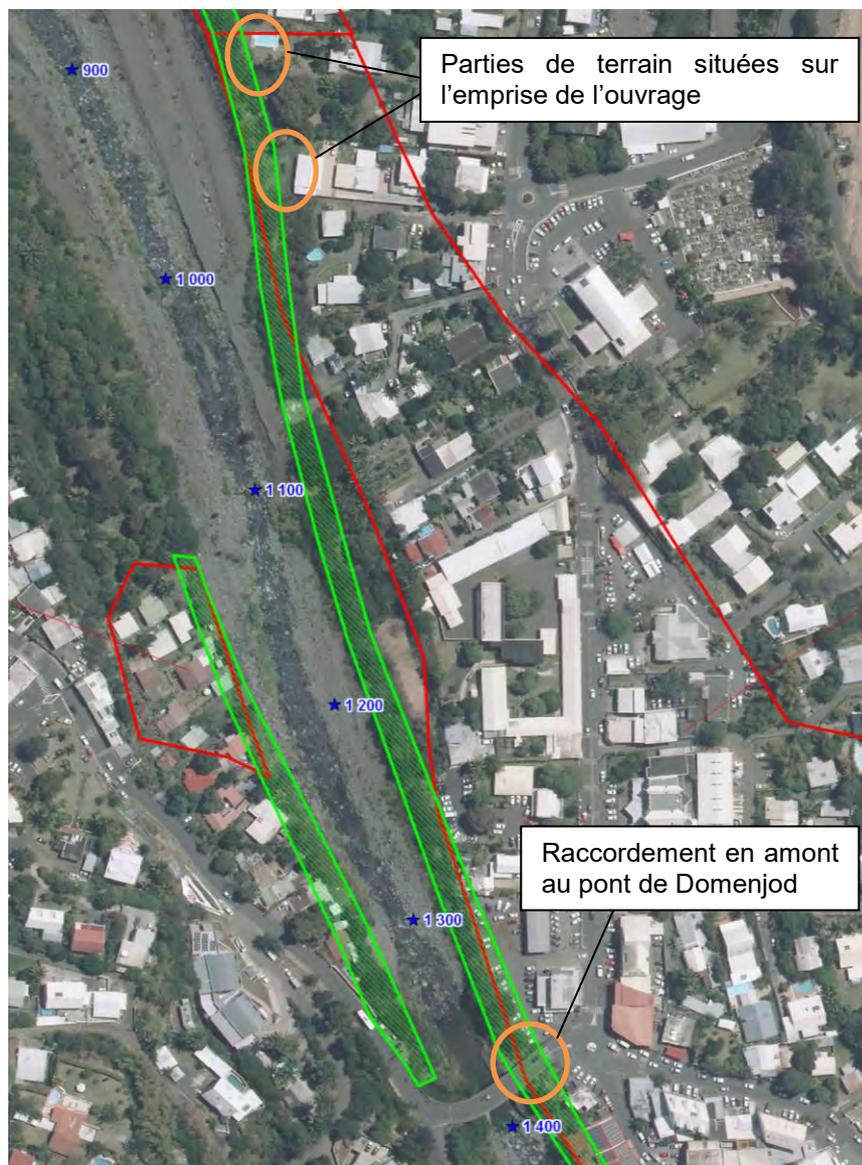
Le raccordement entre la protection et le pont de Domenjod en amont du secteur sera assurée au niveau du PK 1380.

L'annexe 2 présente un profil en long schématique de l'aménagement.

#### **8.3.2.2. IMPACT SUR LE BATI EXISTANT**

La figure suivante présente un extrait de la Fig. 47 page 78 zoomé sur le secteur H6 en aval du pont de Domenjod.

Fig. 51. EMPRISE DES OUVRAGES DE PROTECTION SUR LE SECTEUR H6 EN AVAL DU PONT DE DOMENJOD



Aucune habitation ne sera détruite par la mise en place de l'aménagement.

Sur certaines zones cependant, l'emprise de l'aménagement empiète sur des jardins privés. Ces zones devront être acquises par le Maître d'Ouvrage.

### 8.3.2.3. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER

- ↗ Protection visible et imposante, peu esthétique;
- ↗ Lit mineur de la rivière conservé ;
- ↗ En tête de la protection, plantations possibles d'une végétation de type arborée ou arbustive, indigène ou non envahissante, possédant des branches partant de la partie basale du tronc et à port prostré, qui créera un « masque » végétal sur la partie haute de la protection mais n'empêchera pas son inspection (fauche facile).

### 8.3.2.4. COUT ESTIMATIF

Le coût des travaux, au stade faisabilité, s'élève à **6 000 000 € HT environ** détaillé de la façon suivante :

Aménagements de chantier, exécution, récolement :	200 000 € HT
Travaux :	4 300 000 € HT
Aléas (20%):	900 000 € HT
MOE et investigations complémentaires (10%):	500 000 € HT
Acquisition des terrains sur l'emprise de l'aménagement (290€ / m <sup>2</sup> ):	100 000 € HT
<b>Total :</b>	<b>6 000 000 € HT</b>

### 8.3.3. SOLUTION MURS POIDS

#### 8.3.3.1. DETAIL DE L'AMENAGEMENT

La solution d'aménagement proposée ici est constituée de 2 murs poids en maçonnerie moellons distants d'environ 7 m. L'espace entre les 2 murs est remblayé.

#### Mur coté rivière

La crête du mur coté rivière sera calée au niveau de la crue décennale en configuration exhaussée augmentée d'une revanche de 50 cm. La largeur du mur en crête sera de 2 m. Le fruit de ses parements sera de 1H/5V.

Il repose sur un radier en béton de 30 cm d'épaisseur et de 7,5 m de large calé (face supérieure) 4 m sous le niveau du fond du lit extrême actuel (cf. § 6.2.3). Ce radier présente deux bèches :

↳ la première côté rivière de 1,8 m de profondeur,

↳ la seconde côté plaine de 1,1 m de profondeur.

En pied de mur côté rivière, des enrochements libres 800/1200 seront disposés sur 1 m de haut afin de limiter l'érosion sur cette zone.

#### Système de drainage

En arrière du mur, une couche de matériaux drainant de 0,5 m de large sera disposée sur la hauteur du mur qui comportera, en base, une buse drainante en PVC. Des barbacanes seront également mises en place. Ce dispositif permettra d'éviter le développement de pressions hydrostatiques en arrière du mur, qui pourraient remettre en cause sa stabilité.

#### Mur côté plaine

La crête du mur coté plaine sera calée au niveau défini au § 6.3.2 (niveau de crue centennal + revanche). La largeur du mur en crête sera de 2 m. Le fruit de ses parements sera de 1H/5V.

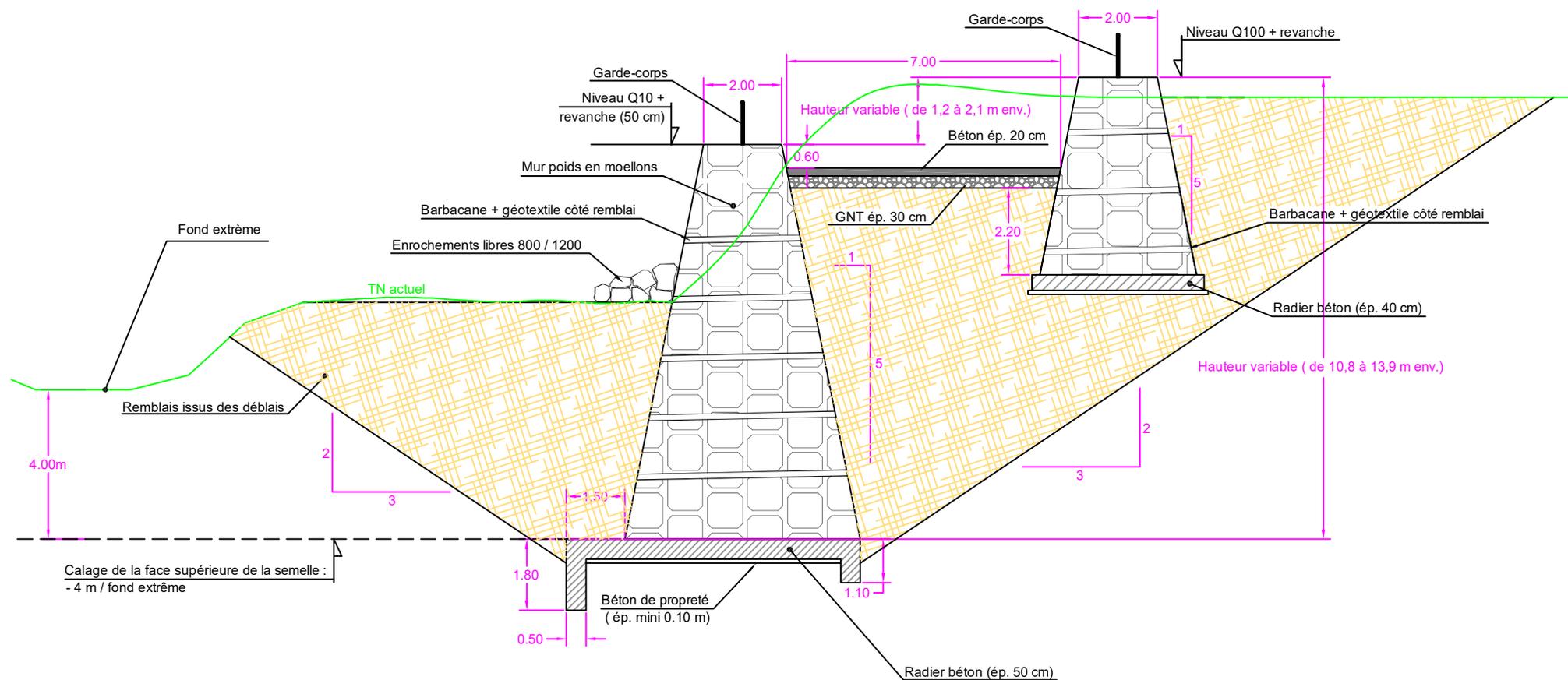
Sa fondation est une dalle béton de 30 cm d'épaisseur qui repose sur une couche de béton de propreté d'épaisseur minimum 10 cm.

### **Implantation**

Le lit étant relativement étroit dans cette zone, notamment à l'aval du pont de Domenjod, la réduction de la section hydraulique n'est pas envisageable. La limite de l'emprise occupée par la protection coté rivière est donc localisée au niveau du pied de berge actuel.

L'emprise de l'ouvrage sur les terrains est identique à celle de la solution précédente (cf. Fig. 51).

Fig 52 - Protection par murs poids  
sur le secteur H6 en aval du pont de Domenjod (Pk 900 à 1380)



Etudes préliminaires relatives à la protection  
contre les crues de la Rivière des Pluies

CINOR  
Affaire n° 4701164



Echelle : 1/150

Dec. 2012



AGENCE DE LA REUNION  
9, RUE DES POIVRIERS - B.P. 906  
97479 SAINT DENIS CEDEX - FRANCE  
Tel : 33 (0)2 62 90 96 00  
Fax : 33 (0)2 62 90 96 01

### 8.3.3.2. IMPACT SUR LE BATI EXISTANT

L'emprise des ouvrages est la même que pour la solution perré en enrochements liés (cf. Fig. 51). Cependant, les déblais nécessaires en phase travaux pour la réalisation des ouvrages nécessitent la mobilisation des terrains jusqu'à 8 m en arrière de l'emprise des ouvrages exécutés.

Ainsi, sur le secteur H6, en plus des jardins situés sur l'emprise des ouvrages, 3 bâtis devront faire l'objet d'une acquisition.

Ces bâtis pourraient éventuellement être conservés en mettant en œuvre un soutènement provisoire permettant de réduire le fruit des talus en phase travaux.

### 8.3.3.3. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER

Un des avantages de cet aménagement est son intégration paysagère.

En effet, la maçonnerie moellon possède un avantage esthétique certain par rapport à l'enrochement lié. De plus, les surfaces visibles des ouvrages sont réduites par rapport à la solution précédente et le décalage entre les 2 murs, créant une rupture, réduit « l'agressivité visuelle » de l'ouvrage.

L'espace disponible entre les 2 murs pourra également être valorisé : mise en place de bancs, de plantations. Il faudra cependant veiller à éviter les espèces qui développent des racines et pourraient venir ainsi déstabiliser l'ouvrage et les espèces trop envahissantes qui empêcheraient l'inspection de l'ouvrage.

L'accès se fera par un escalier.

Ces aménagements annexes ne sont pas inclus le chiffrage estimatif présenté ci-dessous.

### 8.3.3.4. COUT ESTIMATIF

Le coût des travaux, au stade faisabilité, s'élève à **11 500 000 € HT environ** détaillé de la façon suivante :

Aménagements de chantier, exécution, récolement :	400 000 € HT
Travaux :	8 200 000 € HT
Aléas (20%):	1 700 000 € HT
MOE et investigations complémentaires (10%):	1 000 000 € HT
Acquisition des jardins privés sur l'emprise de l'aménagement (290€ /m <sup>2</sup> ):	200 000 € HT
<b>Total :</b>	<b>11 500 000 € HT</b>

## 8.4. SOLUTION DE PREVENTION

### 8.4.1. DETAIL

Il s'agit d'acquérir les bâtis concernés par les aléas érosion et inondation sur l'ensemble du secteur H6.

En cas de remplacement du pont de Domenjod par un ouvrage transparent vis-à-vis de la crue centennale, 21 bâtis devront être acquis. Parmi ces bâtis, 9 se situent en amont du pont de Domenjod et 12 en aval du pont de Domenjod.

En l'état actuel, le pont de Domenjod étant limitant pour la crue centennale, une grande partie du centre-ville de Rivière des Pluies est concerné par l'aléa inondation. Dans cette configuration, l'acquisition de l'ensemble des bâtis concernés semble inacceptable, aussi bien financièrement que socialement.

La solution de prévention présentée ici suppose ainsi que le pont de Domenjod soit redimensionné (cf. § 7).

#### **8.4.2. IMPACT SUR LE BATI EXISTANT**

- ↪ Départ de population.
- ↪ Au-delà de la zone proposée pour l'acquisition des bâtis (basée sur la zone inondable en crue centennale sans le pont de Domenjod et érodable à court terme d'après les levés de terrain), les berges restent « très probablement érodables » (cf. Fig. 30) et ne sont donc pas protégées par cette solution. **Cette solution est donc écartée.**

#### **8.4.3. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER**

- ↪ Valorisation des terrains acquis : aménagements d'espaces verts, plantations...
- ↪ La rivière conserve son lit naturel.

#### **8.4.4. COUT ESTIMATIF**

Le coût estimatif de la solution de prévention est de 21 x 400 k€ soit **8 400 000 € HT**, dont :

- ↪ 9 x 400 k€ = 3 600 000 € HT en amont du pont de Domenjod ;
- ↪ 12 x 400 k€ = 4 800 000 € HT en aval du pont de Domenjod.

## 8.5. ANALYSE COMPARATIVE

### 8.5.1. EN AMONT DU PONT DE DOMENJOD

Scénarios d'aménagement secteur H6 en amont du pont de Domenjod	
<b>Solutions techniques</b>	<b>Perré 3/2 entre les PK 1650 et 1380</b>
<b>Contraintes techniques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↙ Quantité importante de déblai/remblai.</li> <li>↙ Travaux dans le lit de la rivière des Pluies.</li> <li>↙ Négociations avec les propriétaires.</li> </ul>
<b>Habitations concernées</b>	9
<b>Impact environnemental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↙ Valorisation des terrains acquis (plantations, aménagements...)</li> <li>↙ Protection visible et imposante, peu esthétique.</li> <li>↙ Le lit mineur de la rivière conservé.</li> </ul>
<b>Coût estimatif</b>	6 400 000 € HT (dont 3 600 000€ d'acquisition de bâtis)
<b>Remarques</b>	Solution adaptée pour supprimer l'aléa inondation + érosion

**ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES  
SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102**

**8.5.2. EN AVAL DU PONT DE DOMENJOD**

Scénarios d'aménagement secteur H6 en aval du pont de Domenjod		
Solutions techniques	Perré 3/2 entre les PK 900 et 1380	Murs poids entre les PK 900 et 1380
<b>Contraintes techniques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↖ Quantité importante de déblai/remblai.</li> <li>↖ Travaux dans le lit de la rivière des Pluies.</li> <li>↖ Négociations avec les propriétaires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↖ Quantité importante de déblai/remblai.</li> <li>↖ Travaux dans le lit de la rivière des Pluies.</li> <li>↖ Négociations avec les propriétaires.</li> <li>↖ Nécessité de mettre en place des soutènements provisoire afin de conserver les 3 bâtis situés sur la zone de déblai en phase travaux</li> </ul>
<b>Habitations concernées</b>	Quelques jardins privés concernés	<ul style="list-style-type: none"> <li>↖ Quelques jardins privés concernés (surface plus importante que pour la solution perré)</li> <li>↖ 3 bâtis impliqués si non mise en œuvre de soutènement provisoire</li> </ul>
<b>Impact environnemental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↖ Protection visible et imposante, peu esthétique.</li> <li>↖ Le lit mineur de la rivière conservé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↖ Bonne intégration paysagère.</li> <li>↖ Appropriation de l'ouvrage par les riverains.</li> </ul>
<b>Coût estimatif</b>	6 000 000 € HT	11 500 000 € HT
<b>Remarques</b>	Solution adaptée pour supprimer l'aléa inondation + érosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>↖ Solution adaptée pour supprimer l'aléa inondation + érosion</li> <li>↖ Coût important</li> </ul>

---

## 9. SECTEUR H7 : SECTEUR DE LA RUE LORION

---

### 9.1. RAPPEL DES PRINCIPES D'AMENAGEMENTS DU PGRI

Le PGRI proposait les alternatives suivantes :

- ↪ Prolongement aval de la protection préconisée pour le secteur H6 (perré en enrochement liés) ;
- ↪ Acquisition à l'amiable des 39 bâtis inondables concernés.

**Du fait de l'importance du nombre d'habitations concernées par l'aléa inondation et/ou érosion, l'acquisition à l'amiable de la totalité des habitations est écartée.** Le PGRI (réf. /2/) a montré que le coût de cette action est très largement supérieur à la protection.

Une alternative au perré incliné a néanmoins été étudiée et consiste en la mise en place d'une protection composée d'une succession de 2 murs poids avec un espace de circulation/loisirs entre les deux. L'impact environnemental et paysager est plus réduit et permet une utilisation des berges et une appropriation par les riverains (par opposition au perré).

### 9.2. CARACTERISTIQUES DU SECTEUR

- ↪ Linéaire concerné : PK 550 à 900 soit 350 ml ;
- ↪ Ouvrage amont : ouvrage du secteur H6 PK 900 => raccordement à prévoir (continuité si l'aménagement est le même) ;
- ↪ Aucun ouvrage en aval ;
- ↪ Section hydraulique : élargie ;
- ↪ Vitesses moyennes estimées dans le lit par le modèle 1D : environ 7 à 9 m/s pour la crue centennale, localement, ces vitesses peuvent atteindre 10 m/s ;
- ↪ Habitations : en retrait du haut de berge ;
- ↪ Géologie : berges en matériaux alluvionnaires.

### 9.3. SOLUTION PERRE 3H/2V

#### 9.3.1. DETAIL DE L'AMENAGEMENT

La solution proposée est la même que pour le secteur H6 (cf. § 8.2.2).

En amont, le raccordement avec la protection du secteur H6 sera assuré au niveau du PK 900.

En aval, entre les PK 700 et 550, la protection s'éloignera du lit mineur de la Rivière des Pluies en longeant les habitations afin d'éviter le prolongement dans l'axe de la rivière qui pourrait créer un point dur et le renvoi des écoulements vers la berge rive gauche, mettant en péril les habitations de ce secteur (secteur non étudié dans la présente étude).

L'ouvrage étant enterré entre les PK 550 et 700, l'ancrage de la semelle aux niveaux définis au § 6.2.3 entraînerait des volumes de matériaux mobilisés pour le déblai/remblai considérables.

De plus, la protection dans cette zone est située dans l'intrados du cours d'eau et selon un axe incliné de 30 à 40° par rapport à l'axe du cours d'eau, vers l'intérieur du coude. Le risque que le bras vif longe l'ouvrage est donc fortement réduit et le phénomène d'érosion semble moins probable.

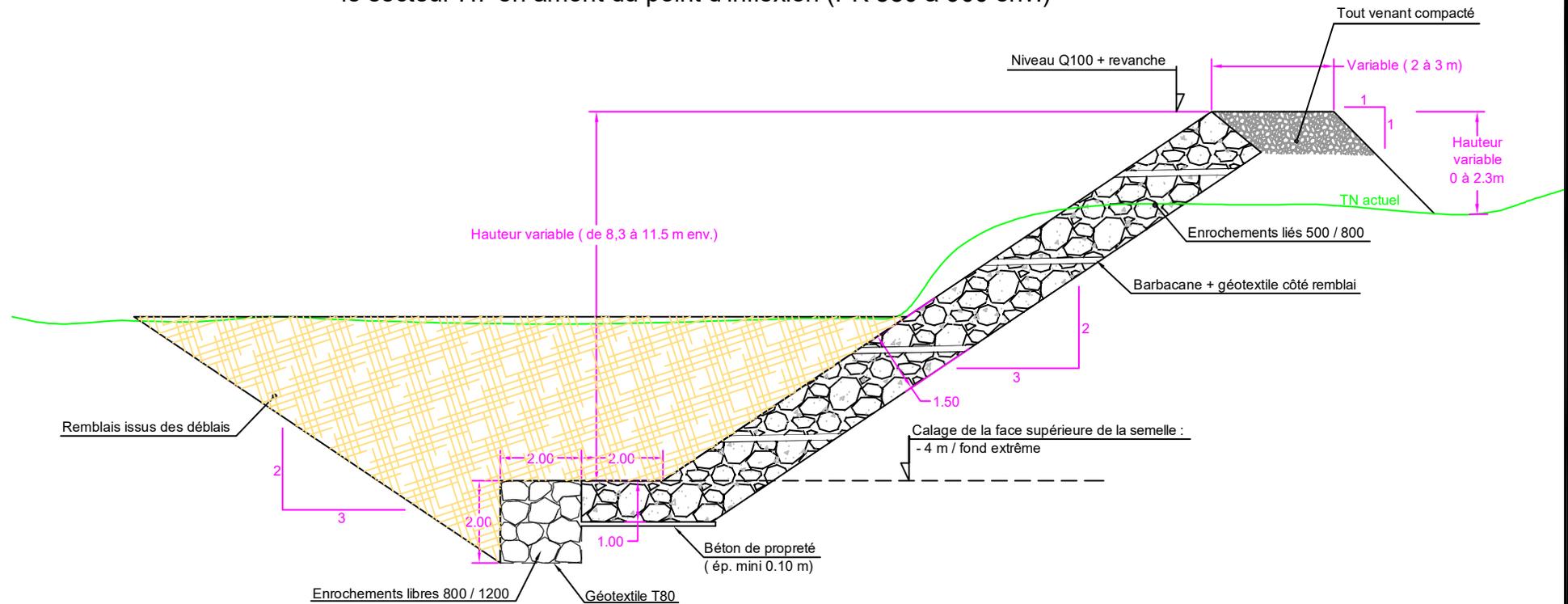
Il est ainsi proposé de caler la face supérieure de la semelle de la protection à 4 m sous le fond du lit extrême (cf. § 6.2.3) sauf dans la partie aval du secteur (PK 700 à 550) où elle pourra être progressivement rehaussée au niveau du fond du lit extrême (qu'elle atteindra à son extrémité, au PK 550).

La digue éventuellement mise en place en crête sera de largeur variable (2 à 3 m). Elle sera constituée, côté plaine, par un mur de soutènement ou par un talus de pente 1H/1V de hauteur variable, jusqu'à 2 m environ.

La limite de l'emprise occupée par la protection coté rivière est localisée au niveau du pied de berge actuel jusqu'au point d'inflexion en aval de la zone, au PK 700.

L'annexe 2 présente un profil en long schématique de l'aménagement.

Fig 53 - Protection perré en enrochements liés en rive droite sur le secteur H7 en amont du point d'inflexion (PK 550 à 900 env.)



Etudes préliminaires relatives à la protection contre les crues de la Rivière des Pluies

CINOR  
Affaire n° 4701164



Echelle : 1/150

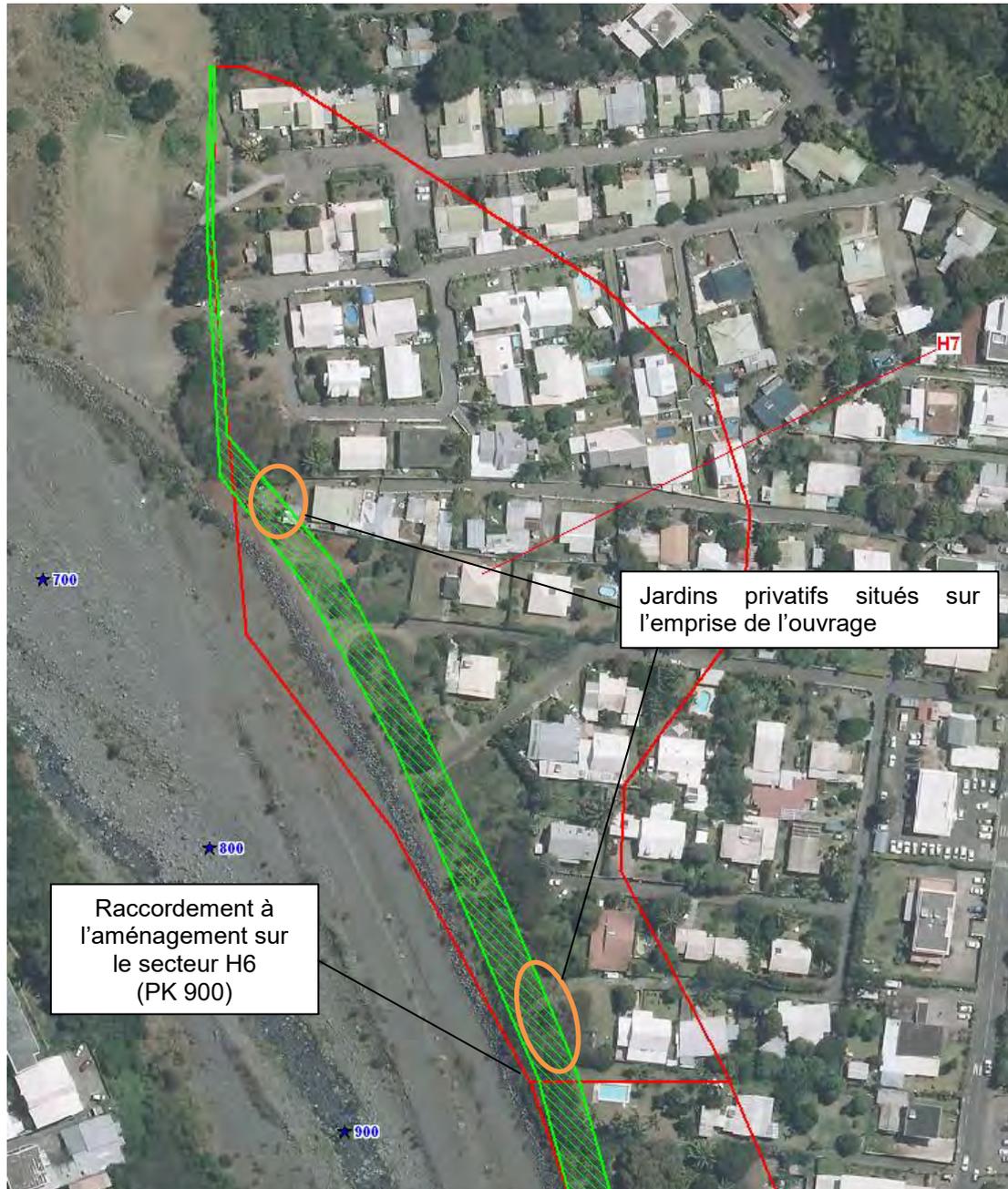
Dec. 2012



### 9.3.2. IMPACT SUR LE BATI EXISTANT

La figure suivante présente un extrait de la Fig. 47 page 78 zoomé sur le secteur H7.

Fig. 54. EMPRISE VISIBLE DES OUVRAGES DE PROTECTION SUR LE SECTEUR H7



Aucune habitation ne sera détruite par la mise en place de l'aménagement.

Sur certaines zones cependant, l'emprise de l'aménagement empiète sur les jardins des propriétés. Ces zones devront être acquises par le Maître d'Ouvrage.

### 9.3.3. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER

- ↪ Protection visible et imposante, peu esthétique;
- ↪ Lit mineur de la rivière conservé ;
- ↪ En tête de la protection, plantations possibles d'une végétation de type arboré ou arbustif, indigène ou non envahissante, possédant des branches partant de la partie basale du tronc et à port prostré, qui créera un « masque » végétal sur la partie haute de la protection mais n'empêchera pas son inspection (fauche facile).

### 9.3.4. COUT ESTIMATIF

Au stade faisabilité, le montant des travaux s'élève à environ **3 300 000 € HT** détaillé de la façon suivante :

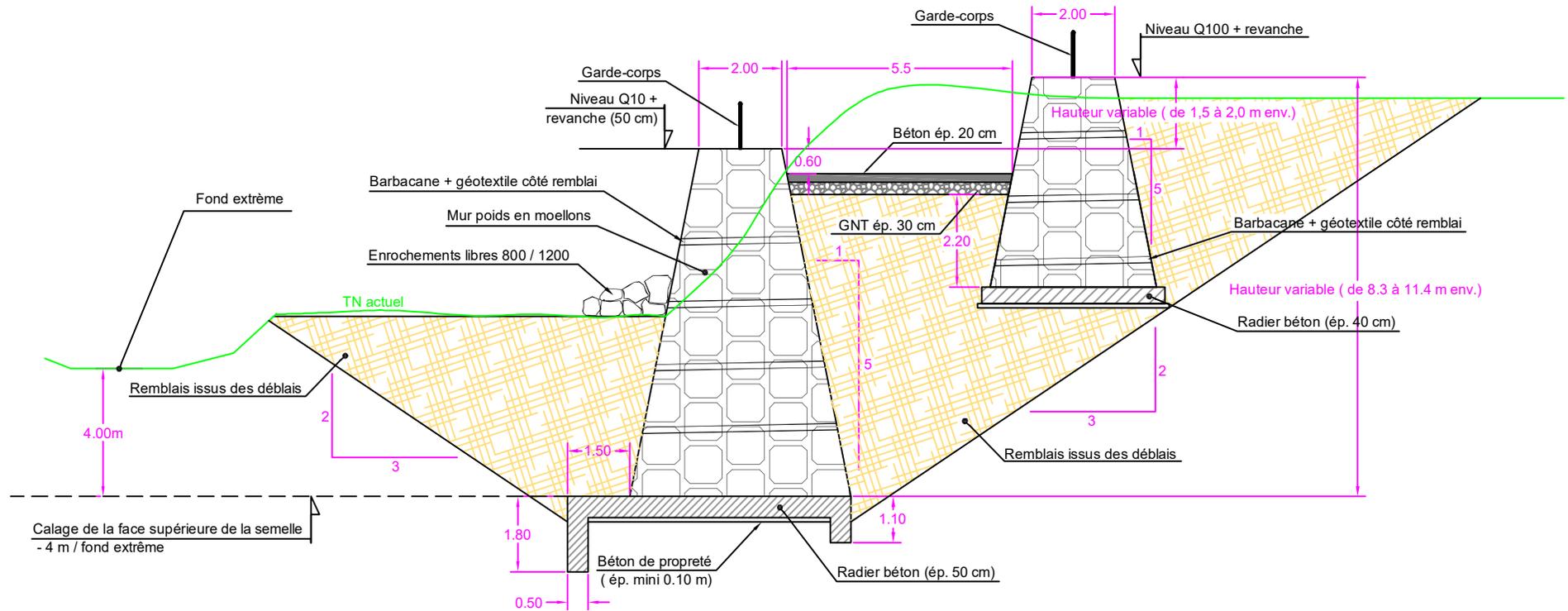
Aménagements de chantier, exécution, récolement :	100 000 € HT
Travaux :	2 300 000 € HT
Aléas (20%):	500 000 € HT
MOE et investigations complémentaires (10%):	300 000 € HT
Acquisition des jardins privés sur l'emprise de l'aménagement (290€ /m <sup>2</sup> ):	100 000 € HT
<b>Total :</b>	<b>3 300 000 € HT</b>

## 9.4. SOLUTION MURS POIDS

### 9.4.1. DETAIL DE L'AMENAGEMENT

L'aménagement est identique à celui proposé pour le secteur H6 en aval du pont de Domenjod (cf. § 8.3.3).

Fig 55 - Protection par murs poids sur le secteur H7 (Pk 550 à 900)



Etudes préliminaires relatives à la protection  
contre les crues de la Rivière des Pluies

CINOR

Affaire n° 4701164



Echelle : 1/150

Dec. 2012



#### 9.4.2. IMPACT SUR LE BATI EXISTANT

L'emprise des ouvrages est la même que pour la solution perré en enrochements liés (cf. Fig. 54). Cependant, les déblais nécessaires en phase travaux pour la réalisation des ouvrages nécessitent la mobilisation des terrains jusqu'à 8 m en arrière de l'emprise des ouvrages exécutés.

Ainsi, sur le secteur H7, en plus des jardins situés sur l'emprise des ouvrages, 1 bâti devra faire l'objet d'une acquisition.

Ce bâtis pourrait éventuellement être conservé en mettant en œuvre un soutènement provisoire permettant de réduire le fruit des talus en phase travaux.

#### 9.4.3. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER

Un des avantages de cet aménagement est son intégration paysagère.

En effet, la maçonnerie moellon possède un avantage esthétique certain par rapport à l'enrochement lié. De plus, les surfaces visibles des ouvrages sont réduites par rapport à la solution précédente et le décalage entre les 2 murs, créant une rupture, réduit « l'agressivité visuelle » de l'ouvrage.

L'espace disponible entre les 2 murs pourra également être valorisé : mise en place de bancs, de plantations. Il faudra cependant veiller à éviter les espèces qui développent des racines et pourraient venir ainsi déstabiliser l'ouvrage et les espèces trop envahissantes qui empêcheraient l'inspection de l'ouvrage.

L'accès se fera par la mise en place d'escaliers.

Ces aménagements annexes ne sont pas inclus dans le chiffrage estimatif présenté ci-dessous.

#### 9.4.4. COUT ESTIMATIF

Au stade faisabilité, le montant des travaux s'élève à environ **7 200 000 € HT** détaillé de la façon suivante :

Aménagements de chantier, exécution, récolement :	300 000 € HT
Travaux :	5 000 000 € HT
Aléas (20%):	1 100 000 € HT
MOE et investigations complémentaires (10%):	600 000 € HT
Acquisition des jardins privatifs sur l'emprise de l'aménagement (290€ /m <sup>2</sup> ):	200 000 € HT
<b>Total :</b>	<b>7 200 000 € HT</b>

## 9.5. SOLUTION DE PREVENTION

### 9.5.1. DETAIL

Acquisition de 39 bâtis concernés par les aléas érosion à court terme (vérifié par les levés de terrains) et inondation sur l'ensemble du secteur H7.

### 9.5.2. IMPACT SUR LE BATI EXISTANT

↳ Départ de population.

↳ Au-delà de la zone proposée pour l'acquisition des bâtis (basée sur la zone inondable en crue centennale sans le pont de Domenjod et érodable à court terme d'après les levés de terrain), les berges restent « très probablement érodables » (cf. Fig. 30) et ne sont donc pas protégées par cette solution. **Cette solution est donc écartée.**

### 9.5.3. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER

↳ Valorisation des terrains acquis : aménagements d'espaces verts, plantations...

↳ La rivière conserve son lit naturel.

### 9.5.4. COUT ESTIMATIF

39 x 400 k€ = 15 600 000 € HT

**ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES  
SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102**

## 9.6. ANALYSE COMPARATIVE

		Scénarios d'aménagement secteur H7	
Solutions techniques		Perré 3/2 entre les PK 550 et 900	Murs poids entre les PK 550 et 900
Contraintes techniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>↺ Quantité importante de déblai/remblai.</li> <li>↺ Travaux dans le lit de la rivière des Pluies.</li> <li>↺ Négociations avec les propriétaires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↺ Quantité importante de déblai/remblai.</li> <li>↺ Travaux dans le lit de la rivière des Pluies.</li> <li>↺ Négociations avec les propriétaires.</li> <li>↺ Nécessité de mettre en place des soutènements provisoire afin de conserver les 3 bâtis situés sur la zone de déblai en phase travaux</li> </ul>	
Habitations concernées	0 mais quelques jardins privés concernés	<ul style="list-style-type: none"> <li>↺ Quelques jardins privés concernés (surface plus importante que pour la solution perré)</li> <li>↺ 1 bâti à acquérir si non mise en place de soutènement provisoire</li> </ul>	
Impact environnemental	<ul style="list-style-type: none"> <li>↺ Valorisation des terrains acquis (plantations, aménagements...)</li> <li>↺ Protection visible et imposante, peu esthétique.</li> <li>↺ Le lit mineur de la rivière conservé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↺ Bonne intégration paysagère.</li> <li>↺ Appropriation de l'ouvrage par les riverains.</li> </ul>	
Coût estimatif	3 300 000 € HT	7 200 000 € HT	
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> <li>↺ Solution adaptée pour supprimer l'aléa inondation + érosion</li> <li>↺ Mauvaise intégration au site</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↺ Solution adaptée pour supprimer l'aléa inondation + érosion</li> <li>↺ Coût élevé</li> </ul>	

---

## 10. SECTEUR H8 : AMONT VIRAGE RD 45

---

### 10.1. RAPPEL DES ELEMENTS DU PGRI

Les préconisations du PGRI (réf. /2/) étaient les suivantes :

↪ Solution de protection : Réalisation de deux épis de protection ;

OU

↪ Solution de prévention : Acquisitions à l'amiable des 5 bâtis concernés.

**La solution des deux épis a été écartée dans la présente étude et remplacée par la solution du perré en enrochements liés.**

### 10.2. SOLUTION INITIALE ECARTEE : EPIS

Dans l'étude de 2008 (réf. /3/), il est proposé de traiter le secteur H8 par la mise en place de 2 épis plongeant submersibles tels que l'épi Moka situé en rive droite en amont de la rivière des Pluies.

Cependant, cette solution apparaît peu adaptée à la configuration du secteur H8. En effet :

- ↪ De tels ouvrages doivent être fondés, coté plaine, sur un point dur, c'est-à-dire un point non érodable, pour éviter que le bras vif ne vienne s'écouler derrière l'épi et le rende inefficace, voire le détruire. Or, la zone en amont du secteur est constituée d'une terrasse érodable à court terme. L'épi amont devrait alors ainsi être ancré au niveau des habitations. Dans ces conditions, la longueur de l'épi dépasse les 100 mètres linéaire et le terrain au niveau du point d'ancrage est environ 5 à 6 m au-dessus du fond du lit extrême. Les dimensions de l'ouvrage à réaliser et les volumes de déblai/remblai seraient considérables, entraînant un coût de réalisation très élevé.
- ↪ La présence de tels ouvrages pourraient entraîner le renvoi du bras vif vers la rive opposée et amplifier ainsi le risque d'érosion de la berge opposée.
- ↪ Un modèle physique serait nécessaire pour le dimensionnement et le positionnement de ces ouvrages, augmentant le coût des études.

La solution initiale de protection du secteur H8 par réalisation de 2 épis est donc écartée dans la présente étude.

### 10.3. SOLUTION DE PROTECTION : PERRE 3/2

#### 10.3.1. DETAIL DE L'AMENAGEMENT

La solution proposée est la même que pour le secteur H6 (cf. § 8.2.2) à la différence près que l'endigement n'est plus nécessaire, le niveau des berges étant supérieur au niveau de la crue centennale.

L'extrémité amont de l'aménagement est située au niveau du PK 400, à proximité des habitations, à une cinquantaine de mètres du lit mineur actuel. En effet, il est nécessaire que l'ouvrage soit ancré sur un point supposé non érodable à court terme pour éviter le contournement de l'ouvrage par l'amont par un bras vif.

Le niveau du terrain au PK 400 est environ 5 m au-dessus du niveau du fond du lit extrême, 3 à 4 m au-dessus du niveau en pied de berge et environ 2 m au-dessus du niveau d'eau en crue de projet (centennal + revanche). L'ancrage de la semelle aux niveaux définis au § 6.2.3 entraînerait des volumes de matériaux mobilisés pour le déblai/remblai considérables.

La protection dans cette zone est située dans l'intrados du cours d'eau. Le risque que le bras vif attaque l'ouvrage apparaît donc modéré et le phénomène d'érosion semble moins probable.

Il est ainsi proposé de caler la semelle de la protection au point extrême amont (PK 400 environ) 2 m sous le fond du lit extrême (au lieu des 4 m préconisés par ailleurs). Les fondations s'enfonceront ensuite progressivement jusqu'à atteindre 4 m sous le fond du lit extrême au niveau du PK 380.

Sur ce tronçon, la crête de l'ouvrage sera rehaussée jusqu'au niveau du terrain.

En amont du PK 300, l'ouvrage sera enterré sur la plupart de sa hauteur et ne sera visible que sur 1 m de haut environ maximum.

L'annexe 2 présente un profil en long schématique de l'aménagement.

Fig 56A - Protection par perré en enrochements liés en rive droite sur le secteur H8 (PK 170 à 380 env.)

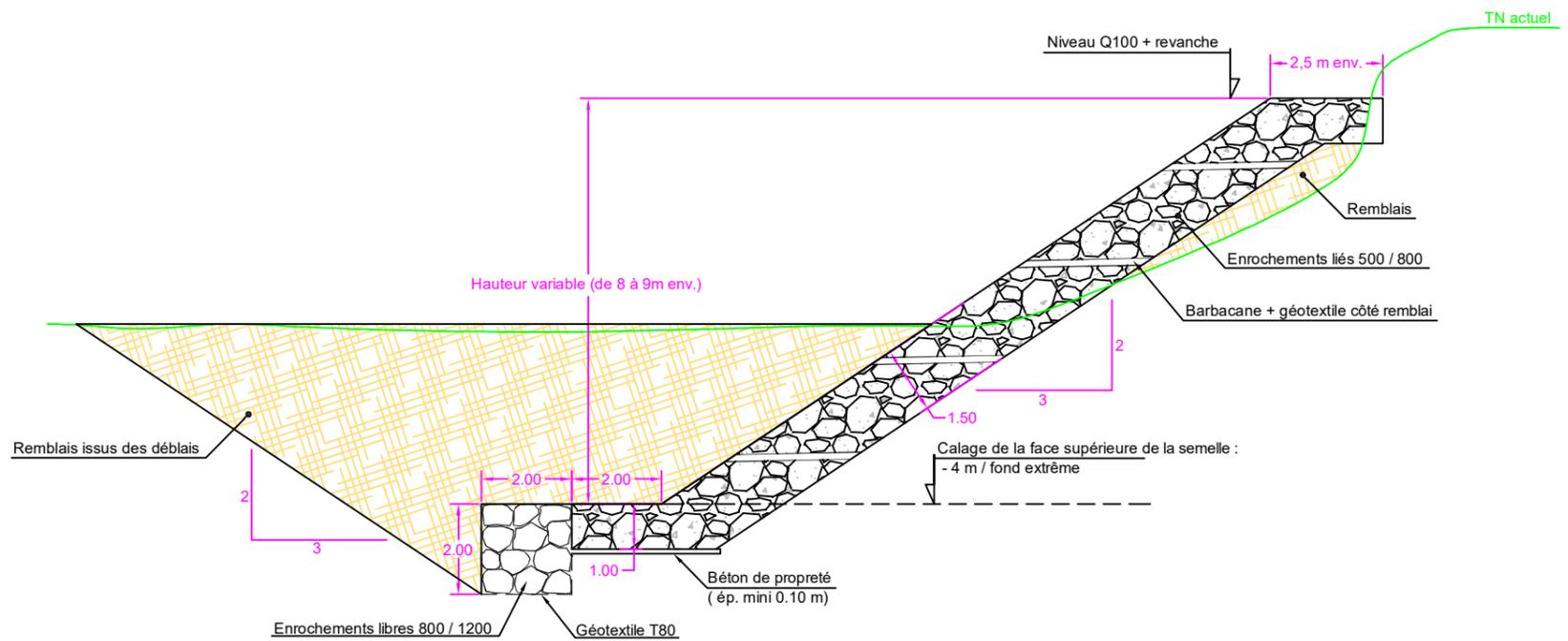
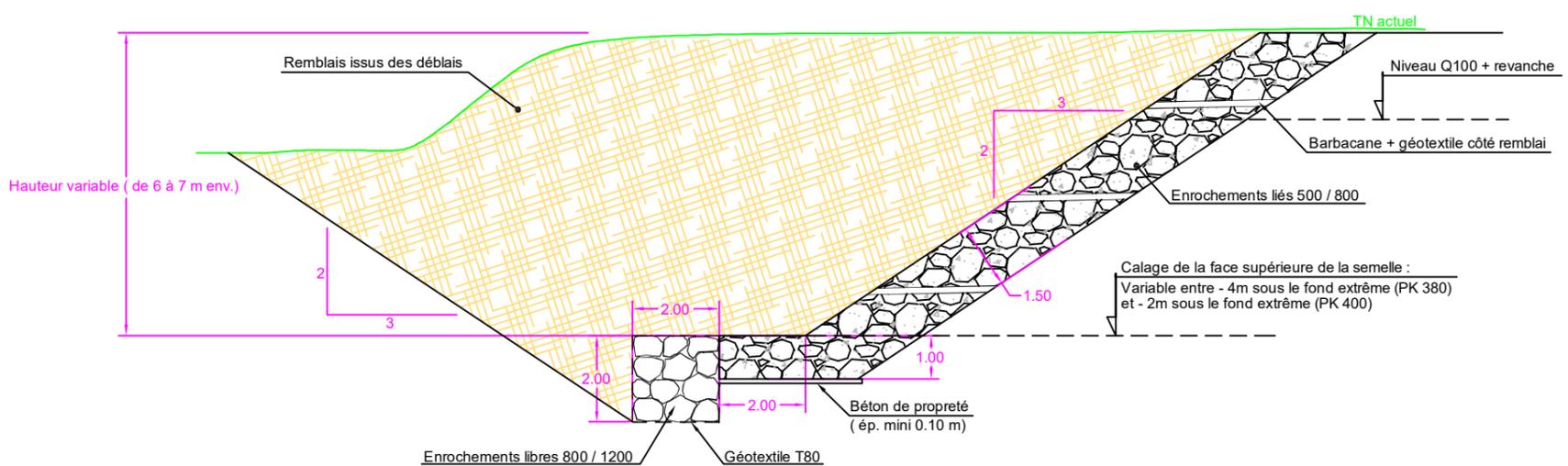


Fig 56B - Protection par perré en enrochements liés en rive droite en amont du secteur H8 (PK 380 à 400 env.)



## Etudes préliminaires relatives à la protection contre les crues de la Rivière des Pluies

CINOR  
Affaire n° 4701164

CINOR  
Com. municipal Intercommunale du Nord de la Réunion

Echelle : 1/150

Dec. 2012

ARTELIA  
AGENCE DE LA REUNION  
9, RUE DES POIVRIERS - B.P 995  
97479 SAINT DENIS CEDEX - FRANCE  
Tél. : 33 (0)2 62 90 96 00  
Fax : 33 (0)2 62 90 96 01

### 10.3.2. IMPACT SUR LE BATI EXISTANT

La figure suivante présente un extrait de la Fig. 47 page 78 zoomé sur le secteur H8.

*Fig. 57. EMPRISE DES OUVRAGES DE PROTECTION SUR LE SECTEUR H8*



Aucune habitation ne sera détruite par la mise en place de l'aménagement.

### 10.3.3. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER

Pour le tronçon aval (PK 170 à 300 environ) du secteur H8 :

- ↪ Protection visible et imposante, peu esthétique;
- ↪ Lit mineur de la rivière conservé ;

- ↪ En tête de la protection, plantations possibles d'une végétation de type arboré ou arbustif, indigène ou non envahissante, possédant des branches partant de la partie basale du tronc et à port prostré, qui créera un « masque » végétal sur la partie haute de la protection mais n'empêchera pas son inspection (fauche facile).

Pour le tronçon amont (enterré) :

- ↪ l'impact est réduit du fait de l'enfouissement de l'ouvrage.
- ↪ la réalisation de l'ouvrage nécessitera le déblai/remblai d'un volume important de matériau qui correspondra à une tranchée pouvant aller jusqu'à 30 m de large.
- ↪ L'espace ainsi remanié pourra être aménagé : plantations, chemins, bancs...
- ↪ On évitera la plantation d'espèces arbustives près de la crête de l'ouvrage qui viendrait déstabiliser l'ouvrage.

#### 10.3.4. COUT ESTIMATIF

Au stade faisabilité, le montant des travaux s'élève à environ **2 600 000 € HT** détaillé de la façon suivante :

Aménagements de chantier, exécution, récolement :	100 000 € HT
Travaux :	1 900 000 € HT
Aléas (20%) :	400 000 € HT
MOE et investigations complémentaires (10%):	200 000 € HT
<b>Total :</b>	<b>2 600 000 € HT</b>

#### 10.4. SOLUTION DE PREVENTION

##### 10.4.1. DETAIL

Acquisition de 5 bâtis concernés par l'aléa érosion à court terme sur l'ensemble du secteur H8.

##### 10.4.2. IMPACT SUR LE BATI EXISTANT

- ↪ Départ de population.
- ↪ Au-delà de la zone proposée pour l'acquisition des bâtis (basée sur la zone érodable à court terme d'après les levés de terrain et restreinte au secteur H8), les berges restent « érodables à court terme » ou « très probablement érodables » (cf. Fig. 30) et ne sont donc pas protégées par cette solution. **Cette solution est donc écartée.**

##### 10.4.3. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER

- ↪ Valorisation des terrains acquis : aménagements d'espaces verts, plantations...
- ↪ La rivière conserve son lit naturel.

**10.4.4. COUT ESTIMATIF**

Acquisition à l'amiable des 5 bâtis concernés : 5 x 350 k€ = **1 750 000 € HT**

## 10.5. AMENAGEMENT RETENU

Scénarios d'aménagement secteur H8	
<b>Solutions techniques</b>	<b>Perré 3/2 entre les PK 170 et 400</b>
<b>Contraintes techniques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↙ Quantité importante de déblai/remblai.</li> <li>↙ Travaux dans le lit de la rivière des Pluies.</li> </ul>
<b>Habitations concernées</b>	0
<b>Impact environnemental</b>	<p>Pour le tronçon aval (PK 150 à 300 environ) du secteur H8 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↙ Protection visible et imposante, peu esthétique;</li> <li>↙ Le lit mineur de la rivière conservé ;</li> </ul> <p>Pour le tronçon amont (enterré) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↙ l'impact est réduit du fait de l'enfouissement de l'ouvrage.</li> <li>↙ L'espace remanié pourra être aménagé : plantations, chemins, bancs...</li> </ul>
<b>Coût estimatif</b>	2 600 000 € HT
<b>Remarques</b>	Solution adaptée pour supprimer l'aléa inondation + érosion

---

## 11.      **SECTEUR H10 : RIVE GAUCHE EN AVAL DU PONT DOMENJOD**

---

### 11.1.    **RAPPEL DES ELEMENTS DU PGRI**

Le scénario préconisé par le PGRI était l'acquisition à l'amiable des 9 bâtis du secteur, par ailleurs tous situés en zone N du PLU de Saint Denis.

Afin de donner au maître d'ouvrage tous les éléments pour choisir l'aménagement futur de la zone, une alternative de protection du secteur a également été étudiée.

### 11.2.    **SOLUTION DE PROTECTION**

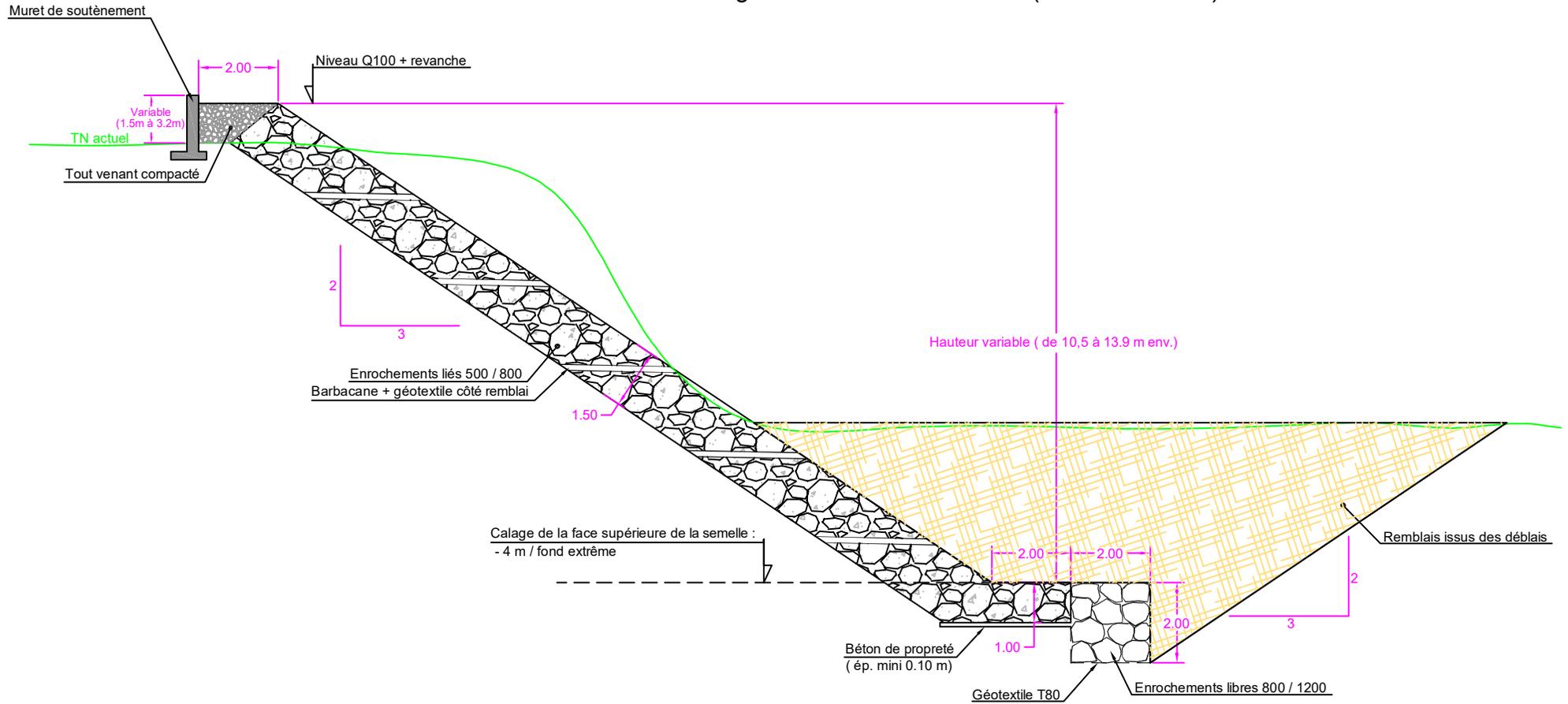
#### 11.2.1.   **DETAIL DE L'AMENAGEMENT**

La solution proposée est la même que pour le secteur H6 (cf. § 8.2.2).

Le raccordement entre la protection et le pont de Domenjod en amont du secteur sera assurée au niveau du PK 1380.

L'annexe 2 présente un profil en long schématique de l'aménagement.

Fig 58 - Protection par perré en enrochements liés en rive gauche sur le secteur H10 (Pk 1120 à 1220)



Etudes préliminaires relatives à la protection  
contre les crues de la Rivière des Pluies

CINOR  
Affaire n° 4701164



Echelle : 1/150

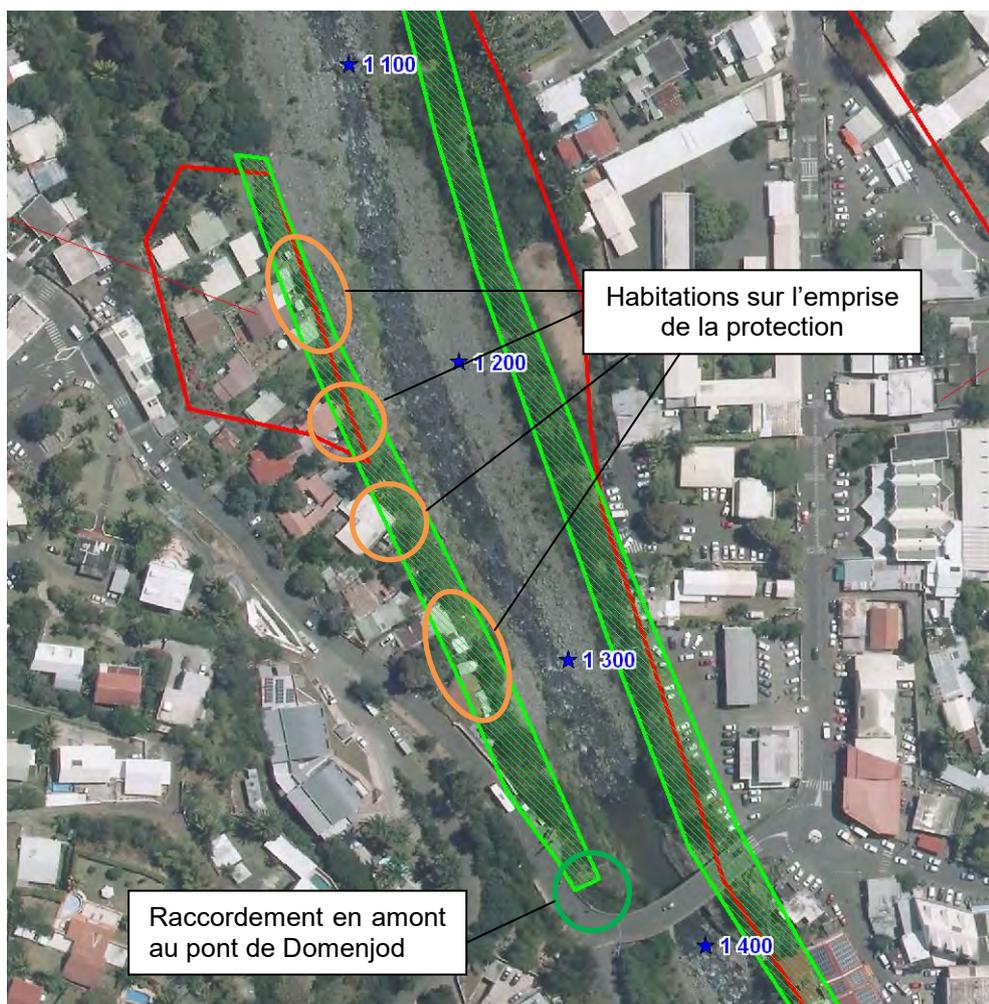
Dec. 2012



### 11.2.2. IMPACT SUR LE BATI EXISTANT

La figure suivante présente un extrait de la Fig. 47 page 78 zoomé sur le secteur H10 en aval du pont de Domenjod.

*Fig. 59. EMPRISE DES OUVRAGES DE PROTECTION SUR LE SECTEUR H10*



Cinq habitations sont situées sur l'emprise de la protection et devront être acquises par le Maître d'Ouvrage.

Sur certaines zones cependant, l'emprise de l'aménagement empiète sur les jardins des propriétés. Ces zones devront également être acquises.

### 11.2.3. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER

- ↪ Protection visible et imposante, peu esthétique;
- ↪ Lit mineur de la rivière conservé ;
- ↪ En tête de la protection, plantations possibles d'une végétation de type arboré ou arbustif, indigène ou non envahissante, possédant des branches partant de la partie basale du tronc

## ETUDES PRELIMINAIRES RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA RIVIERE DES PLUIES SECTEUR ILET QUINQUINA - PONT DE LA RN102

et à port prostré, qui créera un « masque » végétal sur la partie haute de la protection mais n'empêchera pas son inspection (fauche facile).

### 11.2.4. COUT ESTIMATIF

Au stade faisabilité, le montant des travaux s'élève à environ **4 600 000 € HT** détaillé de la façon suivante :

Aménagements de chantier, exécution, récolement :	100 000 € HT
Travaux :	2 100 000 € HT
Aléas (20%) :	400 000 € HT
MOE et investigations complémentaires (10%):	300 000 € HT
Acquisition des bâtis (5 x 300k€):	1 500 000 € HT
Acquisition des terrains sur l'emprise de l'aménagement (290€ /m <sup>2</sup> ):	200 000 € HT
<b>Total :</b>	<b>4 600 000 € HT</b>

### 11.3. SOLUTION DE PREVENTION

#### 11.3.1. DETAIL

Acquisition de 17 bâtis concernés par les aléas inondation et érosion à court et moyen terme sur l'ensemble du secteur H10 et en amont de ce dernier, jusqu'au pont de Domenjod. En effet, la solution de rachat des 9 bâtis présents sur le secteur H10 n'est pas envisageable car elle ne protège pas le secteur H9 de l'érosion à moyen terme.

#### 11.3.2. IMPACT SUR LE BATI EXISTANT

↪ Départ de population.

#### 11.3.3. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER

↪ Valorisation des terrains acquis : aménagements d'espaces verts, plantations...

↪ La rivière conserve son lit naturel.

#### 11.3.4. COUT ESTIMATIF

Acquisition à l'amiable des 17 bâtis concernés : 17 x 300 k€ = **5 100 000 € HT**

## 11.4. ANALYSE COMPARATIVE

		Scénarios d'aménagement secteur H8	
		Perré 3/2	Acquisitions à l'amiable
<b>Contraintes techniques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↺ Quantité importante de déblai/remblai.</li> <li>↺ Travaux dans le lit de la rivière des Pluies.</li> </ul>		Négociations avec les propriétaires
<b>Habitations concernées</b>	5 + jardins privés		17
<b>Impact environnemental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↺ Valorisation des terrains acquis (plantations, aménagements...)</li> <li>↺ Protection visible et imposante, peu esthétique.</li> <li>↺ Le lit mineur de la rivière conservé.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>↺ Valorisation des terrains acquis : aménagements d'espaces verts, plantations...</li> <li>↺ La rivière conserve son lit naturel</li> </ul>
<b>Coût estimatif</b>	4 600 000 € HT (dont 1 500 000 € d'acquisition de bâtis et 200 000 € d'acquisition de jardins privés)		5 100 000 € HT
<b>Remarques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↺ Coût foncier important</li> <li>↺ Pas de valorisation paysagère</li> <li>↺ Protection contre l'aléa érosion (à moyen terme) des terrains en aval du pont de Domenjod (secteur H9)</li> </ul>		↺ Le rachat des bâtis du secteur H9 (en amont de H10 et en aval du pont de Domenjod) est inclus (zone érodable à moyen terme)

---

## **12. PHASAGE DES AMENAGEMENTS**

---

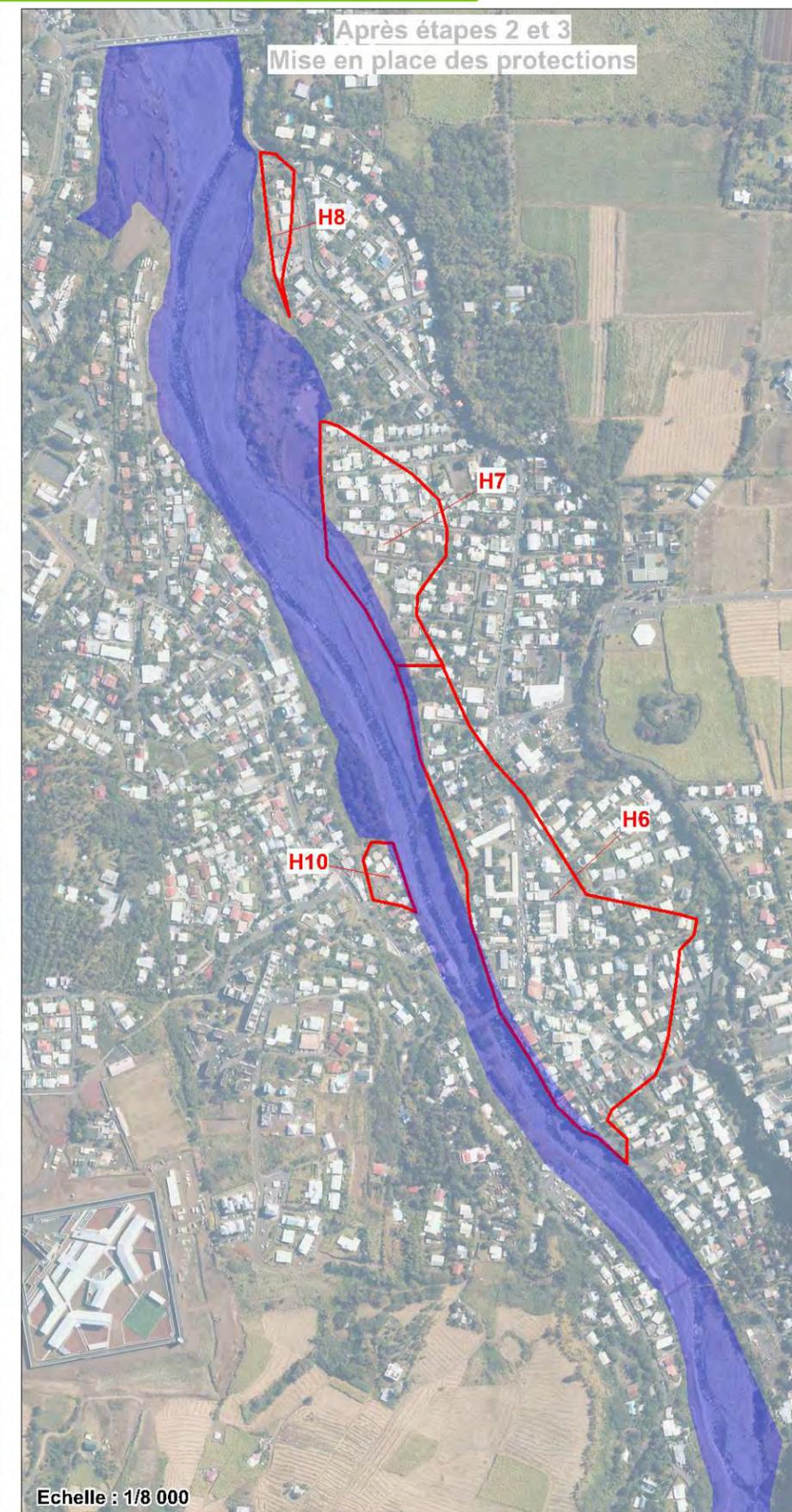
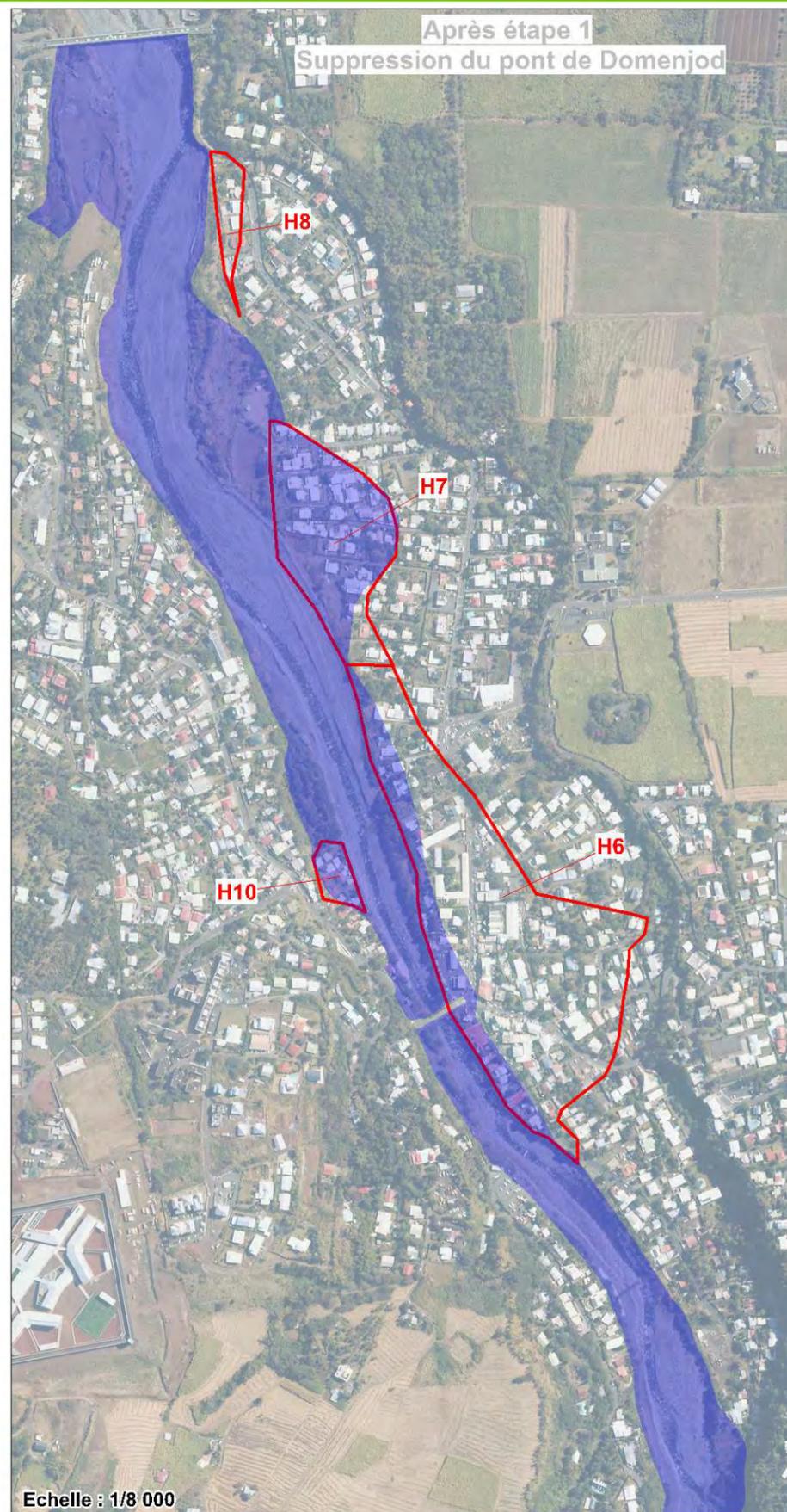
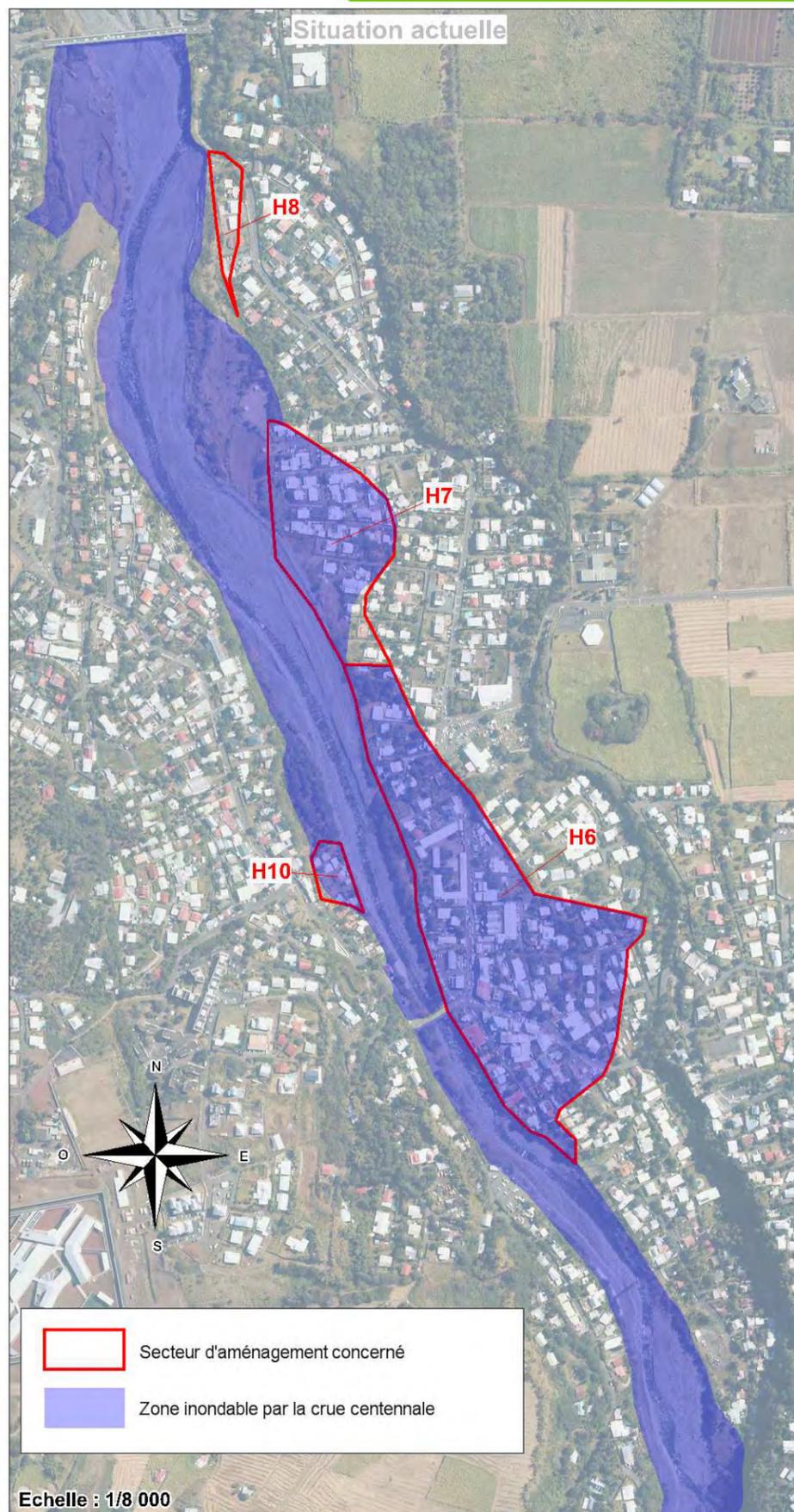
Le phasage proposé pour la protection de l'ensemble des secteurs est le suivant :

- ↳ Etape 1 : Reconstruction du Pont de Domenjod ;
- ↳ Etape 2 : Protection des secteurs H6 et H10 ;
- ↳ Etape 3 : Protection du secteur H7 (Rue Lorion).

Le secteur H8 peut être traité indépendamment du reste des secteurs.

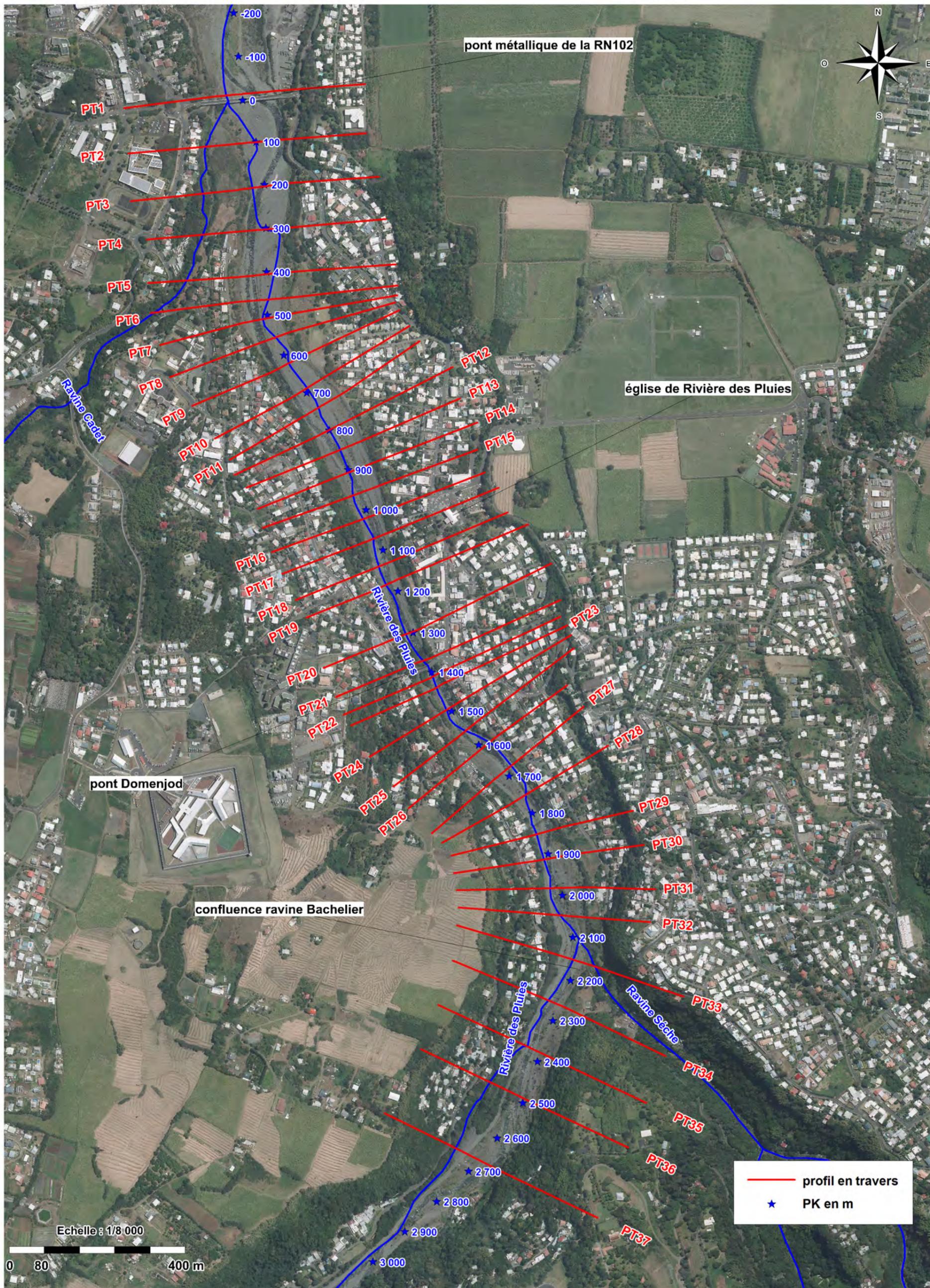
La figure suivante présente l'évolution des zones inondables par la crue centennale à chacune de ces étapes.

Figure n°60 - Carte des zones inondables par la crue centennale aux différentes étapes



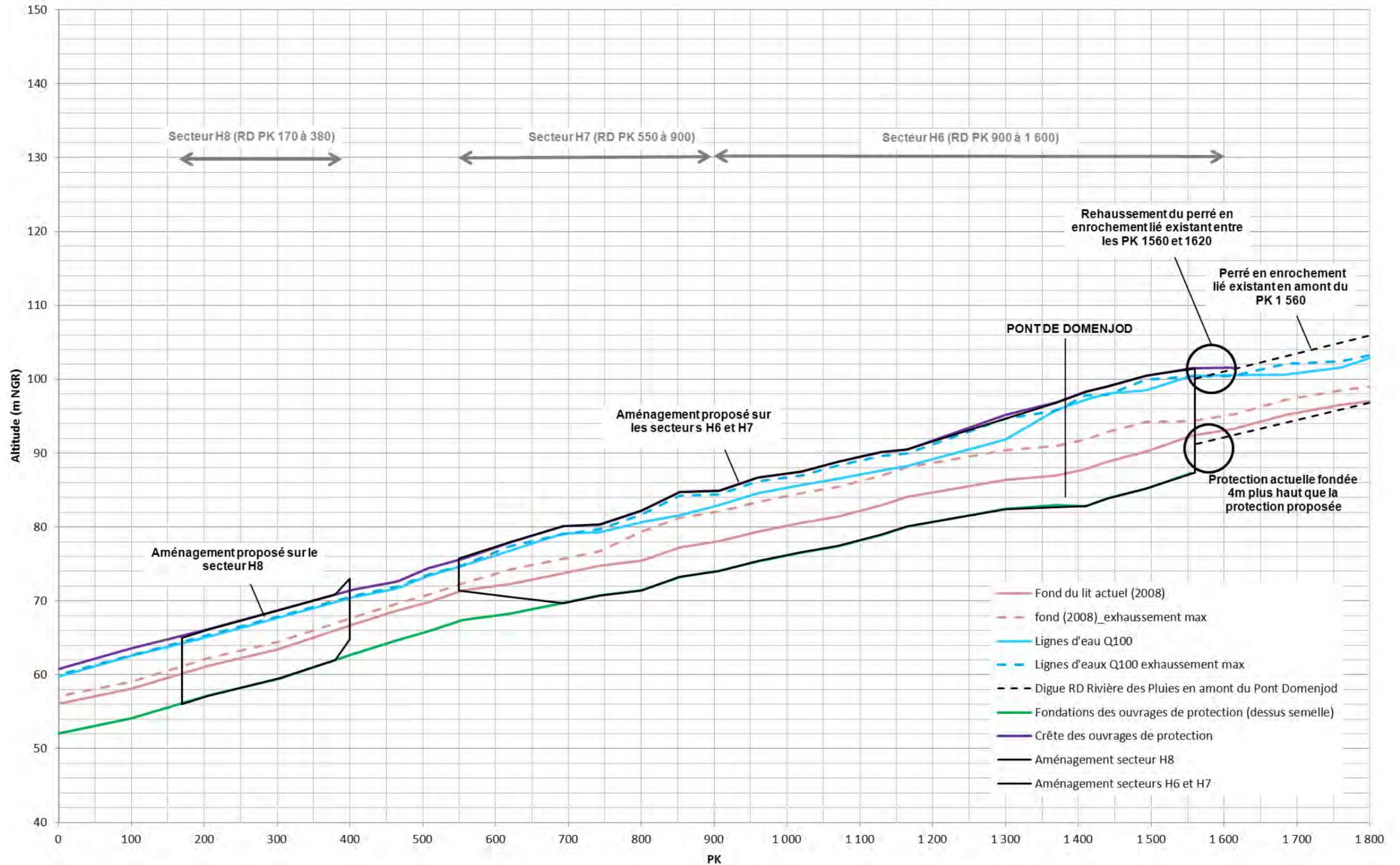
**ANNEXE 1 : LOCALISATION DES PROFILS HECRAS**

Annexe 1 - Implantation des profils en travers du modèle



**ANNEXE 2 : PROFIL EN LONG DES AMENAGEMENTS  
PROPOSES**

**Annexe 2.1 : Profil en long des aménagements proposés en rive droite**



**Annexe 2.2 : Profil en long des aménagements proposés en rive gauche**

