

Annexe 1. Liste des espèces végétales

Nom scientifique de l'espèce	Nom français	Protection/menace	Invasive
<i>Abies alba</i> Mill., 1768	Sapin blanc (cultivé)		
<i>Agrostis capillaris</i> L., 1753	Agrostide capillaire		
<i>Agrostis stolonifera</i> L., 1753	Agrostide stolonifère		
<i>Agrostis x murbeckii</i> Fouill., 1933	Agrostide de Murbeck		
<i>Alopecurus pratensis</i> L., 1753	Vulpin des prés		
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl, 1819	Fromental élevé		
<i>Arum</i> sp.	Arum		
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth, 1799	Fougère femelle		
<i>Avena fatua</i> L., 1753	Folle-avoine		
<i>Bidens tripartita</i> L., 1753	Bident tripartite		
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P.Beauv., 1812	Brachypode des bois		
<i>Centaurium erythraea</i> Rafn, 1800	Petite-centaurée commune		
<i>Chenopodium album</i> L., 1753	Chenopode blanc		
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop., 1772	Cirse des champs		
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten., 1838	Cirse commun		
<i>Convolvulus sepium</i> L., 1753	Liseron des haies		
<i>Corylus avellana</i> L., 1753	Noisetier		
<i>Crataegus germanica</i> (L.) Kuntze, 1891	Néflier d'Allemagne		
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq., 1775	Aubépine à un style		
<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link, 1822	Genêt à balai		
<i>Dactylis glomerata</i> L., 1753	Dactyle aggloméré		
<i>Daucus carota</i> L., 1753	Carotte sauvage		
<i>Digitalis purpurea</i> L., 1753	Digitale pourpre		
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott, 1834	Fougère mâle		

<i>Epilobium ciliatum</i> Raf., 1808	Épilobe cilié		IP5
<i>Epilobium hirsutum</i> L., 1753	Épilobe hirsute		
<i>Epilobium parviflorum</i> Schreb., 1771	Épilobe à petites fleurs		
<i>Erigeron</i> sp.	Erigeron		
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L., 1753	Euphorbe des bois		
<i>Fumaria muralis</i> Sond. ex W.D.J.Koch, 1845	Fumeterre commun		
<i>Galium mollugo</i> L., 1753	Gaillet mollugine		
<i>Galium palustre</i> L., 1753	Gaillet des marais		
<i>Geranium robertianum</i> L., 1753	Géranium Herbe à Robert		
<i>Geum urbanum</i> L., 1753	Benoîte des villes		
<i>Hedera helix</i> L., 1753	Lierre grimpant		
<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub, 1973	Picride fausse vipérine		
<i>Holcus lanatus</i> L., 1753	Houlque laineuse		
<i>Hypericum perforatum</i> L., 1753	Millepertuis perforé		
<i>Hypericum pulchrum</i> L., 1753	Millepertuis élégant		
<i>Hypericum tetrapterum</i> Fr., 1823	Millepertuis à quatre angles		
<i>Hypochaeris radicata</i> L., 1753	Porcelle enracinée		
<i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn., 1791	Séneçon jacobée		
<i>Juglans regia</i> L., 1753	Noyer commun		
<i>Lactuca serriola</i> L., 1756	Laitue scariole		
<i>Leucanthemum ircutianum</i> DC., 1838	Marguerite		
<i>Lipandra polysperma</i> (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch, 2012	Chénopode à graines nombreuses		
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav., 1793	Lotier pédonculé		
<i>Lycopus europaeus</i> L., 1753	Lycopée d'Europe		
<i>Lythrum salicaria</i> L., 1753	Salicaire officinale		
<i>Mentha aquatica</i> L., 1753	Menthe aquatique		
<i>Oenanthe crocata</i> L., 1753	Oenanthe safranée		
<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre, 1800	Persicaire à feuilles d'oseille		
<i>Persicaria maculosa</i> Gray, 1821	Persicaire maculée		

Phleum pratense L., 1753	Fléole des prés		
Poa annua L., 1753	Pâturin annuel		
Poa trivialis L., 1753	Pâturin commun		
Populus nigra	Peuplier (cultivé)		
Prunella vulgaris L., 1753	Brunelle commune		
Prunus avium (L.) L., 1755	Merisier		
Prunus spinosa L., 1753	Prunellier		
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn, 1879	Fougère-aigle		
Quercus robur L., 1753	Chêne pédonculé		
Ranunculus repens L., 1753	Renoncule rampante		
Rosa canina L., 1753	Rosier des Chiens		
Rubus sp.	Ronce		
Rumex conglomeratus Murray, 1770	Oseille agglomérée		
Salix atrocinerea Brot., 1804	Saule roux		
Salix caprea L., 1753	Saule marsault		
Sambucus nigra L., 1753	Sureau noir		
Scrophularia nodosa L., 1753	Scrofulaire noueuse		
Senecio vulgaris L., 1753	Séneçon commun		
Solanum dulcamara L., 1753	Morelle douce-amère		
Sonchus asper (L.) Hill, 1769	Laiteron épineux		
Sonchus oleraceus L., 1753	Laiteron potager		
Sorbus torminalis (L.) Crantz, 1763	Alisier torminal		
Stachys palustris L., 1753	Épiaire des marais		
Stachys sylvatica L., 1753	Épiaire des forêts		
Stellaria media (L.) Vill., 1789	Stellaire intermédiaire		
Ulex europaeus L., 1753	Ajonc d'Europe		
Urtica dioica L., 1753	Ortie dioïque		
Viburnum lantana L., 1753	Viorne lantane		

Annexe 2. Description des sondages pédologiques

Numéro	Description 0-25	Description 25-50	Description 50-80	Profondeur rédox	Profondeur réductique	Profondeur refus	Classe GEPPA	Photo
1	limono- argileux	limono-argileux		5	0	40	V	
2	limono- argileux	limono-argileux	limono-argileux	5	0	75	Vb	

Numéro	Description 0-25	Description 25-50	Description 50-80	Profondeur rédox	Profondeur réductique	Profondeur refus	Classe GEPPA	Photo
3	limoneux	limono-argileux		30	0	45	IV	
4	limoneux	limono-argileux	Limono-argileux	15	0	0	Vb	
5	limoneux	limono-argileux	limono-argileux	15	0	0	Vb	
6	limoneux	limono-gravelleux		5	0	35	refus tarière	

Numéro	Description 0-25	Description 25-50	Description 50-80	Profondeur rédox	Profondeur réductique	Profondeur refus	Classe GEPPA	Photo
7	limoneux	limono-argileux	limono-argileux	15	0	0	Vb	
8	limoneux	limono-argileux	limono-argileux	10	0	0	Vb	
9	limoneux	limono-argileux	limono-argileux	0	10	0	Vb	

Numéro	Description 0-25	Description 25-50	Description 50-80	Profondeur rédox	Profondeur réductique	Profondeur refus	Classe GEPPA	Photo
10	limoneux	limoneux	limono-argileux	40	0	0	IVc	
11	limoneux	limoneux	limono-argileux	45	0	0	IVc	
12	limoneux	limono-argileux		25	0	55	IV	

Numéro	Description 0-25	Description 25-50	Description 50-80	Profondeur rédox	Profondeur réductique	Profondeur refus	Classe GEPPA	Photo
13	limoneux	limono-argileux	limono-argileux	30	0	0	IVc	
14	limoneux	limono-argileux	limono-argileux	40	0	0	IVc	
15	limoneux	limono-argileux		25	0	60	Vb	

Numéro	Description 0-25	Description 25-50	Description 50-80	Profondeur rédox	Profondeur réductique	Profondeur refus	Classe GEPPA	Photo
16	limoneux	limono-argileux		10	0	45	V	
17	limono-argileux	limono-argileux		5	0	55	V	
18	limoneux	limono-argileux		5	0	60	Vb	

Numéro	Description 0-25	Description 25-50	Description 50-80	Profondeur rédox	Profondeur réductique	Profondeur refus	Classe GEPPA	Photo
19	limoneux	limono-argileux	limono-argileux	10	0	0	IVc	
20	limoneux	limono-argileux		5	0	35	refus tarière	

**Annexe 3. Etude pour la réduction de la
vulnérabilité aux inondations et le
rétablissement de la continuité
écologique du ruisseau de l'Ardonnière –
ARTELIA 2021**



SYNDICAT DU BASSIN DE L'OUDON



Loiron Ruillé (53)

ETUDE POUR LA REDUCTION DE VULNERABILITE AUX
INONDATIONS ET LE RETABLISSEMENT DE LA
CONTINUTE ECOLOGIQUE DU RUISSEAU DE
L'ARDONNIERE

**RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP
DEFINITIF - INDICE C**

VILLES & TERRITOIRES
DIRECTION REGIONALE OUEST
Les Bureaux du Sillon
8 avenue des Thébaudières
CS 20232
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX

Tel. : 02 28 09 18 00
Fax : 02 40 94 80 99

DATE : NOVEMBRE 2021

REF : 4532657



Villes & Territoires
Direction Régionale Ouest
Les Bureaux du Sillon
8 avenue des Thébaudières – CS 20232
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX

Tél. : 02 28 09 18 00
Fax : 02 40 94 80 99

ARTELIA Villes & Territoires Direction Régionale Ouest Les Bureaux du Sillon 8 avenue des Thébaudières – CS 20232 44815 SAINT HERBLAIN CEDEX Tél. : 02 28 09 18 00 Fax : 02 40 94 80 99	N° Affaire	4532657	Etabli par	Vérifié par
	Date	NOVEMBRE 2021	V. JORIGNE S. BAULIN	S. BAULIN
	Indice	A	B	C

SOMMAIRE

0.	NOTE DE SYNTHESE	7
0.1.	CONTEXTE ET OBJECTIF DE LA MISSION	7
0.2.	ETAT DES LIEUX	7
0.2.1.	HYDROLOGIE	7
0.2.2.	CONTEXTE HYDRAULIQUE / PISCICOLE DU PLAN D'EAU	8
0.2.3.	MODELISATION HYDRAULIQUE	8
0.3.	AMENAGEMENTS PROPOSES	10
0.3.1.	SCENARIOS ETUDIES AU STADE FAISABILITE	10
0.3.2.	URBANISME, INFORMATION DES RIVERAINS	11
0.3.2.1.	Documents en vigueur	11
0.3.2.2.	Schéma Directeur de gestion des Eaux Pluviales et plan de zonage	11
0.3.2.3.	Information des riverains	11
0.3.3.	SCENARIOS ETUDIES AU STADE AVANT-PROJET SOMMAIRE (APS)	12
0.3.4.	SCENARIOS ETUDIES AU STADE AVANT-PROJET DEFINITIF (APD)	13
0.3.4.1.	Restauration du cours d'eau	13
0.3.4.2.	Réduction de la vulnérabilité aux inondations	1
1.	PHASE 1 : ETAT DES LIEUX	4
1.1.	COLLECTE DES DONNEES EXISTANTES	4
1.1.1.	ACTEURS LOCAUX ET DONNEES DISPONIBLES	4
1.1.2.	RENCONTRES AVEC LES RIVERAINS	5
1.2.	HYDROLOGIE	6
1.2.1.	BASSIN VERSANT DE L'ARDONNIERE	6
1.2.2.	DONNEES METEOROLOGIQUES	9
1.2.2.1.	Stations pluviométriques	9
1.2.2.2.	Coefficients de Montana	9
1.2.2.3.	Pluviométrie des 9 et 11 juin 2018	10
1.2.3.	DEBITS COURANTS DE REFERENCE	16
1.2.4.	DEBITS DE CRUE DE REFERENCE	17
1.2.4.1.	Débits caractéristiques de crue : méthodes empiriques	17
1.2.4.2.	Débits caractéristiques de crue : modélisation hydrologique	19
1.2.4.3.	Débit de calage : modélisation hydrologique	21
1.2.4.4.	Débit journalier biennal (QJ2)	22
1.3.	MODELISATION HYDRAULIQUE	23
1.3.1.	LOGICIEL HEC-RAS	23
1.3.2.	CONSTRUCTION DU MODELE	23
1.3.2.1.	Structure du modèle	23
1.3.2.2.	Conditions aux limites	25
1.3.2.3.	Paramètres divers	25
1.3.3.	RESULTATS DE CALAGE – JUIN 2018	27
1.3.4.	RESULTATS – DEBITS CARACTERISTIQUES	29
1.4.	SYNTHESE DE L'ETAT DES LIEUX	33
2.	PHASE 2 : PROPOSITION DE SCENARIOS	34
2.1.	VULNERABILITE AUX INONDATIONS	34
2.1.1.	MESURES ENVISAGEABLES	34
2.1.1.1.	Echelle globale	34
2.1.1.2.	Echelle locale	36
2.1.2.	SCENARIOS ETUDIES	36
2.1.2.1.	Scénario I1 : Protection rapprochée	36

2.1.2.2.	Scénario I2 : Renforcement Ø800	37
2.1.2.3.	Scénario I3 : Renforcement Ø1000	41
2.1.2.4.	Scénario I4 : Aménagement d'une zone d'expansion / rétention en amont	45
2.1.2.5.	Scénario I5 : Gestion des eaux pluviales sur le BV « Est »	49
2.1.3.	PROJET D'URBANISATION FUTUR	53
2.2.	RESTAURATION DU COURS D'EAU	55
2.2.1.	CONTEXTE HYDRAULIQUE / PISCICOLE	56
2.2.2.	GRANULOMETRIE	57
2.2.3.	SCENARIOS ETUDIES	58
2.2.3.1.	Scénario RCE1 : Renaturation en remblai	58
2.2.3.2.	Scénario RCE2 : renaturation en remblai et reprise de l'ouvrage de franchissement	59
2.3.	SYNTHESE DES SCENARIOS ETUDIES	61
3.	PHASE 3 : URBANISME ET AVANT-PROJETS SOMMAIRES (APS)	62
3.1.	URBANISME ET INFORMATION DES RIVERAINS	62
3.1.1.	DOCUMENTS EN VIGUEUR	62
3.1.1.1.	SDAGE Loire Bretagne	62
3.1.1.2.	SAGE Oudon	63
3.1.1.3.	PLUi	63
3.1.2.	SCHEMA DIRECTEUR ET ZONAGE POUR LA GESTION DES EAUX PLUVIALES	65
3.1.3.	INFORMATION, PREVISION ET ALERTE	67
3.2.	APS - RESTAURATION DU COURS D'EAU	68
3.2.1.	AMENAGEMENTS	68
3.2.2.	CONTRAINTES	68
3.2.3.	IMPACTS HYDRAULIQUES	68
3.2.4.	PLANS	68
3.2.5.	PHOTOMONTAGES	71
3.2.6.	ESTIMATIONS FINANCIERES SOMMAIRES	72
3.3.	APS - VULNERABILITE AUX INONDATIONS	73
3.3.1.	AMENAGEMENTS COMMUNS AUX 3 APS : CLAPETS ANTI-RETOUR	73
3.3.2.	APS I1 : MISE A CIEL OUVERT, RENFORCEMENT ET CLAPETS ANTI-RETOUR	74
3.3.2.1.	Aménagements	74
3.3.2.2.	Contraintes	75
3.3.2.3.	Impacts hydrauliques	75
3.3.2.4.	Plans	75
3.3.2.5.	Estimation financière sommaire	78
3.3.3.	APS I2 : RETENTION AMONT ET CLAPETS ANTI-RETOUR	78
3.3.3.1.	Aménagements	78
3.3.3.2.	Contraintes	79
3.3.3.3.	Impacts hydrauliques	79
3.3.3.4.	Plans	79
3.3.3.5.	Estimation financière sommaire	81
3.3.4.	APS 3 : RENFORCEMENT, RETENTION AMONT ET CLAPETS ANTI-RETOUR	81
3.3.4.1.	Aménagements	81
3.3.4.2.	Contraintes	81
3.3.4.3.	Impacts hydrauliques	82
3.3.4.4.	Plans	82
3.3.4.5.	Estimation financière sommaire	84
3.4.	SYNTHESE DES AVANT-PROJETS SOMMAIRES	85
3.4.1.	COMPARAISON DES IMPACTS HYDRAULIQUES	85
3.4.2.	TABLEAUX SYNTHETIQUES	86
3.4.2.1.	APS - Restauration du cours d'eau	86
3.4.2.2.	APS - Vulnérabilité aux inondations	87
4.	PHASE 4 : AVANT-PROJET DEFINITIF (APD)	88
4.1.	APD - RESTAURATION DU COURS D'EAU	88

4.1.1.	SCENARIO RETENU	88
4.1.2.	AMENAGEMENTS	88
4.1.2.1.	Description	88
4.1.2.2.	Plans	88
4.1.2.3.	Insertion paysagère	91
4.1.2.4.	Techniques de mise en œuvre	92
4.1.2.5.	Aléas techniques	92
4.1.2.6.	Estimation financière	92
4.1.2.7.	Programmation et planning prévisionnel	94
4.1.2.8.	Modalités et coûts d'entretien	95
4.1.2.9.	Impacts	95
4.1.2.10.	Contraintes réglementaires	95
4.2.	APD - VULNERABILITE AUX INONDATIONS	96
4.2.1.	SCENARIO RETENU	96
4.2.2.	AMENAGEMENTS	96
4.2.2.1.	Description	96
4.2.2.2.	Plans	96
4.2.2.3.	Insertion paysagère	99
4.2.2.4.	Techniques de mise en œuvre	100
4.2.2.5.	Aléas techniques	100
4.2.2.6.	Estimation financière	100
4.2.2.7.	Programmation et planning prévisionnel	102
4.2.2.8.	Modalités et coûts d'entretien	103
4.2.2.9.	Impacts	103
4.2.2.10.	Contraintes réglementaires	104
ANNEXE 1	Laisses de crue	105
ANNEXE 2	Extraits des retours de DT (Déclaration de Travaux) Détails consultables au format numérique	106
ANNEXE 3	Analyse granulométrique	111

TABLEAUX

Tabl. 1 -	Restauration du cours d'eau – Synthèse des scénarios (faisabilité)	10
Tabl. 2 -	Vulnérabilité aux inondations – Synthèse des scénarios (faisabilité)	11
Tabl. 3 -	Restauration du cours d'eau – Synthèse des scénarios (APS)	12
Tabl. 4 -	Vulnérabilité aux inondations – Synthèse des scénarios (APS)	13
Tabl. 5 -	Caractéristiques du bassin versant et de ses sous-bassins	8
Tabl. 6 -	Localisation des données pluviométriques disponibles	9
Tabl. 7 -	Coefficients de Montana et cumuls de pluie par occurrence	9
Tabl. 8 -	Cumul selon durée de pluie et occurrence	10
Tabl. 9 -	Cumuls maximum enregistrés et périodes de retour	12
Tabl. 10 -	Cumuls maximum enregistrés et périodes de retour – 11 juin 2018	12
Tabl. 11 -	Stations hydrométriques	16
Tabl. 12 -	Débits caractéristiques courants – Stations hydrométriques	16
Tabl. 13 -	Débit courants – Ardonnière	17
Tabl. 14 -	Débit de pointe décennal des sous-bassins versants	18
Tabl. 15 -	Débit de pointe centennal des sous-bassins versants	18
Tabl. 16 -	Débits de pointe – Méthodes empiriques (m ³ /s)	19
Tabl. 17 -	Débits de pointe issu de la modélisation hydrologique Q10 / Q100	20
Tabl. 18 -	Débits caractéristiques retenus	20
Tabl. 19 -	Volumes ruisselés	21
Tabl. 20 -	Modélisation hydrologique - Débits de pointe de juin 2018 (m ³ /s)	21
Tabl. 21 -	QJ2 – Ardonnière	23
Tabl. 22 -	Résultats de calage	27
Tabl. 23 -	Débit caractéristiques simulés	29
Tabl. 24 -	Scénario I2 – Incidences hydrauliques	38
Tabl. 25 -	Scénario I3 – Incidences hydrauliques	41
Tabl. 26 -	Scénario I4 – Incidences hydrauliques	46
Tabl. 27 -	Evolution du débit de pointe – Urbanisation ouest	54
Tabl. 28 -	Risque inondation – Synthèse des scénarios	61
Tabl. 29 -	Restauration du cours d'eau – Synthèse des scénarios	61
Tabl. 30 -	APS RCE 1, 2 et 3 – Estimation financière sommaire	72
Tabl. 31 -	APS I1 – Estimation financière sommaire	78
Tabl. 32 -	APS I2 – Estimation financière sommaire	81
Tabl. 33 -	APS I3 – Estimation financière sommaire	84
Tabl. 34 -	APS – Tableau synthétique des impacts hydrauliques	85
Tabl. 35 -	APS RCE – Synthèse des scénarios	86
Tabl. 36 -	APS Inondations – Synthèse des scénarios	87
Tabl. 37 -	APD RCE – Estimation financière détaillée	93
Tabl. 38 -	APD RCE - Programmation et planning prévisionnel	94
Tabl. 39 -	APD Inondations – Estimation financière détaillée	101
Tabl. 40 -	APD Inondations - Programmation et planning prévisionnel	102

FIGURES

Fig. 1.	Découpage en sous-bassins versants	7
Fig. 2.	Emprise du modèle hydraulique	8
Fig. 3.	Enveloppe d'inondation à l'état actuel – Evénement de Juin 2018	9
Fig. 4.	APD RCE – Vue en plan	14
Fig. 5.	APD Inondation – Vue en plan	2
Fig. 6.	Emprise des secteurs inondés en juin 2018	5
Fig. 7.	Bassin versant étudié	6
Fig. 8.	Occupation des sols	7
Fig. 9.	Cumuls pluviométriques horaires du 9 au 11 juin 2018 (Météo France Laval)	11
Fig. 10.	Intensité pluviométriques du 9 juin 2018 (Météo France Laval)	11
Fig. 11.	Images radar des cumuls de pluie horaire (Infoclimat)	14
Fig. 12.	Intensité et hauteur de pluie du 9 juin 2018 – MétéoFrance - HydroConcept	14
Fig. 13.	Exemple de pluie de projet – T=10 ans – durée=2h	19
Fig. 14.	Pluie de projet – Juin 2018	21

Fig. 15.	Hydrogrammes – Juin 2018	22
Fig. 16.	Modélisation hydraulique – Ruisseau de l'Ardonnaire	24
Fig. 17.	Modélisation hydraulique – Conditions aux limites	26
Fig. 18.	Modélisation hydraulique – Calage – 0.58 Q _{Juin2018}	28
Fig. 19.	Hydrogramme – Crue centennale – bassin versant Est	29
Fig. 20.	Modélisation hydraulique – Q ₁₀	30
Fig. 21.	Modélisation hydraulique – Q ₅₀	31
Fig. 22.	Modélisation hydraulique – Q ₁₀₀	32
Fig. 23.	Urbanisation du bourg de Loiron et évolution du bocage	35
Fig. 24.	Scénario I1 – Localisation des aménagements	37
Fig. 25.	Scénario I2 – Q ₅₀	39
Fig. 26.	Scénario I2 – Q ₁₀₀	40
Fig. 27.	Scénario I3 – Variante – Remise à ciel ouvert	42
Fig. 28.	Scénario I3 – Q ₅₀	43
Fig. 29.	Scénario I3 – Q ₁₀₀	44
Fig. 30.	Scénario I4 – Localisation du bassin de rétention	45
Fig. 31.	Scénario I4 – Q ₅₀	47
Fig. 32.	Scénario I4 – Q ₁₀₀	48
Fig. 33.	Infiltration sous enrobé poreux (ADOPTA)	49
Fig. 34.	Infiltration sous enrobé « classique » (ADOPTA)	50
Fig. 35.	Comparatifs de coûts pour chaussée infiltrante (ADOPTA)	50
Fig. 36.	Tranchées d'infiltration (ADOPTA)	50
Fig. 37.	Structures alvéolaires ultralégères (ADOPTA)	51
Fig. 38.	Localisation de l'espace vert et du parking au sein du BV Est (Géoportail)	52
Fig. 39.	Localisation du projet d'urbanisation future au sein du BV Ouest (Géoportail)	53
Fig. 40.	Photographies du plan d'eau abaissé et de son ouvrage exutoire	55
Fig. 41.	Plans et photographies de l'ouvrage exutoire du plan d'eau	56
Fig. 42.	Renaturation – Scénario RCE1	58
Fig. 43.	Renaturation – Scénario RCE2	60
Fig. 44.	Exemple de trame à annexer au PLU	64
Fig. 45.	APS RCE 1, 2 et 3 – Vue en plan	69
Fig. 46.	APS RCE 1, 2 et 3 – Coupes	70
Fig. 47.	APS RCE 1, 2 et 3 - Photomontages	71
Fig. 48.	Localisation des bâtiments à investiguer	74
Fig. 49.	APS I1 – Vue en plan	76
Fig. 50.	APS I1 – Coupes	77
Fig. 51.	APS I2 – Vue en plan	80
Fig. 52.	APS I3 – Vue en plan (hors bassin, voir Fig. 51)	83
Fig. 54.	APS – Zoom sur les lignes d'eau au droit du plan d'eau actuel	85
Fig. 55.	APD RCE – Vue en plan	89
Fig. 56.	APD RCE – Coupes	90
Fig. 57.	APD RCE – Insertion paysagère du projet (photomontage)	91
Fig. 58.	APD Inondation – Vue en plan	97
Fig. 59.	APD Inondation – Coupes	98
Fig. 60.	APD Inondation – Insertion paysagère du projet (vue en axonométrie)	99

Préambule

L'épisode pluvieux du 9 juin 2018 a entraîné de sévères inondations touchant de nombreux bâtiments à l'ouest de la commune de Loiron : école communale, salle omnisport, maisons... Ces inondations ont été causées par le débordement du ruisseau de l'Ardonnière. L'évènement a fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle le 23 juillet 2018.

Le ruisseau de l'Ardonnière transite par ailleurs via un plan d'eau privé en aval de la commune. Ce dernier pose des problèmes d'un point de vue de la continuité écologique. Vidangé en avril 2019 du fait de son irrégularité vis-à-vis de la Loi sur l'Eau, il présente un ancien seuil qui supporte une route départementale en entrée d'agglomération.

Dans ce contexte, **le syndicat de bassin de l'Oudon a missionné ARTELIA** pour la réalisation d'une « Etude pour la réduction de la vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnière ».

La mission se décompose ainsi de la façon suivante :

- Phase 1 : Etat des lieux et diagnostic (Tranche ferme)
- Phase 2 : Propositions de scénarios (Tranche ferme)
- Phase 3 : Elaboration niveau Avant-Projet Sommaire de 3 scénarios (Tranche ferme)
- Phase 4 : Avant-Projet Définitif du scénario retenu (Tranche ferme)
- Phase 5 : Rédaction des dossiers réglementaires (Tranche optionnelle)
- Phase 6 : Réunion publique (Tranche optionnelle)

Le présent document traite des phases 1 à 4.

0. NOTE DE SYNTHESE

La note de synthèse présentée ci-après reprend de façon succincte les différentes phases de l'étude, l'ensemble des détails figurant dans les chapitres suivants.

0.1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE LA MISSION

Une partie du bourg de Loiron est vulnérable aux inondations par débordement du ruisseau de l'Ardonnière au droit de sa section canalisée.

Ce ruisseau transite par un plan d'eau mis à sec qui doit être renaturé.

La mission confiée à ARTELIA consiste à

La mission se décompose ainsi de la façon suivante :

- Etablir l'état des lieux ;
- Proposer des scénarios d'aménagements sur les 2 volets de l'étude ;
- Etudier les leviers d'action possibles en terme d'urbanisme
- Définir des Avant-Projets Sommaire puis les Avant-Projets Définitifs des aménagements retenus.

0.2. ETAT DES LIEUX

0.2.1. HYDROLOGIE

L'orage du 9 juin 2018 est un événement pluvieux exceptionnel, on peut estimer l'**occurrence de l'évènement de 50 à >500 ans**.

Le site fait l'objet d'un découpage en sous-bassin versants.

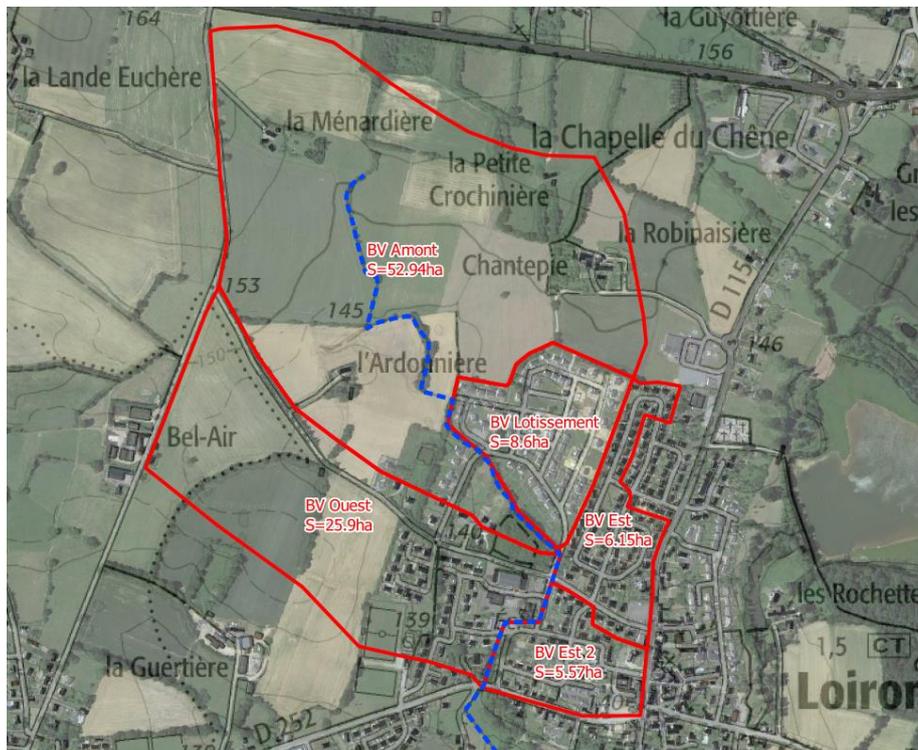


Fig. 1. Découpage en sous-bassins versants

0.2.2. CONTEXTE HYDRAULIQUE / PISCICOLE DU PLAN D'EAU

Les principales caractéristiques du ruisseau de l'Ardonnière sont les suivantes :

- Hydrologie : débits courants très limités et étiages très marqués (assez une partie de l'année) ;
- Continuité piscicole : les ouvrages de part et d'autre du plan d'eau ne sont pas franchissables. Par ailleurs les possibilités de nage se limitent à la période de basses eaux (hauteur d'eau trop faible voire nulle) ;
- Continuité sédimentaire : continuité marquée par la présence du réseau souterrain sur la traversée de Loiron, limitant l'impact du franchissement routier situé en aval du plan d'eau.

Du point de vue juridique, la continuité écologique n'est pas imposée sur le ruisseau de l'Ardonnière au droit de la commune de Loiron-Ruillé. La vidange récente du plan d'eau situé en aval de la zone d'étude a toutefois permis de créer un contexte favorable à la remise en état du site.

L'aménagement du plan d'eau est ainsi orienté vers la restauration des milieux aquatiques.

0.2.3. MODELISATION HYDRAULIQUE

Le site fait l'objet d'une modélisation hydraulique. L'emprise du modèle construit est présentée ci-après.

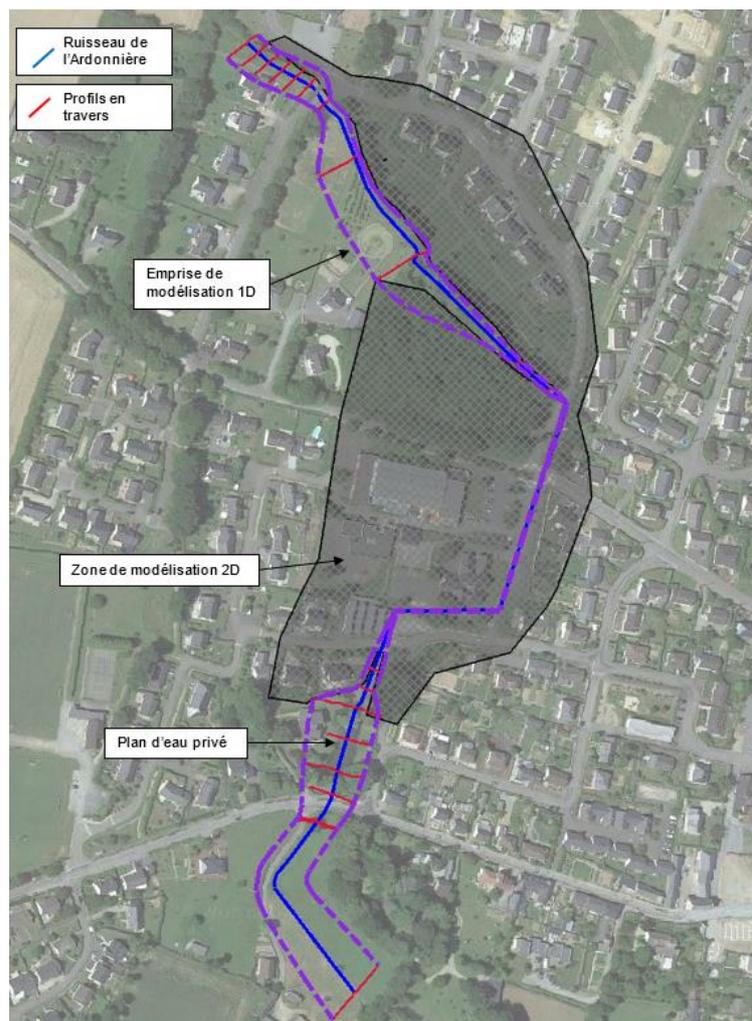


Fig. 2. Emprise du modèle hydraulique

Le modèle mis en œuvre permet d'établir différentes enveloppes d'inondation.

Le site est vulnérable au-delà d'une crue décennale, l'enveloppe d'inondation pour l'événement de Juin 2018 est présentée ci-après.

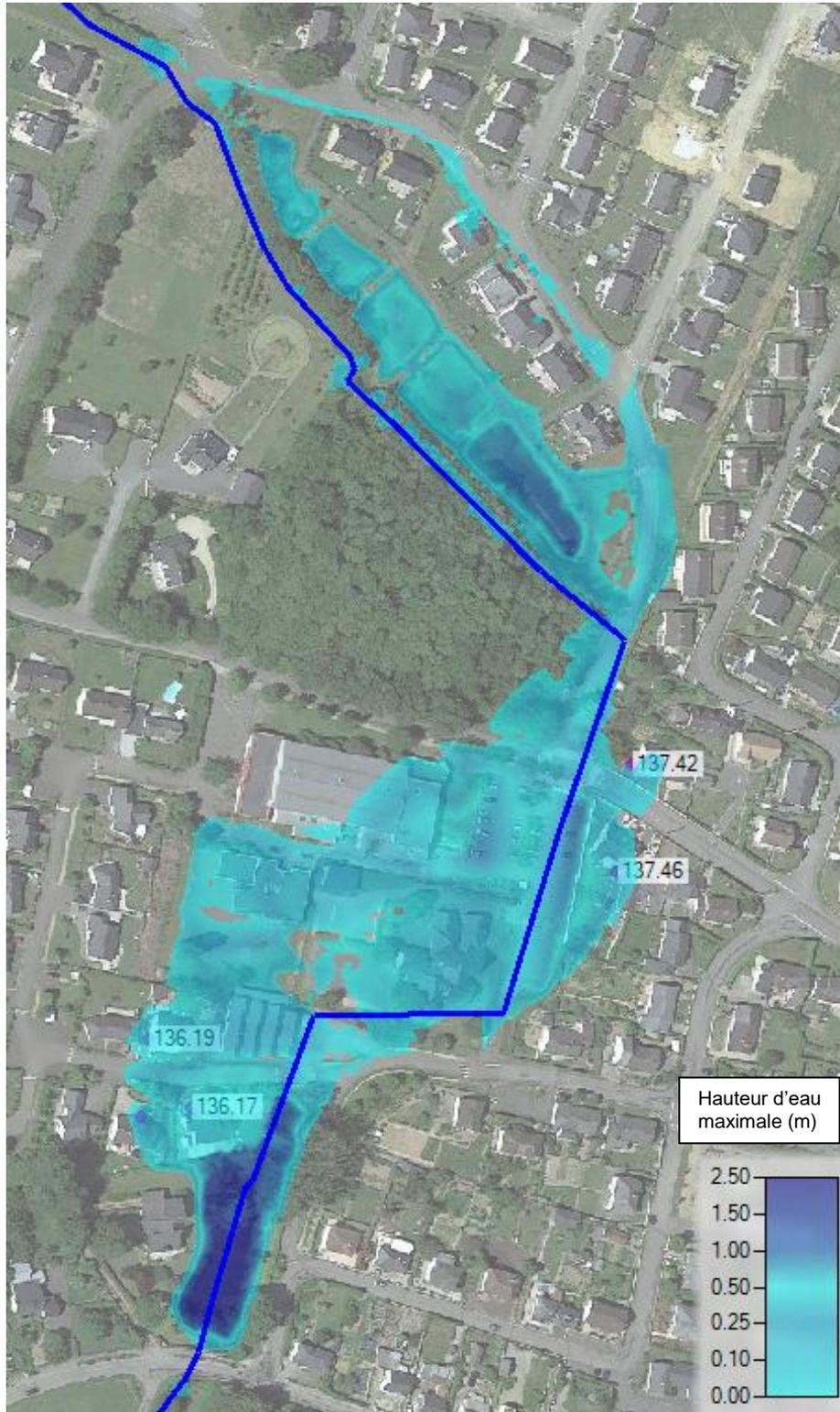


Fig. 3. Enveloppe d'inondation à l'état actuel – Evénement de Juin 2018

0.3. AMENAGEMENTS PROPOSES

0.3.1. SCENARIOS ETUDIES AU STADE FAISABILITE

Les scénarios étudiés au stade faisabilité sont les suivants :

RESTAURATION DU COURS D'EAU

- Scénario RCE 1 : Renaturation du cours d'eau (création de berges et méandrage) ;
- Scénario RCE 2 : RCE 1 et renforcement de l'ouvrage exutoire sous la RD 252 ;
- Variante : RCE 1 ou 2 + création de mares

Tabl. 1 - Restauration du cours d'eau – Synthèse des scénarios (faisabilité)

	Principe	Estimation financière (+/-20%)	Milieu naturel	Faisabilité technique	Inondation	Contraintes réglementaires
Scénario RCE1	Sans reprise de l'ouvrage	65 000 € HT	+	+++	Dépend du scénario inondation choisi	Déclaration Rubrique 3.1.2.0
Scénario RCE2	Avec reprise de l'ouvrage	75 000 € HT	++	+		
Variante	RCE 1 ou 2 + création de mares	+5 000 € HT	+++	+++		

REDUCTION DE LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS

- Scénario I 1 : Protection rapprochée des bâtiments impactés ;
- Scénario I 2 : Renforcement Ø800 de la section souterraine du ruisseau de l'Ardonnière ;
- Scénario I 3 : Renforcement Ø1000 de la section souterraine du ruisseau de l'Ardonnière (variante : mise à ciel ouvert au droit du Petit Bois) ;
- Scénario I 4 : Bassin de rétention amont (2000 m³) ;
- Scénario I 5 : Gestion des eaux pluviales à la source (Infiltration au sein du BV Est)

Tabl. 2 - Vulnérabilité aux inondations – Synthèse des scénarios (faisabilité)

	Principe	Estimation financière (+/-20%)	Gain inondabilité	Faisabilité technique	Contrainte foncière	Contraintes réglementaires
Scénario I1	Protection rapprochée	120 000 € HT	=	+++	Aucune	Aucune
Scénario I2	Renforcement limité L~95m	62 000 € HT	+	++	Aucune	Déclaration Rubrique 3.1.2.0
Scénario I3	Renforcement L~95m	91 000 € HT	++	++	Aucune	Déclaration Rubrique 3.1.2.0
Scénario I4	Bassin de rétention V=2000m ³	135 000 € HT	+++	++	Nécessité d'acquisition	Autorisation Rubrique 3.1.1.0
Scénario I5	Infiltration BV Est	340 à 360 000 € HT (Hors moins-value)	+	variable	Aucune	A définir (DDTM)

0.3.2. URBANISME, INFORMATION DES RIVERAINS

0.3.2.1. DOCUMENTS EN VIGUEUR

Les principaux documents en vigueur sont les suivants :

- SDAGE Loire Bretagne et SAGE Oudon au sein desquels on retrouve des prescriptions quantitatives sur les rejets dans les eaux superficielles ;
- PLUi Pays de Loiron auquel pourront être annexées les trames de zones inondables produites via la modélisation hydraulique et au sein duquel des prescriptions spécifiques pourront être prises en terme d'urbanisme notamment via la réalisation d'un Schéma Directeur de gestion des Eaux Pluviales.

0.3.2.2. SCHEMA DIRECTEUR DE GESTION DES EAUX PLUVIALES ET PLAN DE ZONAGE

Il est fortement préconisé que la commune fasse réaliser un Schéma Directeur des Eaux Pluviales accompagné d'un plan de zonage. La réalisation d'un tel schéma permet d'agir sur le volet pluvial, composante non négligeable du risque inondation.

Les prescriptions qui y sont prises en matière de gestion des eaux pluviales pour les opérations d'urbanisation futures sont traduites dans le règlement d'assainissement, elles peuvent être de différentes natures et répondre à différents niveaux d'ambition.

0.3.2.3. INFORMATION DES RIVERAINS

L'information des riverains sur le risque inondation encouru est un élément clé dans l'anticipation et la résilience face à de futurs événements.

Cette information peut se faire via différents documents consultables en mairie (PCS, DICRIM, PLUi), différents supports de communication (bulletin municipal, réunion publique) et également la mise en place de repère(s) de crue (par exemple au droit de la salle des fêtes).

0.3.3. SCENARIOS ETUDIES AU STADE AVANT-PROJET SOMMAIRE (APS)

Les scénarios étudiés au stade APS sont les suivants :

RESTAURATION DU COURS D'EAU :

- APS RCE 1 : Renaturation du cours d'eau (création de berges et méandrage) ;
- APS RCE 2 : RCE 1 et renforcement de l'ouvrage exutoire sous la RD 252 ;
- Variante : RCE 1 ou 2 + création de mares

Tabl. 3 - Restauration du cours d'eau – Synthèse des scénarios (APS)

	Principe	Estimation financière (+/-20%)	Milieu naturel	Faisabilité technique	Inondation	Contraintes réglementaires
APS RCE1	Sans reprise de l'ouvrage	54 000 € HT	+	+++	=	Déclaration Rubrique 3.1.2.0 DIG
APS RCE2	Avec reprise de l'ouvrage	69 000 € HT	++	+	Amont : = (gain négligeable) Aval : - (augmentation du débit)	
APS RCE3	RCE 1 + création de mares	57 000 € HT	+++	+++	=	
	RCE 2 + création de mares	72 000 € HT			Amont : = (gain négligeable) Aval : - (augmentation du débit)	

Les estimations financières s'entendent hors frais de maîtrise d'œuvre, études annexes (réglementaires,

REDUCTION DE LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS

- APS I1 : Mise à ciel ouvert du ruisseau + renforcement Ø1000 ;
- APS I2 : Bassin de rétention amont (2000 m³) ;
- APS I3 : Bassin amont + renforcement Ø1000 ;
- Autre : mise en place de clapets anti-retour et réalisation de diagnostics de vulnérabilité à l'échelle des bâtiments

Tabl. 4 - Vulnérabilité aux inondations – Synthèse des scénarios (APS)

	Principe	Estimation financière (travaux*) (+/-20%)	Degré protection Gain inondation pour Q100	Impact aval	Faisabilité technique Entretien	Contrainte foncière	Contraintes réglem.	Coûts des dommages recensés en 2018
APS I1	Mise à ciel ouvert + Ø1000	146 000 € HT	Q50 à Q100 Q100 : ++	- - -	+	Aucune	- Autorisat° : 3.1.2.0 PGRI : /	~55 000 € (particuliers uniquement)
APS I2	Bassin	123 000 € HT	~Q50 Q100 : ++	+	+++	Acquisition DIG-DUP	- - Autorisation Zone humide ? PGRI : 4.1, 4.2, 4.3 DIG	
APS I3	Bassin + renforcement Ø1000 L~100m	266 000 € HT	Q50 à Q100 Q100 : +++	=	+	Aucune	- Autorisat° : 3.1.2.0 PRGRI : /	
Autres	Diagnostics vulnérabilité Clapets A/R	12 000 à 25 000 € HT	/	/	/	/	/	

0.3.4. SCENARIOS ETUDIES AU STADE AVANT-PROJET DEFINITIF (APD)

0.3.4.1. RESTAURATION DU COURS D'EAU

Le Maître d'Ouvrage a retenu le scénario APS RCE3, soit la restauration du cours d'eau accompagné de la création de 2 mares. Ce scénario est ainsi détaillé au stade APD.

AMENAGEMENTS

La solution retenue consiste à réaliser les aménagements suivants :

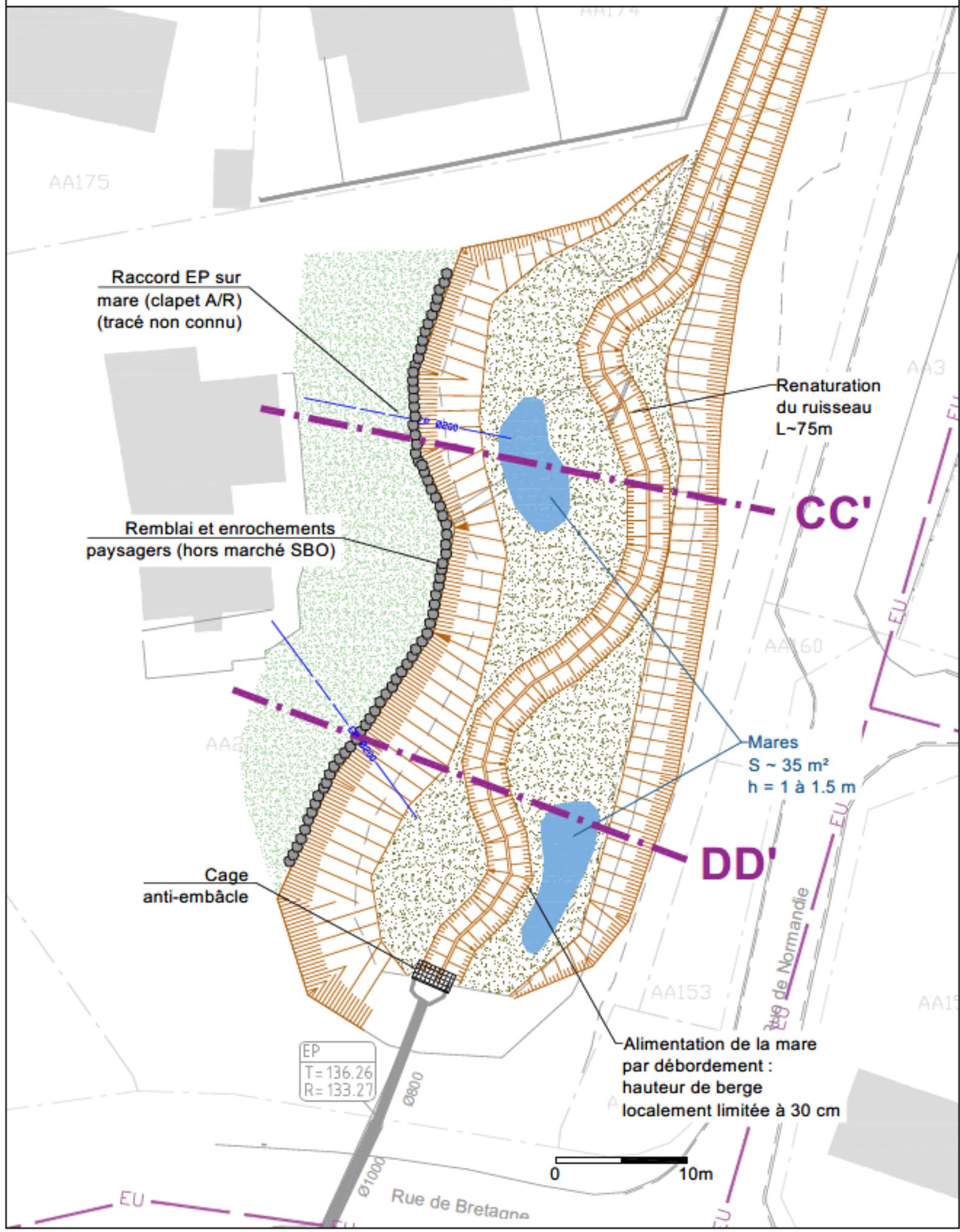
- Création de berges en remblai dont une partie est disponible sur site ;
- Création de 2 mares alimentées fréquemment par le ruisseau puis le rejet EP amont de la maison du propriétaire (mare Nord) ;
- Mise en place d'une protection anti-embâcle au droit de la buse exutoire.

En parallèle des aménagements réalisés par le syndicat, le propriétaire de la parcelle prendra à a charge des travaux paysagers : nivellement et raccord du jardin au projet.

Le plan de masse des aménagements de renaturation est présenté ci-après.

Renaturation du plan d'eau privé (Loiron-Ruillé)
Avant - Projet Définitif

Vue en plan



ESTIMATION FINANCIERE

Le coût de réalisation du projet est estimé à 54 000,00 € HT (hors travaux à la charge du propriétaire).

DELAI

Le délai depuis le début des études réglementaires jusqu'à la réception des travaux est estimé à 11 mois.

IMPACTS

Les principaux impacts éventuels des aménagements sont présentés ci-après :

- **Hydrologie :**
 - ⇒ Impact nul (régime courant) à négligeable (crues - inondations)
- **Morphologie du cours d'eau, végétation et faune**
 - ⇒ Impact positif

CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

Les aménagements nécessitent un dossier de Déclaration au titre de la rubrique 3.3.5.0 de la Loi sur l'Eau (restauration de cours d'eau).

0.3.4.2. REDUCTION DE LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS

Le Maître d'Ouvrage a retenu le scénario APS I2, soit la création d'un bassin de rétention en amont du secteur urbanisé de Loiron. Ce scénario est ainsi détaillé au stade APD.

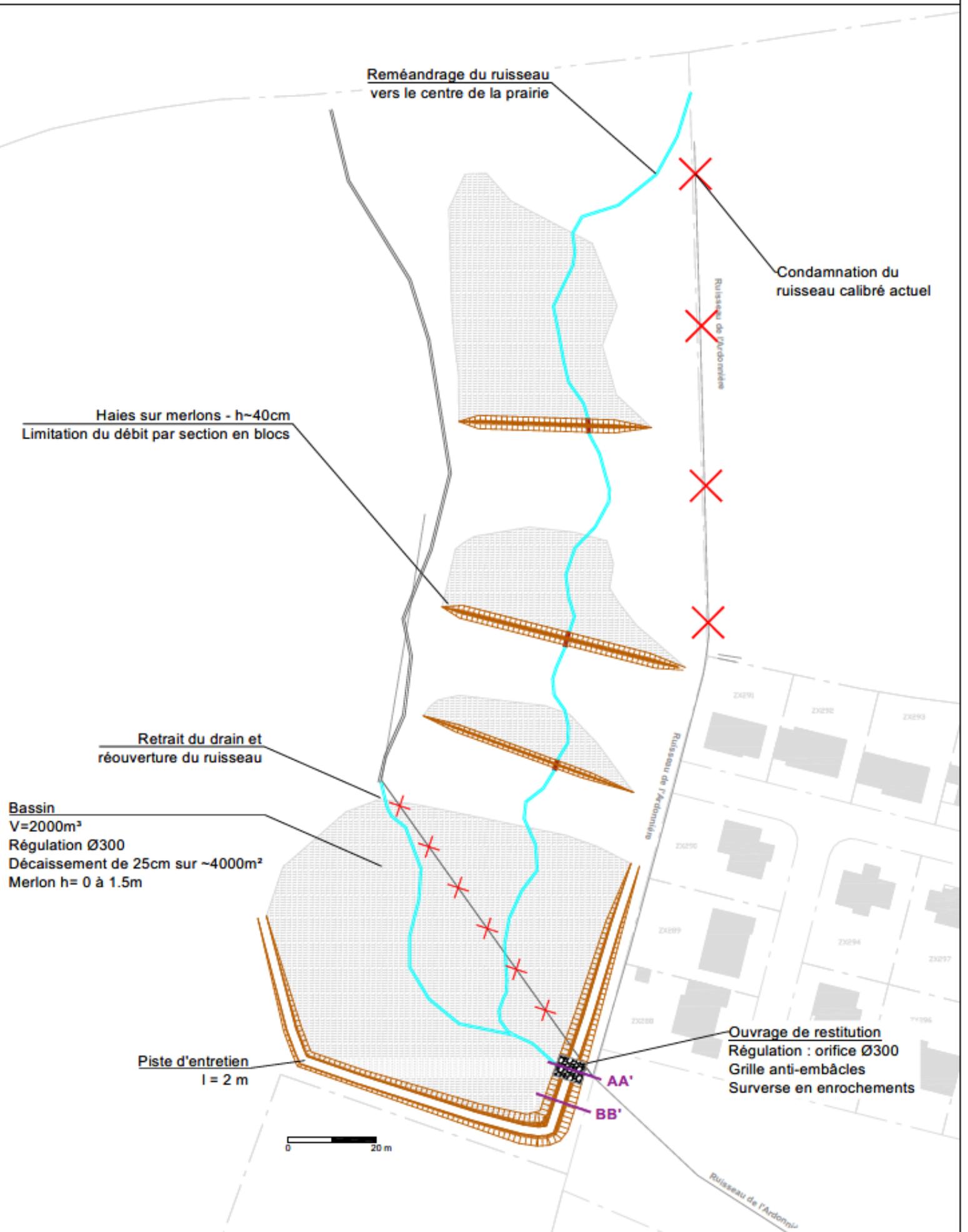
AMENAGEMENTS

La solution retenue consiste à réaliser les aménagements suivants :

- Réouverture du ruisseau (actuel : drain) ;
- Décalage du ruisseau calibré vers le centre de la parcelle (actuel : ruisseau rectiligne) ;
- Création d'un bassin rétention au sein de la parcelle agricole en amont de la zone urbanisée (V=2000 ou 4000 m³, débit régulé via orifice Ø 300)
- Création de talus plantés en perpendiculaire aux écoulements.

Bassin de rétention en amont du bourg de Loiron
Avant - Projet Définitif

Vue en plan



Reméandrage du ruisseau
vers le centre de la prairie

Condamnation du
ruisseau calibré actuel

Haies sur merlons - h~40cm
Limitation du débit par section en blocs

Retrait du drain et
réouverture du ruisseau

Bassin
V=2000m³
Régulation Ø300
Décaissement de 25cm sur ~4000m²
Merlon h= 0 à 1.5m

Piste d'entretien
l = 2 m



Ouvrage de restitution
Régulation : orifice Ø300
Grille anti-embâcles
Surverse en enrochements

AA'

BB'

Ruisseau de l'Ardennais

Ruisseau de l'Ardennais



ESTIMATION FINANCIERE

Le coût de réalisation du projet est estimé à 126 600,00 € HT (hors travaux à la charge du propriétaire).

DELAI

Le délai depuis le début des études réglementaires jusqu'à la réception des travaux est estimé à 24 mois.

IMPACTS

Les principaux impacts éventuels des aménagements sont présentés ci-après :

- **Hydrologie :**
 - ⇒ Impact positif (crues - inondations) à nul (régime courant)
- **Morphologie du cours d'eau**
 - ⇒ Impact positif
- **Végétation**
 - ⇒ Impact positif
- **Faune**
 - ⇒ Impact positif

CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

Les contraintes réglementaires sont les suivantes :

- Loi sur l'Eau : nécessité d'un dossier d'Autorisation (investigations zone humide à prévoir et potentiellement mesures compensatoires)
- Déclaration d'Intérêt Général ;

Remarque : le projet pourrait relever d'une Déclaration d'Utilité Publique pour une acquisition par voie d'expropriation de l'emprise foncière si la vente ne peut se faire à l'amiable.
- PGRI - Objectifs 4.1, 4.2 et 4.3 : Justification, analyse multicritères, solutions alternatives...

1. PHASE 1 : ETAT DES LIEUX

1.1. COLLECTE DES DONNEES EXISTANTES

La réunion de démarrage du 17 juin 2020 a permis de préciser les données disponibles ainsi que les acteurs à contacter.

1.1.1. ACTEURS LOCAUX ET DONNEES DISPONIBLES

Afin de recueillir les données disponibles, les acteurs locaux ont été contactés :

- Mairie de Loiron ;
- Syndicat de Bassin de l'Oudon ;
- Laval agglomération ;
- Conseil Départemental de la Mayenne ;
- Riverains.

Les données recueillies sont les suivantes :

- **Urbanisme**
 - Cadastre informatisé ;
 - Règlement du PLUi de Laval Agglomération ;
 - Prescription de rédaction du CD53 des PLUi pour la prise en compte de la gestion durable et intégrée des eaux pluviales ;
 - Atlas de l'inventaire des zones humides fonctionnelles du territoire de la Communauté de Communes du Pays de Loiron ;
 - Diagnostic bocager du Pays de Loiron avec couches géographiques.
- **Topographie**
 - Plan partiel de la partie canalisée de l'Ardonnière ;
 - Plan succinct du plan d'eau privé ;
- **Météorologie**
 - Météo France : chroniques de pluies, données statistiques...
- **Autres**
 - Données générales : fond de plan...
 - Plan des réseaux EP :
 - Lotissements : Petit bois (dont bassins EP) ; Hauts du bois, Orée du bois, Châtaigniers, Grenouillère, Chantepie, domaine des Chênes ;
 - Partie busée du ruisseau de l'Ardonnière (partiel) ;
 - Schéma directeur Eaux Pluviales : NON
 - Etude de dimensionnement des bassins de rétentions : NON
 - Contrat territorial Milieux Aquatiques : NON

- Etude similaire : Bassins versants du Plessis et du Saint Isle (Hydro Concept 2020)
- Pédologie : carte des sols de Loiron (Géomayenne) ;
- Dispositif Infiltr'eau : plaquettes et boîte à outil des techniques alternatives (association Adopta), préconisation de gestion intégrée et durables des eaux pluviales ;
- Photos de l'évènement de juin 2018.

1.1.2. RENCONTRES AVEC LES RIVERAINS

Des rencontres ont été organisées début juillet 2020 avec quelques riverains ayant subi les inondations et ayant une bonne connaissance des lieux.

Ces rencontres ont permis de cerner précisément le déroulé des phénomènes ayant conduit aux inondations. Elles ont également permis d'identifier des laisses de crues de façon précises. Ces laisses sont utiles afin de conserver la connaissance du risque et également afin de valider le modèle numérique mis en place dans la phase 2 de la mission. Les laisses de crue sont présentées en Annexe 1

La carte suivante indique sommairement le contour de la zone inondée lors de l'évènement pluvieux de juin 2018.



Fig. 6. Emprise des secteurs inondés en juin 2018

1.2. HYDROLOGIE

1.2.1. BASSIN VERSANT DE L'ARDONNIERE

Le bassin versant de l'Ardonnière au droit du plan d'eau privé couvre une superficie d'environ 1km², de la D57 au Nord à la D252 au Sud.

Les cartes suivantes présentent :

- Le bassin versant et son découpage en sous-bassins ;
- L'occupation des sols (source : Corine Land Cover revue après analyse de photo aérienne).

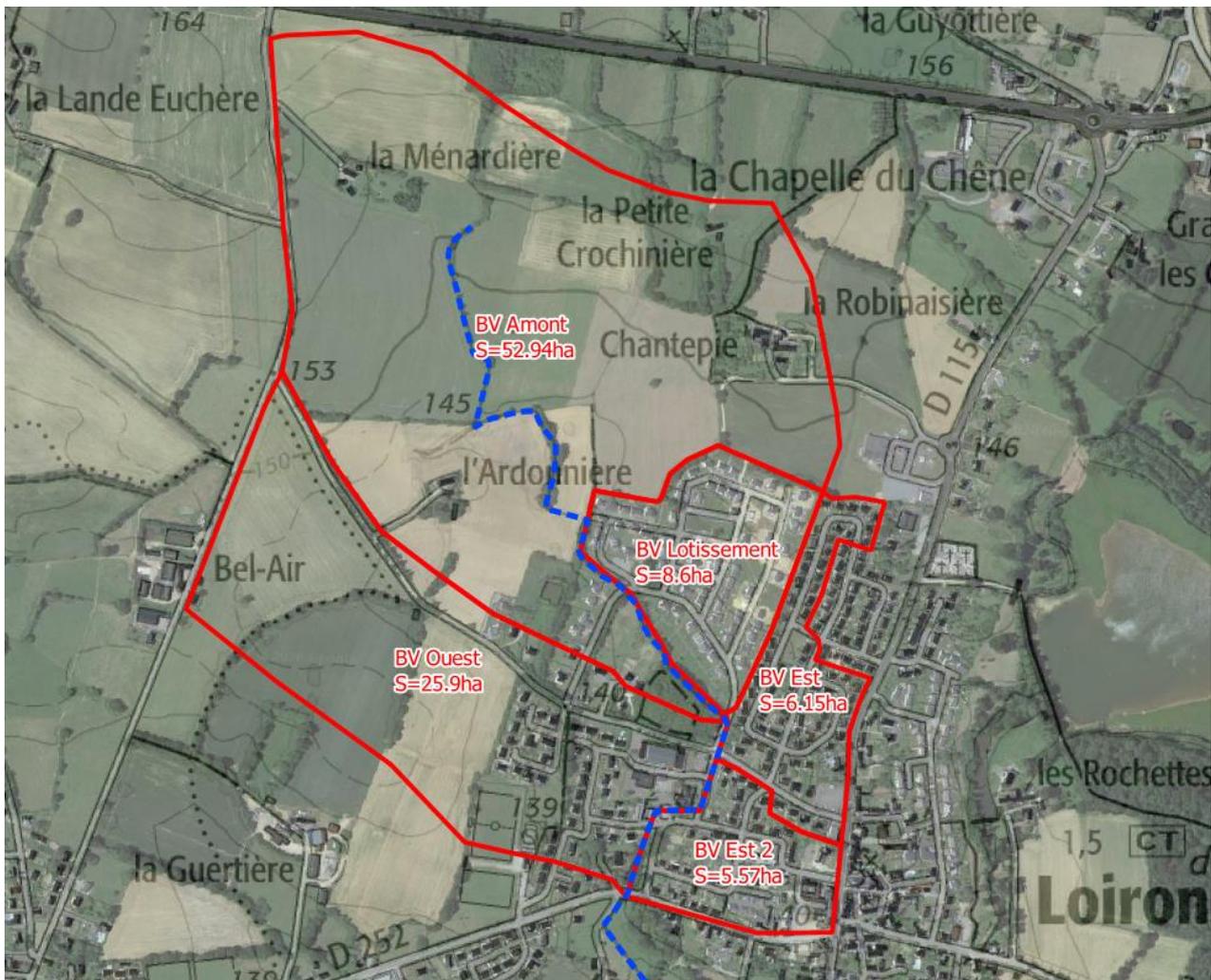


Fig. 7. Bassin versant étudié

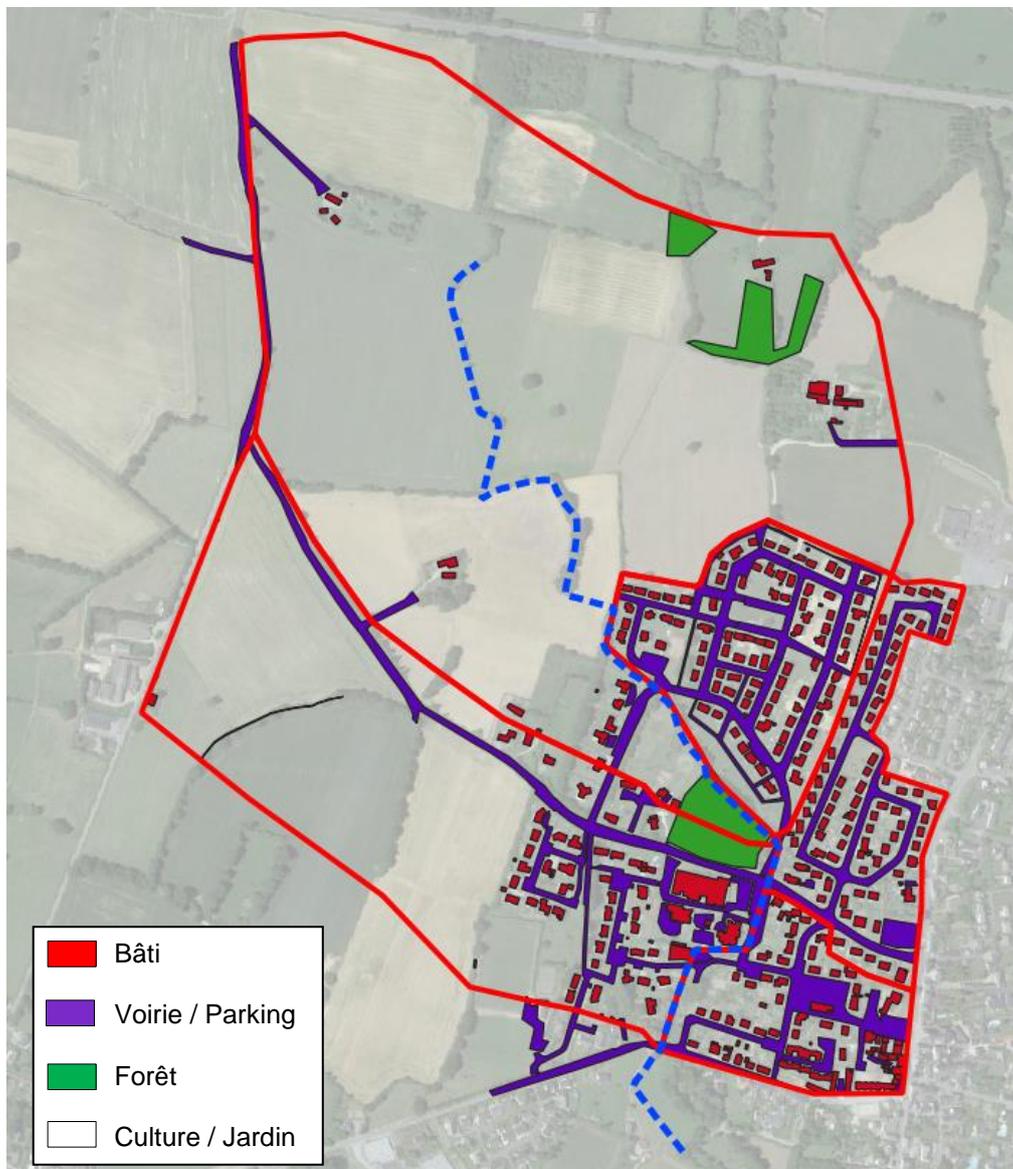


Fig. 8. Occupation des sols

Les sous-bassins versants amont et ouest sont largement ruraux, tandis que les sous-bassins versants localisés dans le bourg de Loiron sont très urbanisés. Leurs caractéristiques hydrologiques sont ainsi très différentes.

Les caractéristiques du bassin versant et des sous-bassins sont détaillées ci-après :

Tabl. 5 - Caractéristiques du bassin versant et de ses sous-bassins

Caractéristiques	Sous-bassins versants					Global
	Amont	Est (nord)	Est 2 (sud)	Lotissement	Ouest	
Surface (ha)	52.9	6.2	5.6	8.6	25.9	99.2
Longueur hydraulique (m)	1 505	525	500	595	1 160	1 800
Pente (%)	1.6	1.0	1.3	1.5	1.52	1.5
Coefficient de ruissellement*	0.36	0.56	0.60	0.56	0.42	0.42
Temps de concentration (min)**	40	20	17	19	31	50

* les coefficients de ruissellement ont été calculés selon les valeurs suivantes :

- Bâti : 0.95 ;
- Voirie / Parking : 0.90 ;
- Forêt : 0.15 ;
- Culture / Jardin : 0.35.

** le temps de concentration (T_c) correspond au temps de parcours de l'eau depuis l'amont du bassin versant jusqu'à son exutoire, il est calculé selon la méthode « Dujardin-Sogreah » pour les zones rurales (BV Amont, Ouest et Global) et la méthode « Desbordes » pour les zones urbaines (BV Est, Est 2 et Lotissement).

L'occupation du sol sur le bassin versant montre une superficie prépondérante de cultures (~2/3) et une superficie importante de zones résidentielles à urbaines (~1/3) essentiellement en partie aval.

Les zones imperméabilisées contribuent à l'accélération des écoulements. Leur présence en aval du bassin versant entraîne une réponse très rapide vers la partie canalisée puis le plan d'eau (<15min pour le secteur du bourg). La présence de ces secteurs urbanisés explique également le coefficient de ruissellement calculé relativement important à l'échelle du bassin versant global, avec une valeur moyenne de 0.42 malgré le caractère rural de la zone.

Les pentes sont également relativement fortes avec une valeur moyenne de 1.5% et un temps de réponse du bassin inférieur à 1h.

L'occupation des sols couplée à une pente moyenne et un temps de réponse court constituent des facteurs favorisant le ruissellement.

1.2.2. DONNEES METEOROLOGIQUES

L'analyse des données pluviométriques concerne l'événement de juin 2018, de type orageux.

Il a été caractérisé grâce aux données de pluviométrie récupérées, notamment les relevés locaux, les coefficients de Montana de la station MétéoFrance de Rennes Saint-Jacques et l'étude HydroConcept (*Étude de diagnostic et de prévention du risque d'inondation sur la commune du Genest-Saint-Isle, Février 2020*).

1.2.2.1. STATIONS PLUVIOMETRIQUES

Les données pluviométriques analysées proviennent des stations suivantes (source : Météo France, Météociel, Infoclimat, particulier) :

Tabl. 6 - Localisation des données pluviométriques disponibles

Station	Distance du site d'étude (km)
Brielles	13
Laval	15
Laubrières (pluviomètre particulier)	17
Mayenne	36
Brécé	39
Ombrée d'Anjou	40
Ernée	41
Segré	41
Ambrières les Vallées	44
Soudan	45

1.2.2.2. COEFFICIENTS DE MONTANA

Les coefficients de Montana suivants ont été récupérés auprès de Météo France (station de Rennes-Saint Jacques).

Ils permettent de calculer la hauteur de pluie correspondant à la durée de l'événement pluvieux, et ce pour chaque occurrence disponible selon la formule qui suit : $H(mm)=a*t(mn)(1-b)$

Tabl. 7 - Coefficients de Montana et cumuls de pluie par occurrence

Occurrence	Pluies de 15mn-6h		Pluies de 1h à 24h	
	a	b	a	b
5 ans	7.545	0.761	7.474	0.759
10 ans	8.855	0.765	8.868	0.765
20 ans	9.885	0.763	10.331	0.771
30 ans	10.412	0.76	11.156	0.773
50 ans	10.99	0.754	12.341	0.777
100 ans	11.611	0.744	13.988	0.781

Tabl. 8 - Cumul selon durée de pluie et occurrence

Occurrence	Durée de pluie							
	6mn*	15mn*	30mn	1h	2h	6h	12h	24h
5 ans	9	14.6	17.0	20.1	23.7	30.9	36.5	43.1
10 ans	10.5	17.1	19.7	23.2	27.3	35.4	41.6	49.0
20 ans	11.9	19.2	22.1	26.1	30.7	39.8	46.6	54.6
30 ans	12.6	20.4	23.6	27.8	32.9	42.4	49.7	58.1
50 ans	13.5	21.9	25.4	30.1	35.7	45.9	53.5	62.5
100 ans	14.6	23.8	27.7	33.1	39.5	50.8	59.1	68.8
150 ans**	16.0	26.1	30.2	36.0	42.9	54.9	63.8	74.0
200 ans**	16.8	27.3	31.6	37.8	45.1	57.6	66.8	77.4
300 ans**	17.9	29.1	33.8	40.4	48.3	61.6	71.3	82.4
400 ans**	18.8	30.5	35.4	42.4	50.7	64.6	74.6	86.2
500 ans**	19.5	31.6	36.7	44.0	52.7	67.0	77.3	89.2

* Valeurs données par Météo France. Les autres valeurs (30mn à 24h) sont calculées à l'aide des coefficients de Montana précédents

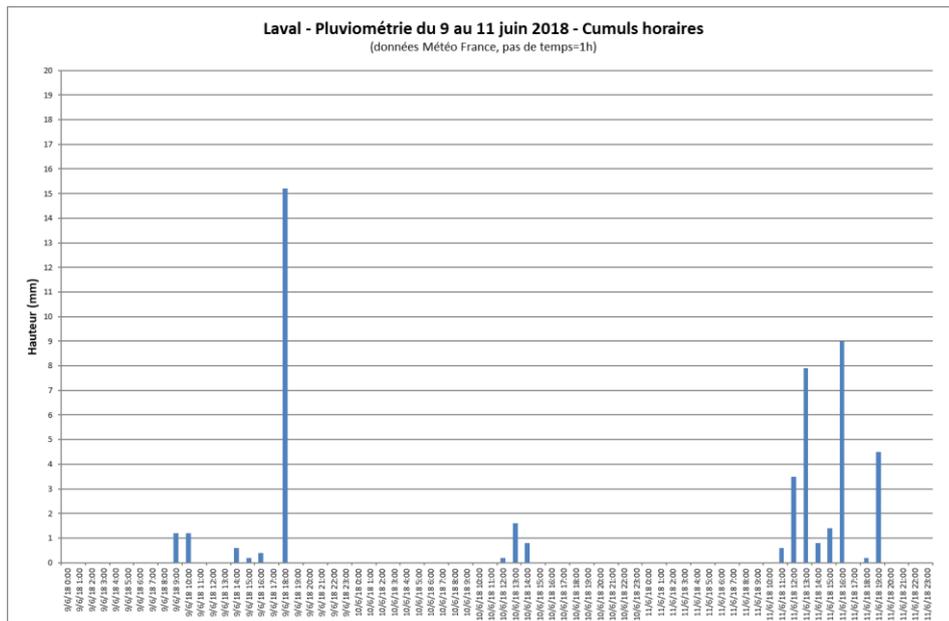
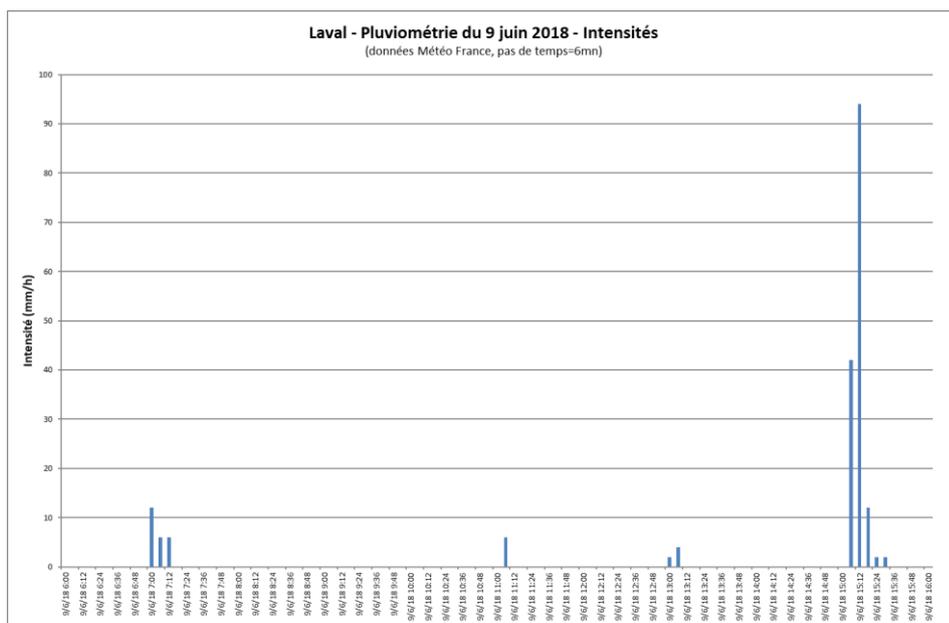
** Valeurs extrapolées

1.2.2.3. PLUVIOMETRIE DES 9 ET 11 JUIN 2018

Les événements pluviométriques des 9 et 11 juin 2018 ont été intenses. L'orage du 9 juin 2018 a été la source d'inondations par débordement du cours d'eau et ruissellement au point bas du bassin versant. Ces événements sont ainsi analysés afin d'en estimer les occurrences.

DONNEES AUX STATIONS

Les graphiques suivants présentent les pluies horaires du 9 au 11 juin 2018 enregistrées à Laval, puis les intensités pluvieuses du 9 à un pas de temps plus fin de 6mn.

**Fig. 9. Cumuls pluviométriques horaires du 9 au 11 juin 2018 (Météo France Laval)****Fig. 10. Intensité pluviométriques du 9 juin 2018 (Météo France Laval)**

Le premier graphique montre une pluviométrie courte et intense le 9 juin, avec un cumul légèrement moins important en 24h que le 11.

Le second graphique montre un premier événement pluvieux de faible intensité le 9 juin au matin mais puis **un épisode plus intense de 15h à 15h30**.

Le tableau suivant présente les cumuls de pluies enregistrés sur différentes durées et pour l'ensemble des stations analysées. Ces cumuls sont comparés aux valeurs statistiques présentées précédemment sur la station de Rennes Saint Jacques (voir 0), ceci permet d'évaluer la période de retour de l'événement.

Le tableau reprend également la pluviométrie enregistrée à Laubrières par un particulier.

Tabl. 9 - Cumuls maximum enregistrés et périodes de retour

Stations	9 juin 2018							
	6mn		15mn		30mn		24h	
	Cumul (mm)	Période de retour	Cumul (mm)	Période de retour	Cumul (mm)	Période de retour	Cumul (mm)	Période de retour
Brielles							61	50 ans
Laval	9.4	5 ans			15.2	<5 ans	18.8	<5 ans
<i>Laubrières</i>							31	<5 ans
Mayenne							70.6	100-150 ans
Brécé								
Ombree d'Anjou							30.5	<5 ans
Ernée							50.4	>10 ans
Segré								
Ambrières les Vallées	12	30 ans	25	100-150 ans	30	~150 ans		
Soudan								

Tabl. 10 - Cumuls maximum enregistrés et périodes de retour – 11 juin 2018

Stations	11 juin 2018			
	6h		24h	
	Cumul (mm)	Période de retour	Cumul (mm)	Période de retour
Brielles				
Laval	23.2	<5 ans	27.9	<5 ans
<i>Laubrières</i>			42	<i>5 ans</i>
Mayenne				
Brécé			64	>50 ans
Ombree d'Anjou			65	>50 ans
Ernée				
Segré	80	>100	87.3	400-500 ans
Ambrières les Vallées			74	~150 ans
Soudan			110	>500 ans

Rappelons que les inondations ont eu lieu le 9 et qu'un phénomène court et de très forte intensité est relaté dans les témoignages. L'intensité certes importante mise en avant à Laval le 9 n'est pas d'une occurrence très élevée (5 ans).

L'analyse des images radar montre que les orages se localisaient à l'ouest de Laval, ainsi il est fort probable que la station Météo France de Laval n'ai pas capté l'orage subit à Loiron.

Les hauteurs de pluie enregistrées en différents lieux permettent néanmoins d'estimer la période de retour de l'événement avec notamment pour les stations les plus proches :

- Brielles : période de retour de **50 ans sur 24h**, il est probable que le cumul sur 24h soit en réalité à considérer sur une durée plus courte. Ainsi en considérant le même cumul (61mm) pour des durées moindres, l'occurrence serait alors de:
 - 100 à 150 ans sur 12h ;
 - 300 ans sur 6h ;
 - >500 ans sur 2h ;
- Laubrières : de la même façon en considérant le cumul journalier (31mm) pour des durées moindres l'occurrence serait alors de :
 - 20 ans sur 2h ;
 - 50 à 100 ans 1h ;
 - 200 ans sur 30mn ;
 - >400 ans sur 15mn.

Les différentes données pluviométriques recueillies montrent que la pluviométrie du 9 juin est typique des événements orageux : intensité marquée et très localisée. Cette analyse est attestée par les témoignages locaux qui font état d'une durée d'évènement de 30mn à 1h.

Sur la base des données aux stations on peut estimer l'occurrence de l'événement de 50 à >500 ans.

ANALYSE DE L'ETUDE HYDROCONCEPT

L'étude HydroConcept (*Étude de diagnostic et de prévention du risque d'inondation sur la commune du Genest-Saint-Isle, Février 2020*) permet de caractériser finement la pluie de juin 2018 sur la zone d'étude à l'aide d'images radar Météo-France.

La figure suivante illustre les cellules orageuses ayant évolué sur les sites d'étude le 9 juin 2018 :

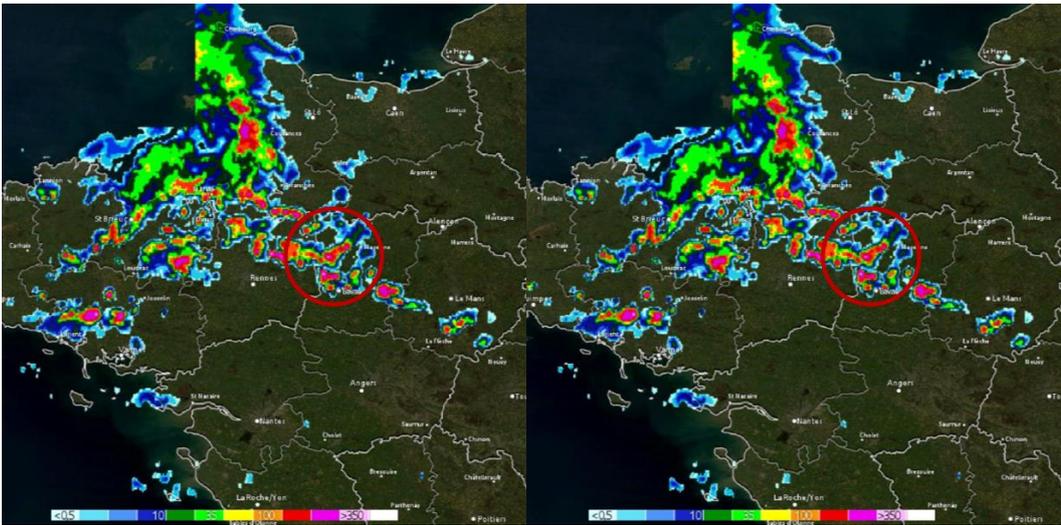


Fig. 11. *Images radar des cumuls de pluie horaire (Infoclimat)*

La figure suivante illustre plus précisément les précipitations (données radar MétéoFrance, source HydroConcept) avec une discrétisation de 6 minutes :

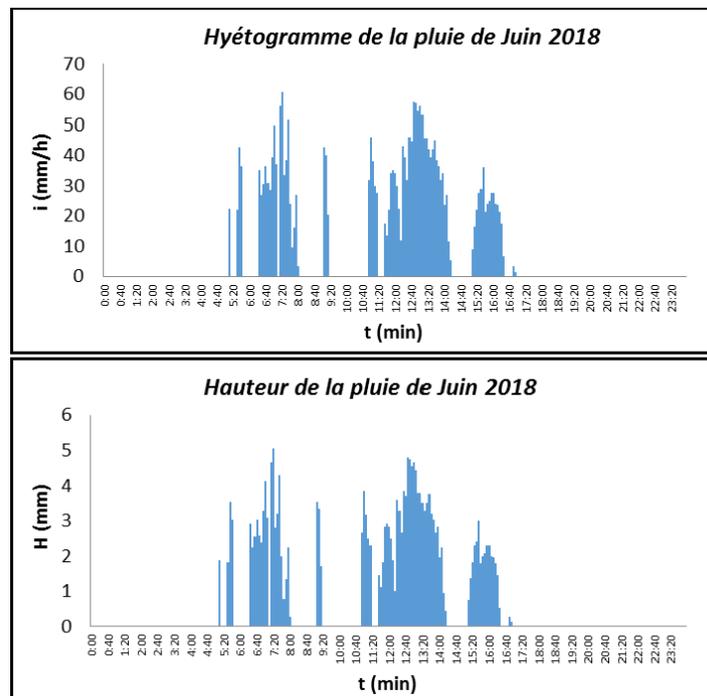


Fig. 12. *Intensité et hauteur de pluie du 9 juin 2018 – MétéoFrance - HydroConcept*

Les caractéristiques des deux évènements sont les suivantes :

- 1^{er} évènement :
 - Durée : 380 min (6 h) ;
 - Intensité max : 56.5 mm/h à 7h15 UTC ;
 - Hauteur cumulée : 61 mm.
- 2^{ème} évènement :
 - Durée : 595 min (9.91 h) ;
 - Intensité max : 55.5 mm/h à 12h55 UTC ;
 - Hauteur cumulée : 145.2 mm.

Le cumul de pluie global sur la journée **est supérieur à 200 mm, une valeur bien supérieure à celles observées sur les stations** présentées dans la partie précédente.

Cette pluie sera retenue comme pluie de référence pour la suite de l'étude. Elle permettra notamment de caler les modèles hydrauliques sur la base des observations de riverains.

L'occurrence de l'évènement pluvieux vient confirmer son caractère exceptionnel et est une première étape à l'explication des dysfonctionnements observés.

1.2.3. DEBITS COURANTS DE REFERENCE

Concernant la définition des débits courants (inférieurs au débit de crue biennal), la méthode retenue consiste en l'utilisation des données hydrométriques d'une station de référence.

Les débits courants pris en compte dans la présente étude sont les suivants :

- QMNA5 : débit d'étiage ;
- Q_{Septembre} : débit mensuel de septembre (débit moyen mensuel le plus faible) ;
- Module interannuel.

Les stations hydrométriques présentes sur le secteur élargi sont les suivantes :

Tabl. 11 - Stations hydrométriques

Code Station	Cours d'eau	Surface Bassin Versant	Période	Distance à la zone d'étude
M3711810	L'Oudon à Cossé-le-Vivien [melleray (pont D153)]	133 km ²	1988-2021	14 km
J7024010	La Valière à Erbrée [Pont D 110]	31 km ²	1979-2021	15 km
J7024020	La Valière à Vitré [Le Château des Rochers]	68 km ²	1979-2021	17 km
M3504010	Le Vicoïn à Nuillé-sur-Vicoïn	235 km ²	1973-2021	14 km

Tabl. 12 - Débits caractéristiques courants – Stations hydrométriques

Code Station	Surface Bassin Versant	QMNA5 (l/s)	Q _{Septembre} (l/s)	Module (m ³ /s)
M3711810	133 km ²	5	88	0.945
J7024010	31 km ²	18	46	0.278
J7024020	68 km ²	17	155	0.384
M3504010	235 km ²	50	188	1.900

L'utilisation de la formule de Myer permet d'extrapoler le débit en un point, dans les cas de bassins versants similaires.

Cette méthode se base sur le calcul suivant :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^\alpha$$

Avec :

- Q : débit du cours d'eau ;
- S : surface du bassin versant ;
- α : coefficient de Myer (valeur usuellement de 1 pour les débits courants).

Le tableau suivant illustre l'application de la formule de Myer au ruisseau de l'Ardonnière pour chaque station hydrométrique de référence :

Tabl. 13 - Débit courants – Ardonnière

Station de référence utilisée	Code Station	Superficie du bassin versant	Débit de l'Ardonnière (l/s)		
			QMNA5	Q _{Septembre}	Module
L'Oudon à Cossé-le-Vivien [melleray (pont D153)]	M3711810	133 km ²	0.04	0.7	7.0
La Valière à Erbrée [Pont D 110]	J7024010	31 km ²	0.57	1.5	8.9
La Valière à Vitré [Le Château des Rochers]	J7024020	68 km ²	0.25	2.3	5.6
Le Vicoin à Nuillé-sur-Vicoin	M3504010	235 km ²	0.21	0.8	8.0
Moyenne			0.27	1.3	7.4

La moyenne peut être retenue comme valeur de référence, étant donné la proximité des différentes valeurs.

Les débits calculés sont très faibles. Par conséquent, **seule la valeur du module sera utilisée dans la suite de l'étude**, les calculs hydrauliques ne permettant pas de définir des aménagements pour des valeurs plus faibles.

1.2.4. DEBITS DE CRUE DE REFERENCE

1.2.4.1. DEBITS CARACTERISTIQUES DE CRUE : METHODES EMPIRIQUES

Dans un premier temps, les débits caractéristiques de périodes de retour 10 ans et 100 ans ont été estimés.

Les débits caractéristiques (période de retour 10 ans) sont calculés à l'aide de méthodes usuelles empiriques adaptées aux petits bassins versants :

- Méthode rationnelle ;
- Méthode CRUPEDIX ;
- Méthode SCS ;
- Méthode Socose.

L'ordre de grandeur des domaines de validité (superficie) des différentes méthodes sont les suivants :

- Méthode rationnelle : < 1 km² ;
- Méthode Crupédix : > 10 km² ;
- Méthode SCS : < 15 km² ;
- Méthode Socose : > 2 km².

Les valeurs de pointe des différents débits caractéristiques obtenues selon ces différentes méthodes de calcul, sont fournies dans le tableau suivant.

Tabl. 14 - Débit de pointe décennal des sous-bassins versants

BV	Débit de pointe décennal Q_{10} (m ³ /s)					
	Q_{10} Rationnelle	Q_{10} CRUPEDIX	Q_{10} SCS	Q_{10} SOCOSE	Moyenne	Moyenne (hors rationnelle)
Amont	1.64	0.23	0.28	0.50	0.66	0.34
Est	0.51	0.04	0.03	0.17	0.19	0.08
Est2	0.56	0.04	0.02	0.16	0.20	0.07
Lotissement	0.76	0.05	0.04	0.19	0.26	0.09
Ouest	1.15	0.13	0.17	0.36	0.45	0.22

Par ailleurs, la méthode rationnelle a tendance à surestimer les débits de pointe, en particulier concernant les bassins versants ruraux.

Les valeurs suivantes sont retenues dans un premier temps :

- **Méthode rationnelle** pour les petits bassins versants fortement urbanisés : Est, Est 2 et Lotissement ;
- **Méthode Socose** pour les bassins versants ruraux : Amont et Ouest.

Les débits de pointe de période de retour 100 ans sont estimés via les méthodes Rationnelle, CRUPEDIX et IT77.

Remarque : ces méthodes sont usuellement utilisés pour la période de retour 10 ans, et peuvent surestimer les valeurs concernant la période de retour 100 ans.

D'après l'Instruction Technique de 1977, on peut estimer que la valeur du débit instantané maximal de la crue centennale (Q_{100} ans) est égale au double de la valeur du débit instantané maximal de la crue décennale.

Tabl. 15 - Débit de pointe centennal des sous-bassins versants

BV	Débit de pointe centennal Q_{100} (m ³ /s)		
	Q_{100} Rationnelle	Q_{100} CRUPEDIX	Q_{100} IT77
Amont	3.51	0.48	1.00
Est	0.87	0.08	1.02
Est2	0.94	0.07	1.12
Lotissement	1.28	0.11	1.52
Ouest	2.29	0.25	0.72

De la même manière que pour la crue décennale, la méthode rationnelle surestime les débits de crue des bassins versants ruraux.

Les valeurs suivantes sont retenues dans un premier temps :

- **Méthode rationnelle** pour les petits bassins versants fortement urbanisés : Est, Est 2 et Lotissement ;
- **Méthode IT77** pour les bassins versants ruraux : Amont et Ouest.

Les valeurs suivantes sont ainsi retenues concernant les débits de pointes issus des méthodes empiriques :

Tabl. 16 - Débits de pointe – Méthodes empiriques (m³/s)

BV	Q ₁₀	Q ₁₀₀
Amont	0.50	1.00
Est	0.51	0.87
Est2	0.56	0.94
Lotissement	0.76	1.28
Ouest	0.36	0.72

1.2.4.2. DEBITS CARACTERISTIQUES DE CRUE : MODELISATION HYDROLOGIQUE

La présente étude prévoit l'estimation au droit de chaque site d'étude des débits suivants : Q10, Q50, Q100, Qjuin2018.

La pluie de juin 2018 est finement caractérisée (cf. partie ad hoc), mais il reste difficile d'estimer précisément la période de retour considérée. Une modélisation hydrologique a donc été réalisée afin d'estimer les débits observés à cette date via un module de transformation pluie-débit.

Cette modélisation permettra dans le même temps de comparer les débits caractéristiques simulés (Q10 et Q100) aux débits empiriques de référence.

Par ailleurs, la modélisation hydraulique devra prendre en compte des hydrogrammes de crue, directement caractérisés via la modélisation hydrologique.

Le logiciel Canoe a été utilisé dans le cadre de la modélisation hydrologique.

DEBITS DE CRUE 10 ANS ET 100 ANS

Dans un premier temps, pour comparaison avec les débits calculés via les méthodes empiriques, les pluies de projet suivantes ont été modélisées :

- Pluie double triangle théorique de période de retour 10 ans sur 2 h (25 mm) ;
- Pluie double triangle théorique de période de retour 100 ans sur 2 h (40 mm).

Le graphique suivant illustre un exemple de pluie de projet :

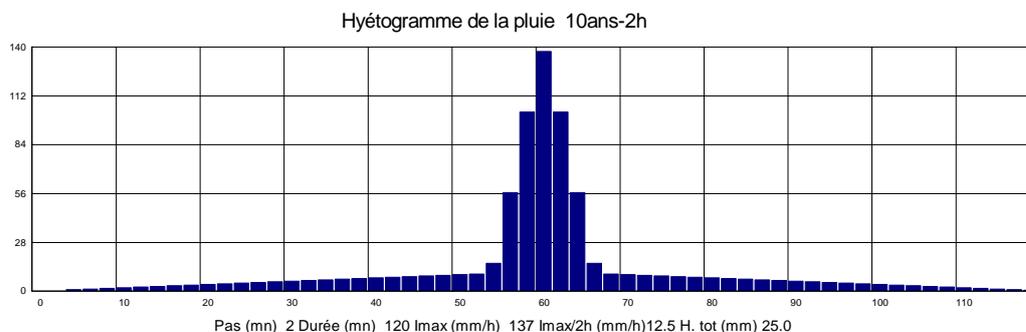


Fig. 13. Exemple de pluie de projet – T=10 ans – durée=2h

L'ensemble des sous-bassins versants a été modélisé.

Le tableau suivant illustre les résultats de la modélisation hydrologique.

Tabl. 17 - Débits de pointe issu de la modélisation hydrologique Q10 / Q100

BV	Débits de pointe (m ³ /s)			
	Q10 Empirique (rappel)	CANOE Pluie 10 ans d=2h (25mm)	Q100 Empirique (rappel)	CANOE Pluie 100 ans d=2h (37mm)
Amont	0.50	0.46	1.00	1.1
Est	0.51	0.65	0.87	0.98
Est2	0.56	0.68	0.94	1.04
Lotissement	0.76	0.96	1.28	1.46
Ouest	0.36	0.31	0.72	0.76

On observe que la modélisation hydrologique donne des résultats satisfaisants pour les crues décennale et centennale.

DEBITS DE CRUE RETENUS

Dans le cadre de la présente étude, les débits caractéristiques retenus par la suite sont ceux issus de la modélisation :

- Q10 : Pluie double triangle théorique de période de retour 10 ans sur 2 h (25 mm) ;
- Q50 : Pluie double triangle théorique de période de retour 50 ans sur 2 h (33 mm) ;
- Q100 : Pluie double triangle théorique de période de retour 100 ans sur 2 h (40 mm).

Le tableau suivant illustre ces valeurs :

Tabl. 18 - Débits caractéristiques retenus

BV	Débits caractéristiques retenus(m ³ /s)		
	Q10	Q50	Q100
Amont	0.46	0.90	1.10
Est	0.65	0.87	0.98
Est2	0.68	0.92	1.04
Lotissement	0.96	1.30	1.46
Ouest	0.31	0.61	0.76

Le tableau suivant illustre les volumes ruisselés sur l'ensemble des sous-bassins versants :

Tabl. 19 - Volumes ruisselés

Volume global de crue (m ³)			
Bassin versant	Q10	Q50	Q100
Amont	2011	3510	4213
Est	797	1074	1204
Est2	771	1039	1165
Lotissement	1125	1517	1700
Ouest	1126	1959	2350

1.2.4.3. DEBIT DE CALAGE : MODELISATION HYDROLOGIQUE

Le débit de calage concernant l'événement de juin 2018 a été modélisé.

La pluie de projet suivante a été prise en compte : pluie réelle de juin 2018 (202 mm).

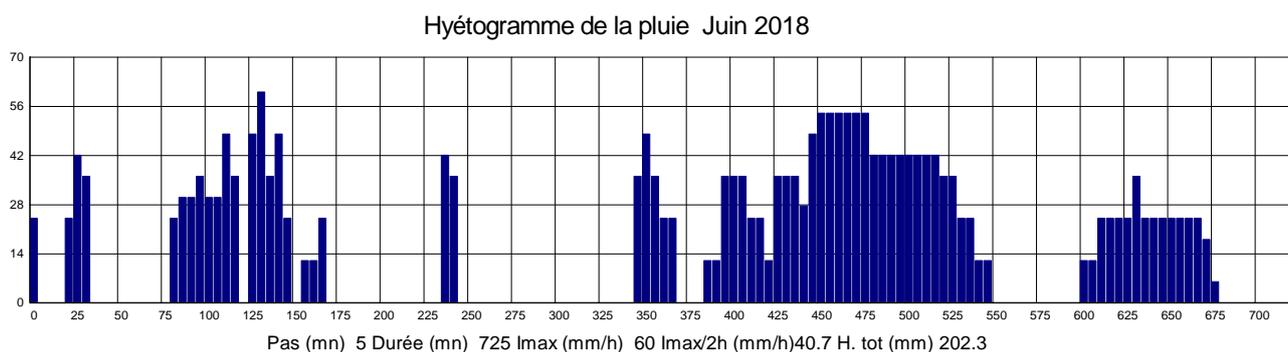


Fig. 14. Pluie de projet – Juin 2018

L'ensemble des sous-bassins versants a été modélisé. Le tableau suivant illustre les résultats de la modélisation hydrologique.

Tabl. 20 - Modélisation hydrologique - Débits de pointe de juin 2018 (m³/s)

BV	Juin 2018 réelle (202 mm)
Amont	2.36
Est	0.52
Est2	0.50
Lotissement	0.73
Ouest	1.32

On note que les débits de l'événement de juin 2018 sont :

- Supérieurs à ceux de la crue centennale (rapport de 2) pour les « grands » bassins versants ruraux ;
- Inférieurs à ceux de la crue centennale (rapport de 0.5) pour les « petits » bassins versants urbains.

Cela s'explique par les caractéristiques hydrologiques particulières des sous-bassins versants urbains, dont le temps de réponse est très court. Ainsi, malgré un ruissellement très important, l'étalement des pluies sur la période considérée (tel que le montre le graphe précédent) permet une chute du débit (jusqu'à une valeur nulle) entre les différentes périodes de pluie.

Les hydrogrammes suivants, issus de la modélisation, illustrent ce point :

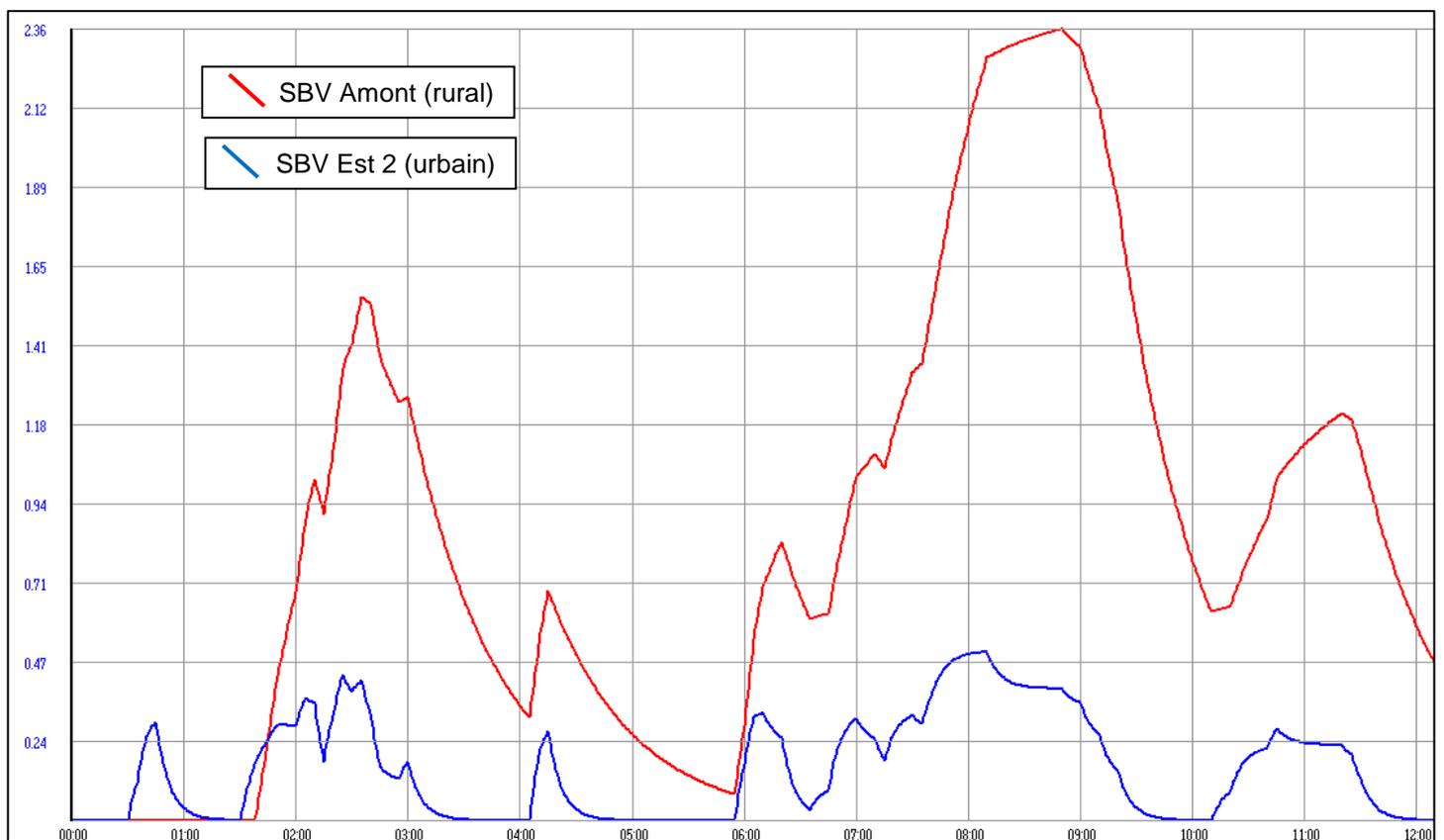


Fig. 15. Hydrogrammes - Juin 2018

1.2.4.4. DEBIT JOURNALIER BIENNAL (QJ2)

Le débit journalier biennal est usuellement utilisé lors des études de continuité écologique et de renaturation de cours d'eau. Il représente le débit capable naturel de la section de cours d'eau, au-delà duquel des débordements sont observés. Cette valeur est importante dans le cadre du projet de renaturation du ruisseau de l'Ardonnière au droit de l'actuel plan d'eau.

La méthode de calcul du QJ2 se base sur le rapport QJ2/QIX10 (débit journalier de crue biennal / débit de pointe de crue décennal, noté Q10 par la suite) des stations hydrométriques de référence. La connaissance du débit de pointe décennal du ruisseau de l'Ardonnière défini précédemment permet le calcul du débit journalier biennal.

Tabl. 21 - QJ2 – Ardonnière

Cours d'eau	Superficie du bassin versant	Rapport QJ2/Q10	QJ2 Ardonnière (m³/s)
Oudon	133 km²	2.3	1.33
Valières	31 km²	2.6	1.17
Valières	68 km²	2.6	1.17
Vicoïn	235 km²	2.2	1.39
Moyenne		2.4	1.26

1.3. MODELISATION HYDRAULIQUE

1.3.1. LOGICIEL HEC-RAS

Le logiciel de simulation retenu pour cette étude est le logiciel HEC-RAS, développé par l'US ARMY CORPS OF ENGINEERS. Ce logiciel permet de simuler des écoulements monodirectionnels dans des rivières ramifiées et maillées (1D), ainsi que des écoulements bidirectionnels permettant une analyse très précise des débordements en lit majeur notamment (2D). La simulation peut se faire à débit constant (régime permanent) ou à débit variable dans le temps (régime transitoire).

Ce logiciel permet également de prendre en compte l'ensemble des éléments pouvant modifier les écoulements (seuil, déversoir latéral, pont, passage busé, ...).

Le modèle hydraulique de la présente étude est construit sous la version 5.0.7 d'HEC-RAS.

Le choix concernant la modélisation sur le site d'étude s'est orienté vers une modélisation couplée 1D/2D. En effet, le contexte de cours d'eau busé sur une grande partie de la traversée de Loiron ainsi les débordements et ruissellements importants observés lors de l'événement de juin 2018 nécessitent une prise en compte détaillée des écoulements hors busage.

1.3.2. CONSTRUCTION DU MODELE

1.3.2.1. STRUCTURE DU MODELE

Le modèle a été construit sur la base des levés topographiques effectués (profils en long et en travers, Modèle Numérique de Terrain).

Il est à noter que le traitement du MNT (maillage) dans la modélisation hydraulique peut entraîner, par simplification, de légères erreurs de fonctionnement hydraulique. C'est notamment le cas au droit du 12 rue de la Grenouillère où la cote de 137.23 m IGN69 doit être atteinte pour pénétrer dans la cour.

La figure suivante illustre l'emprise des modèle 1D et 2D :

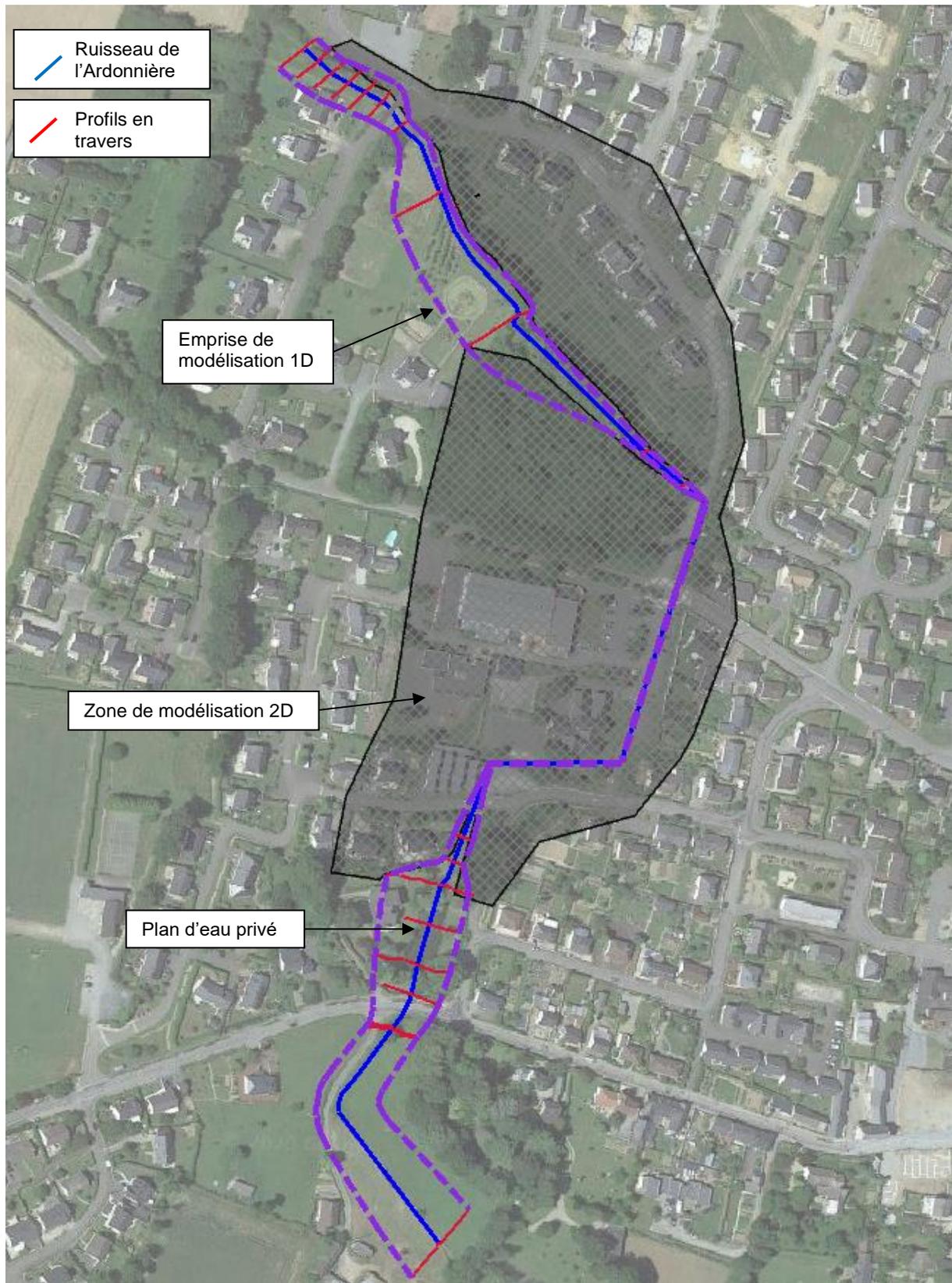


Fig. 16. Modélisation hydraulique – Ruisseau de l'Ardonnière

1.3.2.2. CONDITIONS AUX LIMITES

Dans le cas du modèle 1D/2D, les conditions aux limites sont les suivantes :

- Conditions limites amont : hydrogrammes issus de la modélisation hydrologique pour chaque sous-bassin versant ;
- Condition limite aval : loi de hauteur normale* imposée au profil en travers aval. La valeur de la pente d'énergie retenue, établie lors de la phase de calage du modèle, est de 0.5% pour les deux modèles.

**hauteur normale : hauteur d'eau atteinte pour un écoulement permanent et uniforme pour un profil et une pente donnés.*

Par ailleurs, le modèle étant largement étendu en amont et en aval, **la condition limite aval n'a pas d'influence sur le niveau d'eau au droit du site.**

La figure en page suivante illustre la localisation des conditions limites du modèle.

1.3.2.3. PARAMETRES DIVERS

Au-delà des éléments structurels topographiques et des éléments hydrologiques, sont renseignés dans le modèle numérique les paramètres suivants :

- **La rugosité en lit mineur et lit majeur du cours d'eau** traduisant la composition du fond du lit (matériaux fins ou grossiers : sable, vase, cailloux, etc.), l'occupation des sols ainsi que sa ripisylve (dense, clairsemée, voire absente).
- **La rugosité dans les ouvrages hydrauliques** traduisant le(s) matériau(x) de composition de l'ouvrage (béton, acier, etc.) mais également son éventuel envasement ou la présence d'embâcles.

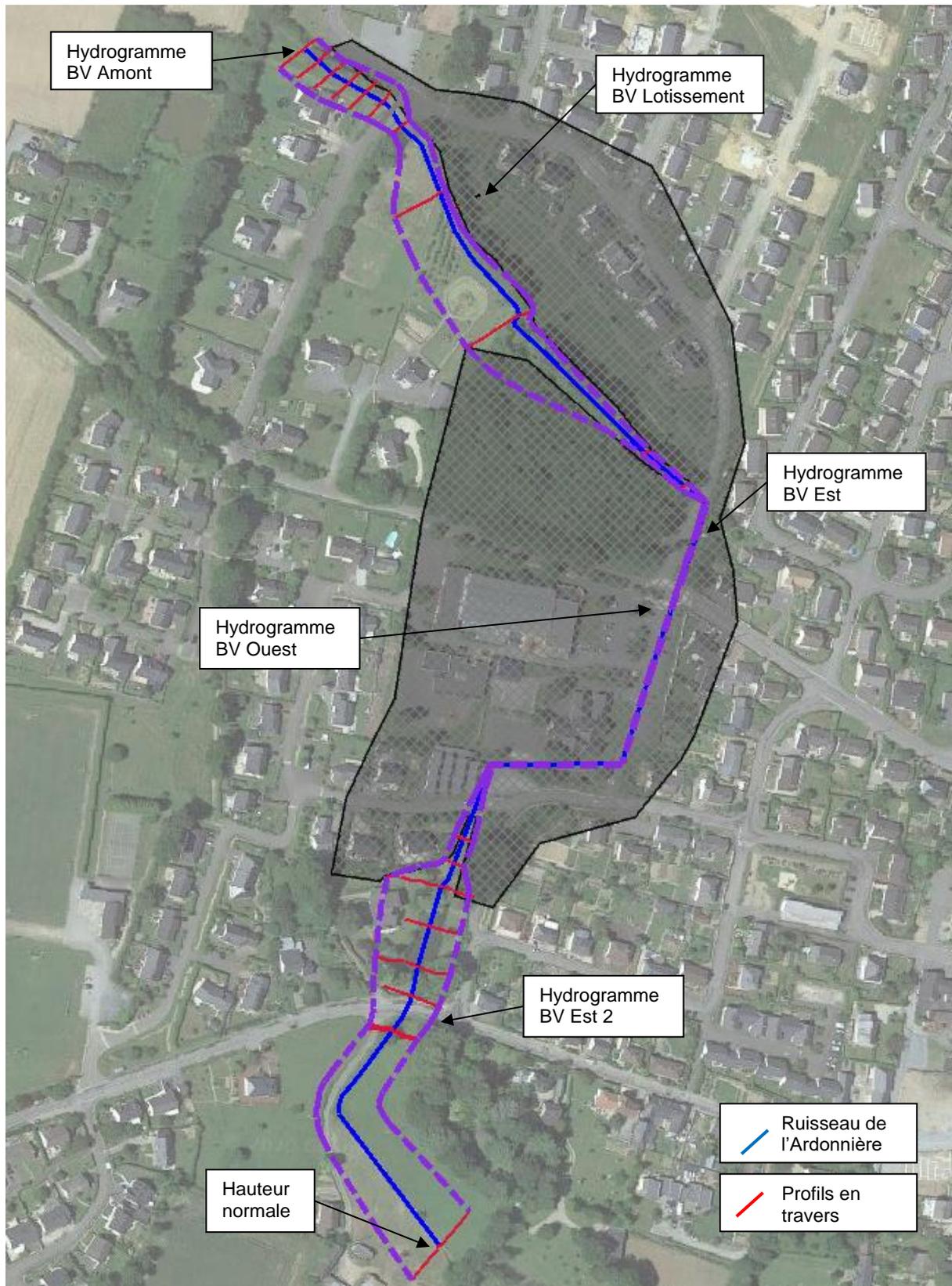


Fig. 17. Modélisation hydraulique – Conditions aux limites

1.3.3. RESULTATS DE CALAGE – JUIN 2018

Le calage du modèle se base sur la caractérisation des débordements observés en juin 2018, à savoir le respect :

De l'enveloppe de débordement observée (cf. 1.1.2)

- Des cotes de laisses de crue caractérisées lors des levés topographiques ;
- Des écoulements observés par les acteurs locaux et dont les photographies permettent de rendre compte (inondation de la salle des fêtes, de la cour de l'école, etc.).

Point particulier : plan d'eau privé

Le plan d'eau privé situé en aval du modèle hydraulique influe fortement sur les écoulements en période de crue importante. En effet, l'ouvrage situé en aval et permettant la vidange du plan d'eau est une buse de diamètre 800 mm, ne permettant pas le transit des débits estimés dans la partie précédente. Etant donné le volume limité du plan d'eau (environ 2 000 m³), l'effet rétention est très faible. Par conséquent, un débit simulé trop important entraîne une montée du niveau d'eau vers l'amont, non compatible avec les observations de juin 2018.

C'est ce qui est observé lors de la simulation des débits de juin 2018.

Par conséquent, les valeurs issues de la modélisation hydrologique ont été ajustées via un coefficient multiplicateur permettant de modéliser hydrauliquement les niveaux observés. La valeur de 0.58 (soit une réduction de 42% du débit initialement modélisé) permet d'obtenir un calage pertinent.

Cette modification des valeurs initiales peut s'expliquer par des différences locales concernant la pluviométrie. Le hyétogramme utilisé pour l'événement de juin 2018 peut être largement surestimé par rapport aux cumuls observés à Loiron-Ruillé.

La figure en page suivante illustre la hauteur d'eau maximale sur l'ensemble de l'emprise modélisée, dont 4 points de référence (H1 à H4) qui seront repris dans les cartographies prenant en compte les aménagements proposés.

Le tableau suivant illustre le calage concernant les différentes laisses de crue :

Tabl. 22 - Résultats de calage

Laisse de crue	Z _{eau} HEC RAS (m IGN69)	Laisse de crue (m IGN69)	Différence (m)	Remarque
Loiron 1	136.06	136.17	-0.09	Les laisses sont très proches. La valeur « Loiron 2 » est retenue.
Loiron 2	136.06	136.04	+0.02	
Loiron 3	136.18	136.19	-0.01	-
Loiron 4	137.26	137.42	-0.16	Les laisses sont très proches. La valeur « Loiron 4 » est retenue.
Loiron 5	137.26	137.46	-0.20	

La réduction du débit simulé hydrologiquement permet d'obtenir un calage de modèle hydraulique satisfaisant (emprise réaliste, hauteurs d'eau en différents points pertinente).

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C

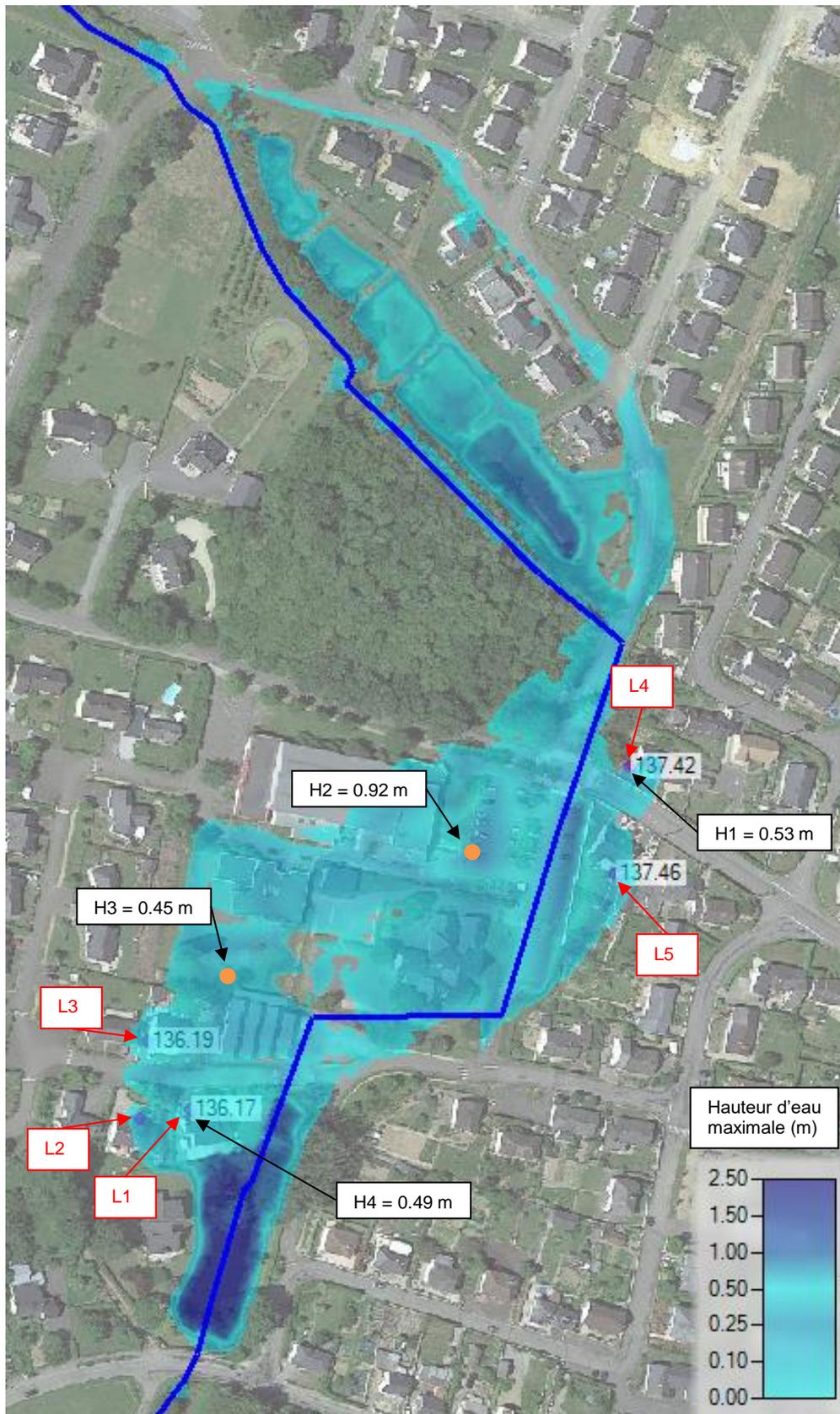


Fig. 18. Modélisation hydraulique – Calage – 0.58 Q_{Juin2018}

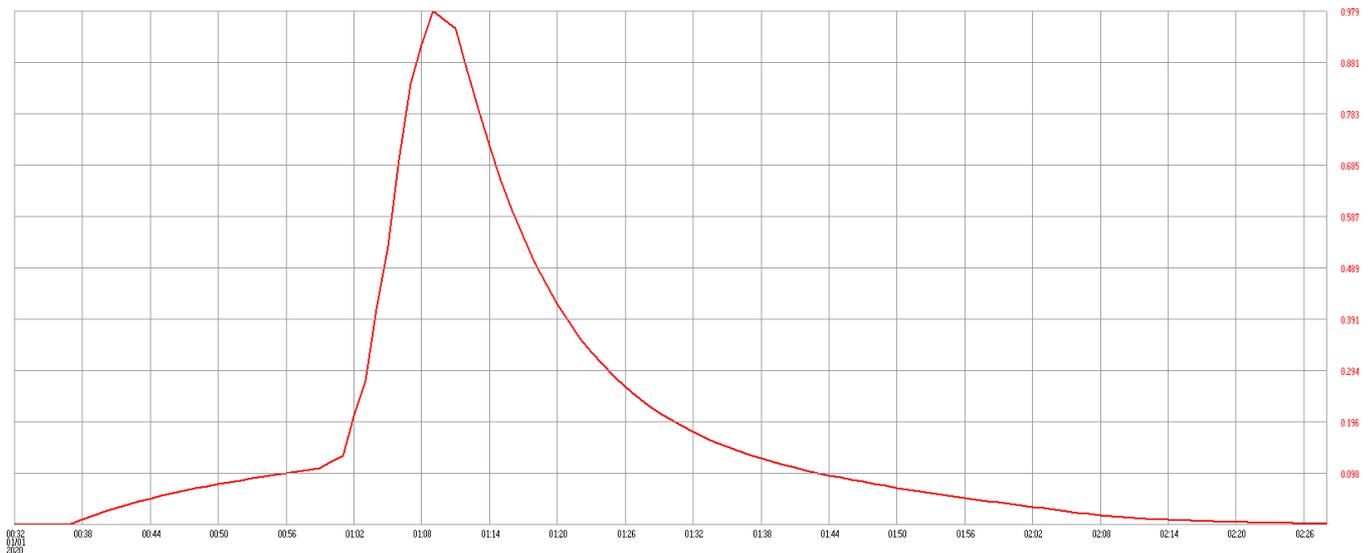
1.3.4. RESULTATS – DEBITS CARACTERISTIQUES

Le tableau suivant rappelle les débits de pointe caractéristiques pris en compte et intégrés dans le modèle hydraulique.

Tabl. 23 - Débit caractéristiques simulés

BV	Débits caractéristiques retenus(m ³ /s)		
	Q10 (pluie 2h – 25 mm)	Q50 (pluie 2h – 33 mm)	Q100 (pluie 2h – 40 mm)
Amont	0.46	0.90	1.10
Est	0.65	0.87	0.98
Est2	0.68	0.92	1.04
Lotissement	0.96	1.30	1.46
Ouest	0.31	0.61	0.76

La figure suivante illustre, à titre d'exemple, l'hydrogramme du sous-bassin versant Est pour la crue centennale :

**Fig. 19. Hydrogramme – Crue centennale – bassin versant Est**

Les figures suivantes illustrent la hauteur d'eau maximale modélisée pour les crues cinquantiennale et centennale. Aucun débordement n'est observé pour la crue décennale au sud de la rue de la Grenouillère.

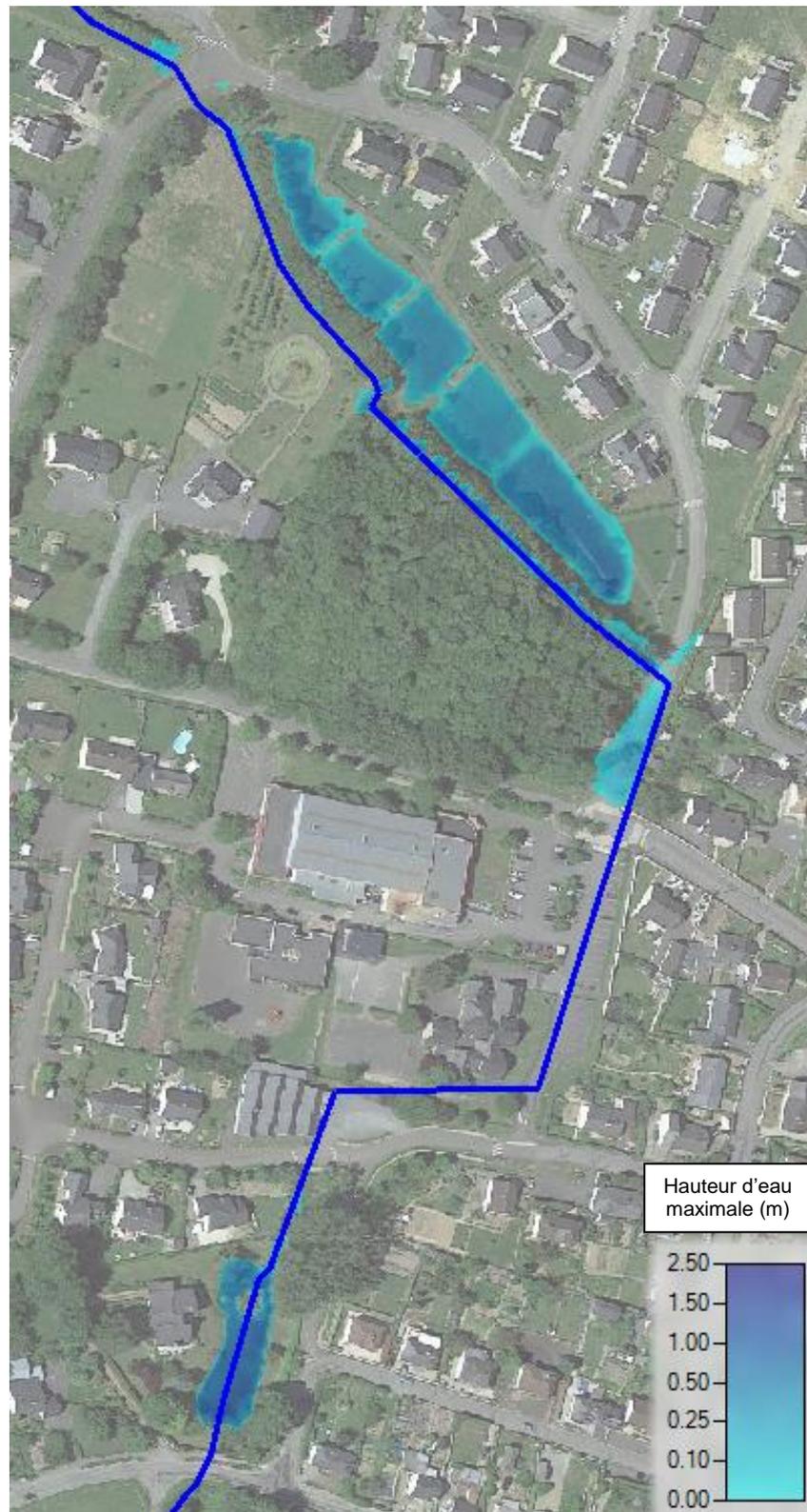


Fig. 20. *Modélisation hydraulique – Q₁₀*

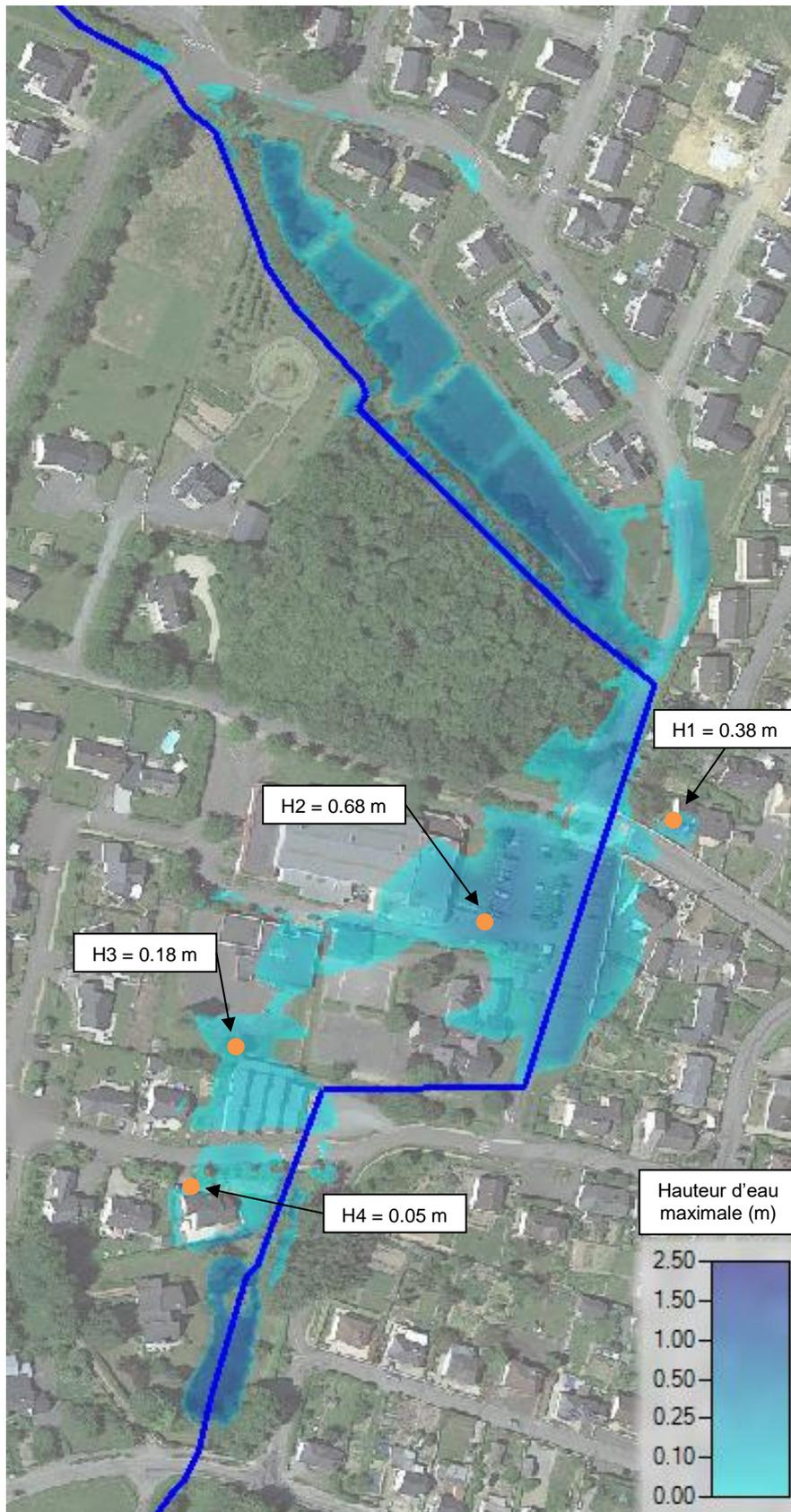


Fig. 21. Modélisation hydraulique – Q_{50}

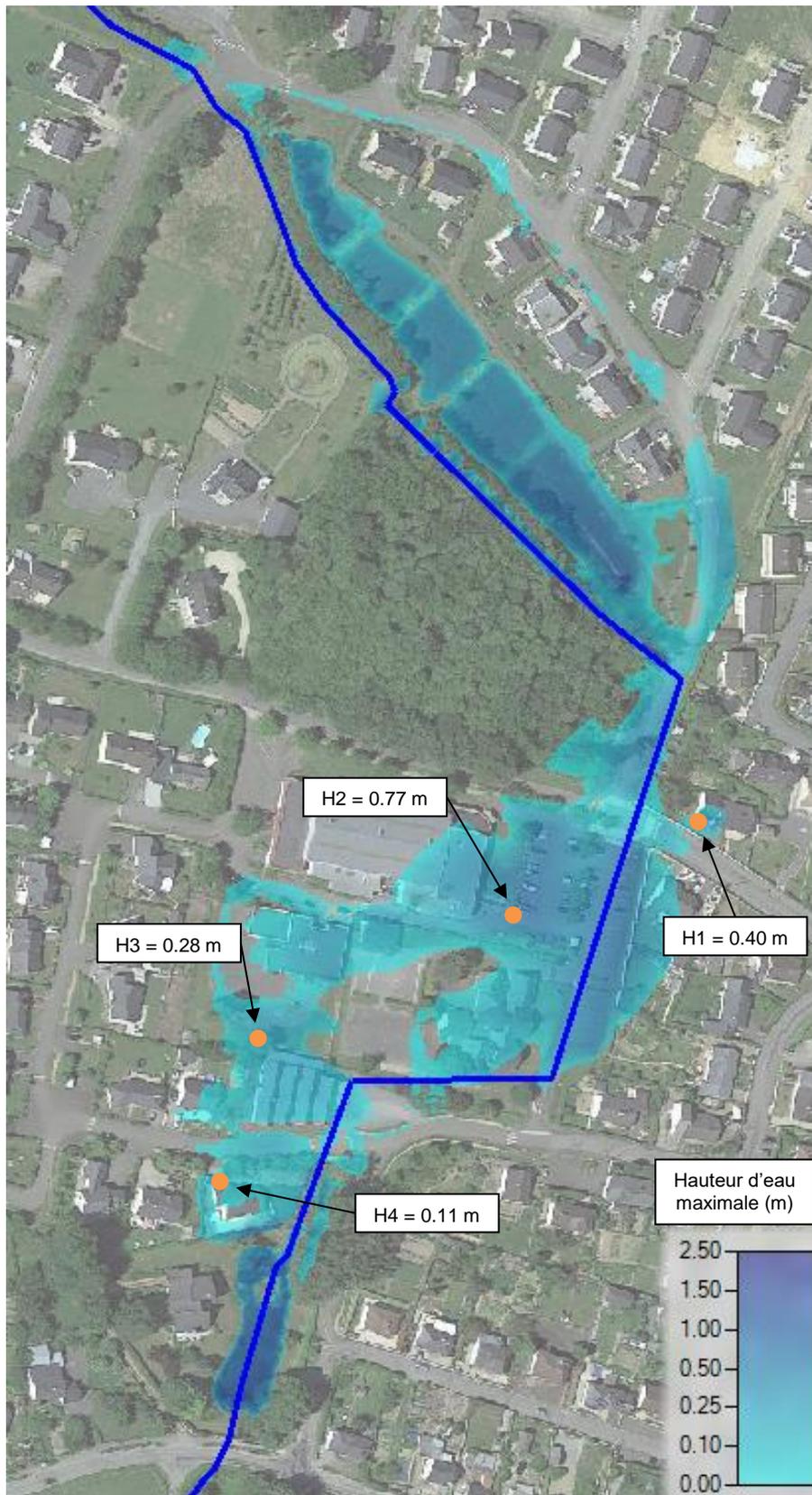


Fig. 22. Modélisation hydraulique – Q_{100}

1.4. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX

La modélisation hydraulique des différents événements (crue de juin 2018, Q10, Q50, Q100) a permis de mettre en avant les principaux points suivants :

- L'événement de juin 2018 est très rare, et a entraîné des débordements plus importants que ceux simulés pour une crue centennale ;
- Aucun débordement n'est à noter concernant la crue décennale au sud de la rue de la Grenouillère, le centre-bourg touché en juin 2018 étant complètement épargné ;
- A l'état actuel et pour une crue type Juin 218, l'influence du plan d'eau se limite à la rue des Sports, cette influence est nulle sur les inondations en amont ;

Remarque : pour une crue de type Juin 2018, la présence ou non de la vanne a un impact négligeable quant à l'influence du pic de crue sur les hauteurs d'eau. En effet si la fermeture de la vanne implique la mise en eau du plan d'eau et donc une condition initiale a priori défavorable, le volume de ce dernier (~2000m³) est négligeable comparé au volume de la crue (>30 000m³ en juin 2018). De ce fait le plan d'eau sans la vanne se remplit dès le début de la crue et se comporte ensuite de la même façon qu'en présence ou non de la vanne.

- Les débordements sont la conséquence du sous-dimensionnement global du réseau busé. En particulier, la partie amont du linéaire souterrain, de diamètre Ø500, est en charge dès la crue décennale ;
- Les débordements issus de l'amont ainsi que ceux provenant des apports intermédiaires (via le réseau d'eaux pluviales) ruissellent sur l'ensemble de la partie inondée.

Pour les crues de périodes de retour 50 et 100 ans, les hauteurs d'eau observées sont importantes. On note ainsi sur le parking de la salle des fêtes (H2) une hauteur d'eau maximale (au droit de l'avaloir situé à proximité des containers de tri) de 68cm pour Q50 et 77 cm pour Q100 (à noter 92 cm pour la crue de 2018).

Le fonctionnement hydraulique global est le suivant :

- Le ruisseau de l'Ardonnière déborde au droit du busage en direction de la rue de la Grenouillère ;
- Il la traverse puis s'étale sur l'ensemble du parking de la salle des fêtes (des deux côtés de l'impasse des Sports) ;
- Les écoulements traversent la cour d'école avant de rejoindre la rue des Sports ;
- Contrairement à la crue de juin 2018, les terrains de sport sont épargnés ;
- Les hauteurs de ruissellement simulées en aval de la salle des fêtes sont limitées (5 cm en moyenne pour Q50, 10 cm pour Q100, en comparaison avec 30 à 35 cm pour la crue de juin 2018), atteignant le maximum (noté sur la cartographie) au fond de la cour d'école.

La hauteur H1 (12 rue de la Grenouillère) est par ailleurs à prendre avec précaution, le niveau d'eau maximal (137.14 m IGN69 pour la crue centennale) ne permettant pas d'inonder le terrain (cf § 1.3.2.1). Le risque de remontée dans le réseau pluvial individuel est cependant important.

2. PHASE 2 : PROPOSITION DE SCENARIOS

2.1. VULNERABILITE AUX INONDATIONS

2.1.1. MESURES ENVISAGEABLES

2.1.1.1. ECHELLE GLOBALE

Les solutions dites « à échelle globale » consistent à modifier les caractéristiques hydrologiques des sous-bassins versants, afin d'étaler les hydrogrammes de crues via :

- La diminution des débits de pointe des crues caractéristiques ;
- L'augmentation du temps de parcours de l'eau sur le bassin versant (temps de concentration et lag time* / temps de réponse) ;
- Le stockage d'une partie du volume ruisselé.

** le lag time correspond au temps écoulé entre le pic de l'évènement pluvieux et le pic de débit généré par le bassin versant, il est ainsi un autre paramètre permettant d'appréhender le temps de réponse du bassin.*

La modification de ces caractéristiques peut être mise en place par diverses techniques de réduction de la vitesse des apports en eau du bassin versant (haies, aménagements doux, etc.).

Du point de vue des caractéristiques hydrologiques, les aménagements ont pour conséquence de :

- Augmenter le lag time ;
- Diminuer le coefficient de ruissellement ;
- Ecrêter les hydrogrammes de crue.

Dans le cas de la présente étude, les aménagements suivants peuvent être considérés :

- Sur la partie amont du bassin versant :
 - Recréation du bocage par aménagement de haies sur talus. Les photographies aériennes suivantes illustrent la présence ancienne de haies.
 - Favorisation d'un système de rotation des cultures ;
 - Aménagement de zones d'expansion/débordement de façon diffuse notamment aux points bas des parcelles, le long des fossés et cours d'eau.

La solution d'aménagement de 'une zone de rétention permettant l'écrêtement des hydrogrammes de crue sont analysés au paragraphe 2.1.2.4 (solutions à l'échelle locale) ;
- Sur la partie urbanisée du bassin versant :
 - Pour les zones à urbaniser : voir paragraphe 0 ;
 - Sur la bassin versant « Est » (Rues « Petit Bois », « Chantepie », « Roseaux »...) : voir paragraphe.



Fig. 23. *Urbanisation du bourg de Loiron et évolution du bocage*

2.1.1.2. ECHELLE LOCALE

Les solutions dites « de protection » consistent à lutter contre les débordements sans modifier les caractéristiques hydrologiques des sous-bassins versants. Par conséquent, les débits de crue restent inchangés. Les principaux aménagements envisageables sont :

- Amélioration des écoulements afin d'abaisser la ligne d'eau (reprise d'ouvrages, de biefs, zone d'expansion de crue) ;
- Protection locale (diguette) ou individuelle (aménagements ou équipements au droit des habitations de type batardeau et clapet anti-retour).

Dans le cas de la présente étude, les aménagements suivants peuvent être considérés, selon le niveau d'ambition recherché (période de retour de protection envisagée) :

- Mise en place de protection localisées pour les habitations concernées par le risque inondation (batardeaux et clapets anti-retour) ;
- Renforcement du linéaire de cours d'eau busé :
 - Renforcement du busage limitant (partie amont du linéaire busé actuellement en diamètre Ø500) en diamètre Ø800 sur 55m ;
 - Renforcement du busage (partie amont actuellement diamètre Ø500 et Ø800) en diamètre Ø1000 sur 150m ;
- Aménagement d'une zone de rétention de 2000 m³ en amont de la zone d'étude.

2.1.2. SCENARIOS ETUDIES

2.1.2.1. SCENARIO I1 : PROTECTION RAPPROCHEE

Ce scénario considère l'aménagement de systèmes de protections individuelles.

Il concerne les enjeux compris dans l'enveloppe de la crue centennale:

- 4 habitations privées ;
- La salle des fêtes ;
- L'école ;
- L'accueil de loisirs.

En pratique, les aménagements prévus concernent la mise en place de batardeaux aux ouvertures, de clapets anti-retour (réseaux d'eaux pluviales et d'eaux usées) ainsi que de protections des aérations.

Du point de vue hydraulique, aucun aménagement n'étant proposé, les emprises de zones inondées sont inchangées.

La figure suivante localise ces aménagements.

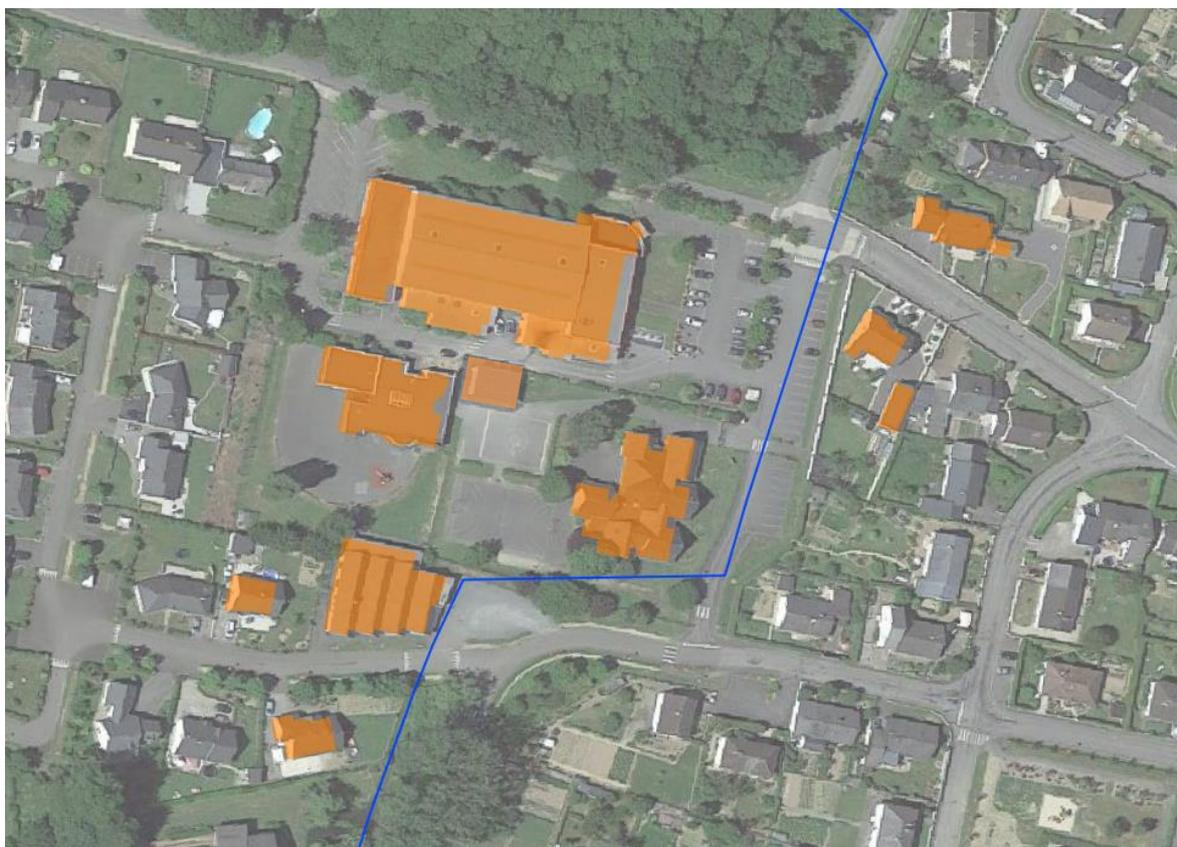


Fig. 24. Scénario I1 – Localisation des aménagements

Le coût du scénario 1 est estimé à 120 000 € HT (+/-20%), hors frais de :

- Acquisition foncière ;
- Maîtrise d'œuvre ;
- Etudes annexes (réglementaires, études de sols...) ;
- Dévoiement de réseaux ;
- Aléas techniques...

2.1.2.2. SCENARIO I2 : RENFORCEMENT Ø800

Le scénario de renforcement limité considère le renforcement de la canalisation de diamètre Ø500 et Ø600 en diamètre Ø800 sur 100m (partie amont du busage).

Le tableau suivant illustre les hauteurs d'eau en état actuel et en état projeté.

Tabl. 24 - Scénario I2 – Incidences hydrauliques

Point de référence	Hauteur d'eau (m)					
	Q ₅₀ - 33mm/2h			Q ₁₀₀ - 40mm/2h		
	Etat actuel	Etat projeté	Différence	Etat actuel	Etat projeté	Différence
H1 (12 rue de la Grenouillère)	0.38	0.38	0.00	0.40	0.41	+0.01*
H2 (Parking salle des fêtes)	0.68	0.46	-0.22	0.77	0.66	-0.11
H3 (Cour d'école)	0.18	0.00	-0.18	0.28	0.14	-0.14
H4 (7 rue des Sports)	0.05	0.00	-0.05	0.11	0.04	-0.07

*La hauteur H1 est à prendre avec précaution, le niveau d'eau maximal (137.19 m IGN69) ne permettant pas d'inonder le terrain du 12 rue de la Grenouillère. Le risque de remontée dans le réseau pluvial individuel est cependant important.

Les cartes en pages suivantes illustrent les emprises de zones inondées pour les crues cinquantennale et centennale.

D'un point de vue global, le renforcement en Ø800 de la partie amont permet la diminution de l'emprise inondable (notamment pour la crue cinquantennale, pour laquelle l'emprise est restreinte à la partie située au droit de la salle des fêtes), ainsi que des hauteurs d'eau maximales observées.

Pour ce scénario, les bâtiments restant impactés par les inondations sont les suivants** :

- Q50 : salle des fêtes et 1 maison en limite (12 rue Grenouillère) ;
- Q100 : salle des fêtes, école (2 bâtiments), bâtiment d'accueil de loisir, 1 maison en limite (12 rue Grenouillère).

**Le caractère inondable de chaque bâtiment est à confirmer par un levé topographique des seuils.

Il est cependant à noter que l'augmentation du débit capable de la partie souterraine augmente les remontées et débordements via le réseau pluvial. C'est ce phénomène qui est à l'origine de l'absence de diminution de la hauteur d'eau H1 en état projeté. En effet, le ruissellement devient plus limité via le nord de la rue de la Grenouillère, mais s'intensifie par remontée dans le réseau d'eaux pluviales.

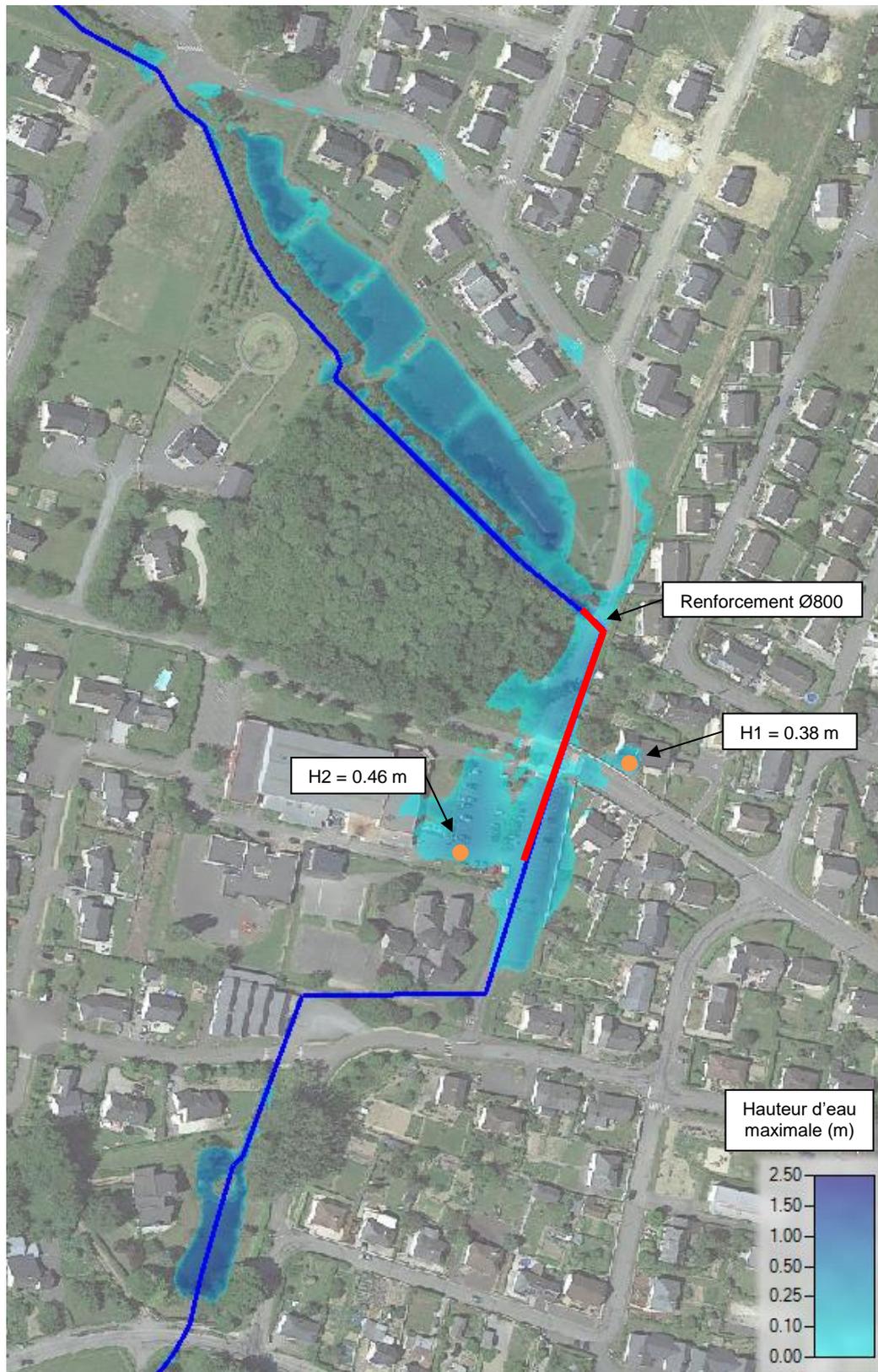


Fig. 25. Scénario I2 - Q₅₀

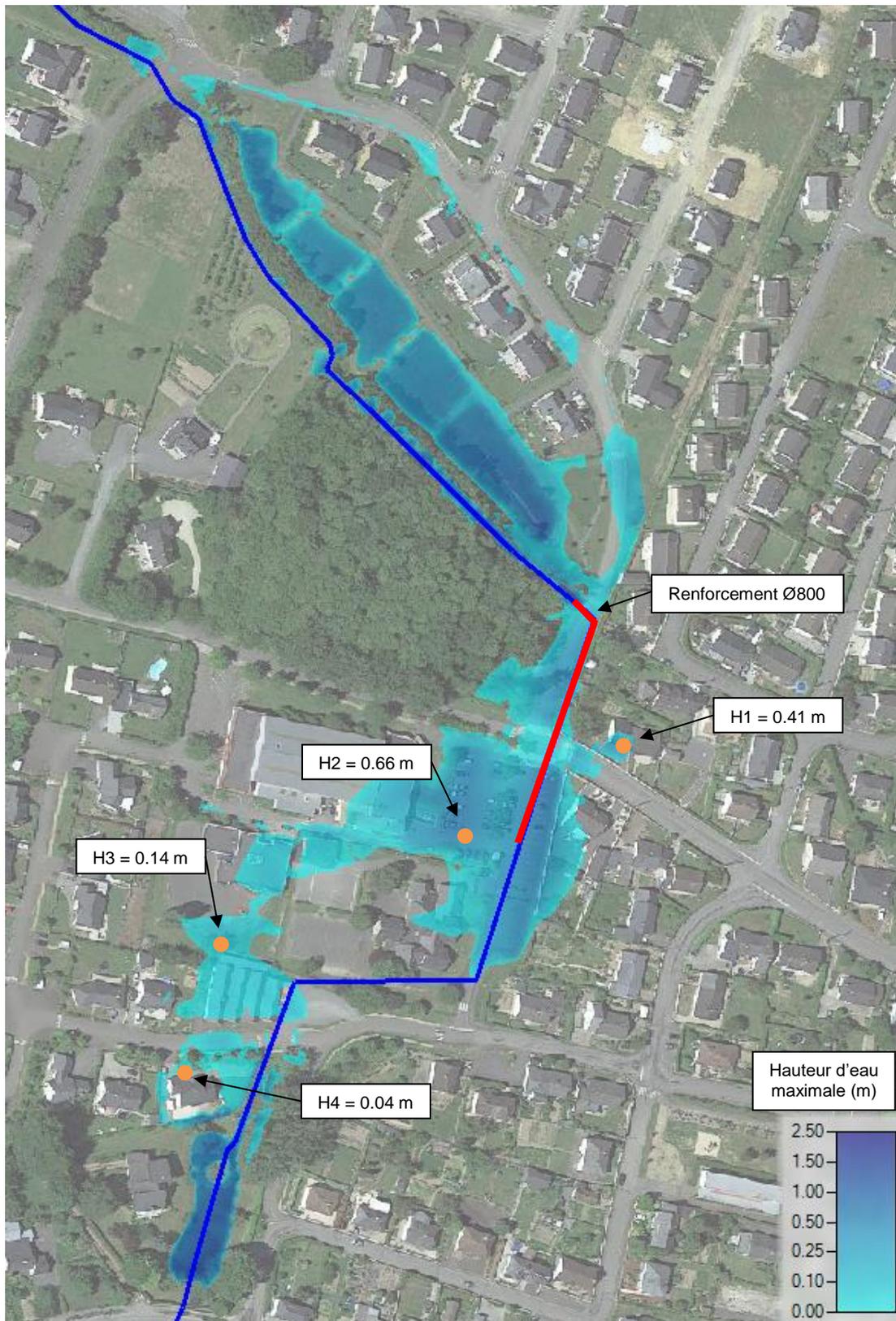


Fig. 26. Scénario I2 - Q₁₀₀

Le coût du scénario 2 est estimé à 65 000 € HT (+/-20%), hors frais de :

- Acquisition foncière ;
- Maîtrise d'œuvre ;
- Etudes annexes (réglementaires, études de sols...) ;
- Dévoiement de réseaux ;
- Aléas techniques...

2.1.2.3. SCENARIO I3 : RENFORCEMENT Ø1000

Le scénario de renforcement considère le renforcement de la canalisation de diamètre Ø500 et Ø600 en diamètre Ø1000 sur 100m (partie amont du busage).

Le tableau suivant illustre les hauteurs d'eau en état actuel et en état projeté

Tabl. 25 - Scénario I3 – Incidences hydrauliques

Point de référence	Hauteur d'eau (m)					
	Q ₅₀ - 33mm/2h			Q ₁₀₀ - 40mm/2h		
	Etat actuel	Etat projeté	Différence	Etat actuel	Etat projeté	Différence
H1 (12 rue de la Grenouillère)	0.38	0.00	-0.38	0.40	0.36	-0.04
H2 (Parking salle des fêtes)	0.68	0.17	-0.51	0.77	0.33	-0.44
H3 (Cour d'école)	0.18	0.00	-0.18	0.28	0.00	-0.28
H4 (7 rue des Sports)	0.05	0.00	-0.05	0.11	0.00	-0.11

**La hauteur H1 est à prendre avec précaution, le niveau d'eau maximal (137.19 m IGN69) ne permettant pas d'inonder le terrain du 12 rue de la Grenouillère. Le risque de remontée dans le réseau pluvial individuel est cependant important.*

Les cartes en pages suivantes illustrent les emprises de zones inondées pour les crues cinquantennale et centennale.

D'un point de vue global, le renforcement en Ø1000 de la partie amont permet la diminution de l'emprise inondable (l'emprise est restreinte à la partie située au droit de la salle des fêtes), ainsi que des hauteurs d'eau maximales observées.

Pour ce scénario, les bâtiments restant impactés par les inondations sont les suivants** :

- Q50 : aucun ;
- Q100 : salle des fêtes et une maison (12 rue Grenouillère) en limite.

***Le caractère inondable de chaque bâtiment est à confirmer par un levé topographique des seuils.*

Il est cependant à noter que l'augmentation du débit capable de la partie souterraine augmente les remontées et débordements via le réseau pluvial. C'est ce phénomène qui est à l'origine de la plus faible diminution de la hauteur d'eau H1 en état projeté. En effet, le ruissellement devient plus limité via le nord de la rue de la Grenouillère, mais s'intensifie par remontée dans le réseau d'eaux pluviales.

Il est à noter que le scénario de renforcement pourra être adapté, notamment par une remise à ciel ouvert du cours d'eau sur un linéaire à définir, en amont immédiat du réseau souterrain. Cet aménagement permettrait de maintenir le busage actuel en « conduite de décharge » en période de crue, ainsi que de déconnecter le cours d'eau du réseau pluvial sur le linéaire considéré. La figure suivante illustre la localisation de cette variante.

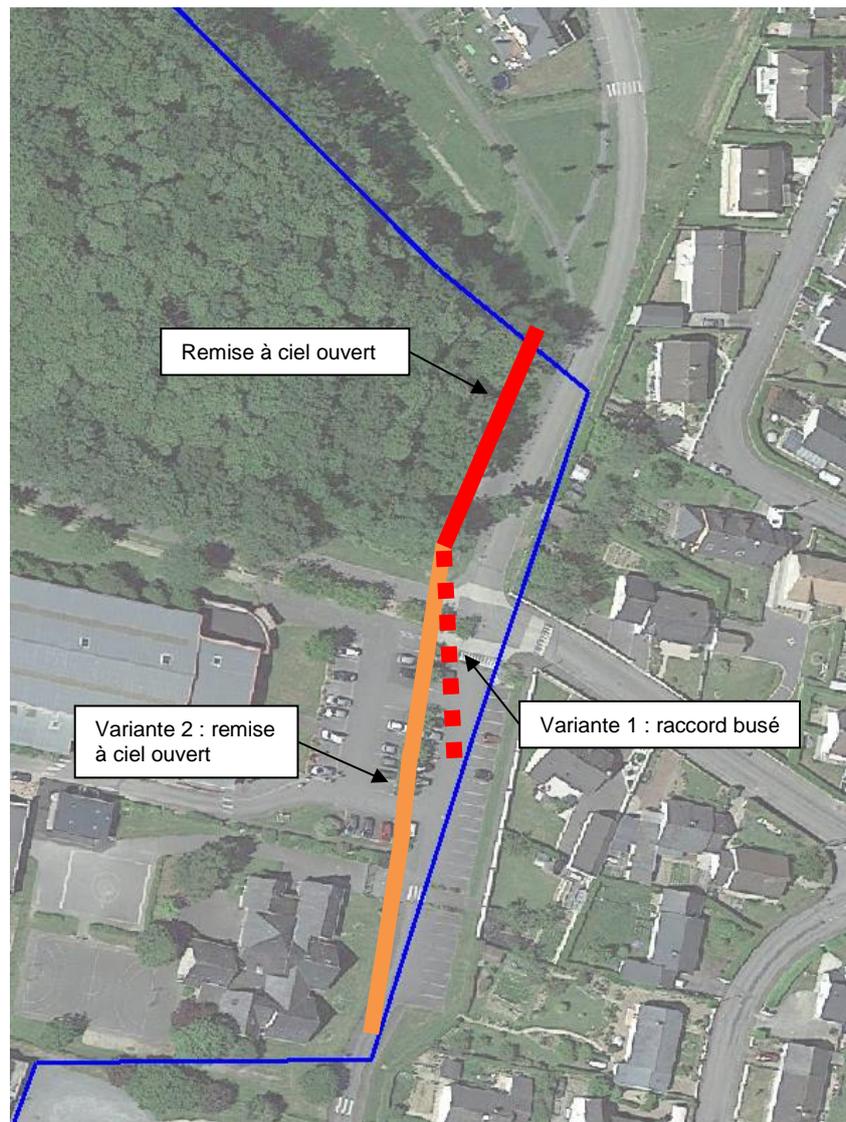


Fig. 27. Scénario I3 – Variante – Remise à ciel ouvert

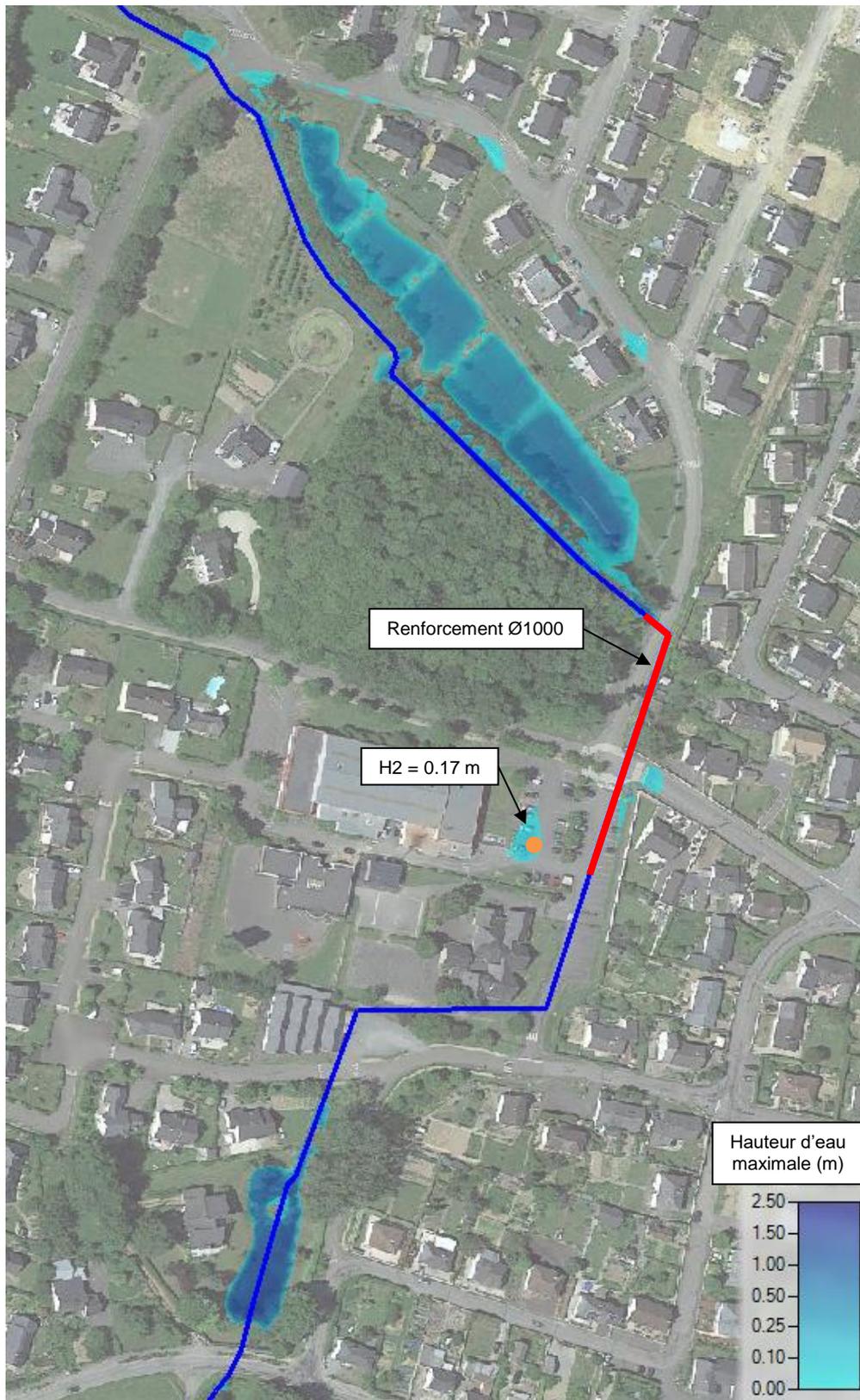


Fig. 28. Scénario I3 – Q₅₀

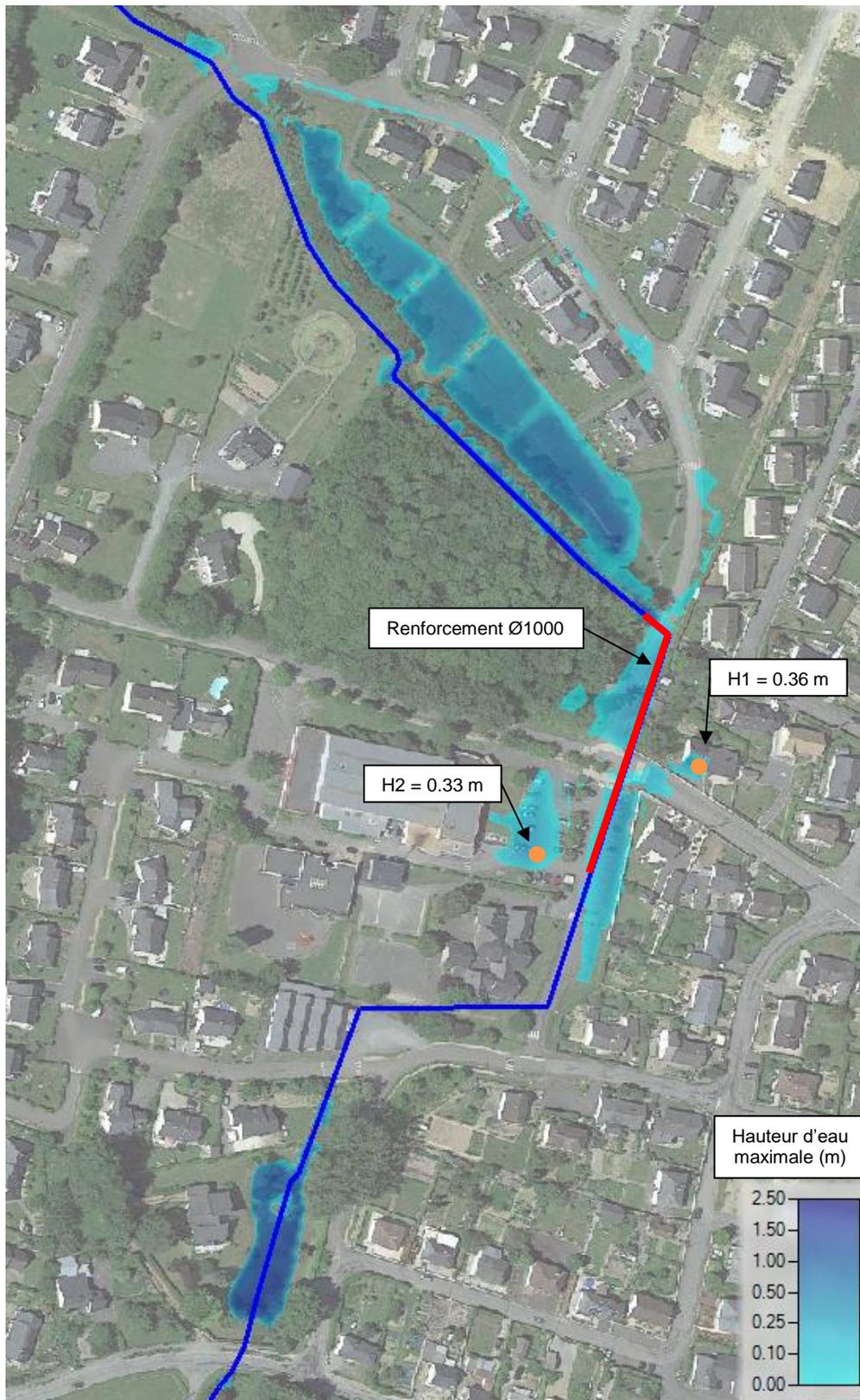


Fig. 29. Scénario I3 – Q₁₀₀

Il est à noter qu'au regard de la topographie locale, l'aménagement (rehausse ou approfondissement) des bassins de rétention actuels (permettant la gestion des eaux pluviales du sous-bassin versant « Lotissement ») n'est pas envisageable.

Le tableau suivant illustre les hauteurs d'eau en état actuel et en état projeté.

Tabl. 26 - Scénario I4 – Incidences hydrauliques

Point de référence	Hauteur d'eau (m)					
	Q ₅₀ - 33mm/2h			Q ₁₀₀ - 40mm/2h		
	Etat actuel	Etat projeté	Différence	Etat actuel	Etat projeté	Différence
H1 (12 rue de la Grenouillère)	0.38	0.00	-0.38	0.40	0.00	-0.40
H2 (Parking salle des fêtes)	0.68	0.19	-0.49	0.77	0.50	-0.27
H3 (Cour d'école)	0.18	0.00	-0.18	0.28	0.00	-0.28
H4 (7 rue des Sports)	0.05	0.00	-0.05	0.11	0.00	-0.11

Les cartes en pages suivantes illustrent les emprises de zones inondées pour les crues cinquantennale et centennale.

Le bassin de rétention permet l'écrêtement de l'hydrogramme du sous-bassin versant « Amont ». Cependant, le débit transitant par le sous-bassin versant urbain « Est » est supérieur au débit capable de la section de cours d'eau souterrain au droit de l'exutoire du réseau d'eaux pluviales. Par conséquent, le débordement amont ne disparaît pas complètement.

L'emprise des zones inondables pour les périodes de retour 50 et 100 ans sont tout de même réduites et circonscrites au parking de la salle des fêtes.



Fig. 31. Scénario I4 – Q₅₀



Fig. 32. Scénario I4 – Q₁₀₀

Le coût du scénario 4 est estimé à 135 000 € HT (+/- 20%), hors frais de :

- Acquisition foncière ;
- Maîtrise d'œuvre ;
- Etudes annexes (réglementaires, études de sols...) ;
- Dévoiement de réseaux ;
- Aléas techniques...

2.1.2.5. SCENARIO I5 : GESTION DES EAUX PLUVIALES SUR LE BV « EST »

Ce scénario consiste à gérer les eaux pluviales du BV « Est » localement via :

- La déconnexion des rejets EP (gouttières) : à diriger vers les zones de jardin (aménagements paysagers à accompagner, création de jardins de pluie, mise en place de cuves, puits d'infiltration...)
- L'infiltration des eaux de voiries en chaussée ou tranchée drainante. Cette opération est à envisager sur le moyen terme lors du renouvellement de chaussée.

L'objectif de ces mesures est de supprimer les apports du BV « Est » en amont de la partie canalisée du ruisseau. En effet ce sous-bassin est très réactif et entraîne à lui seul une mise en charge de la section souterraine du ruisseau.

Les figures suivantes illustrent différents procédés envisageables sous voirie, trottoirs ou autres espaces publics.

A AVEC INFILTRATION ET ENROBÉ POREUX

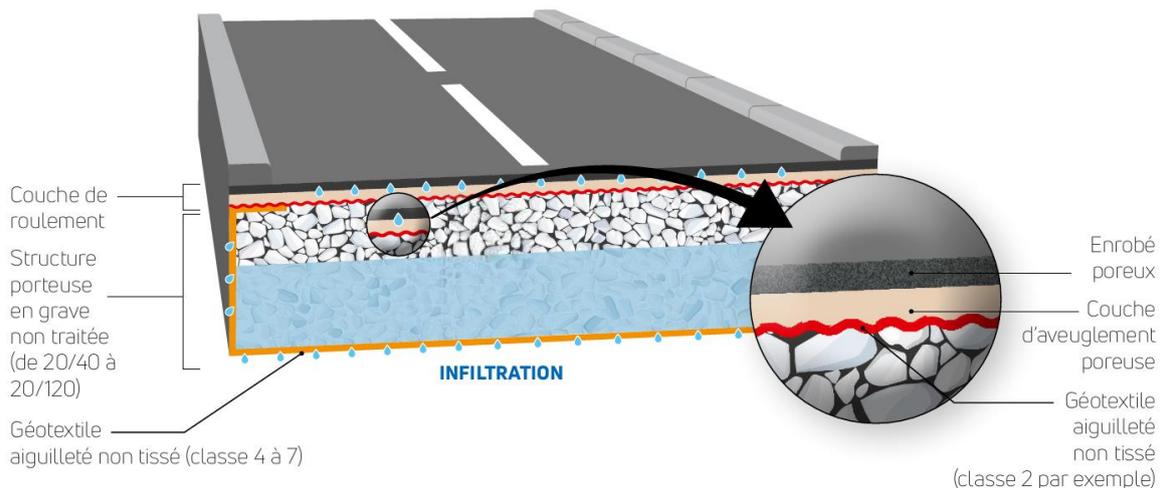
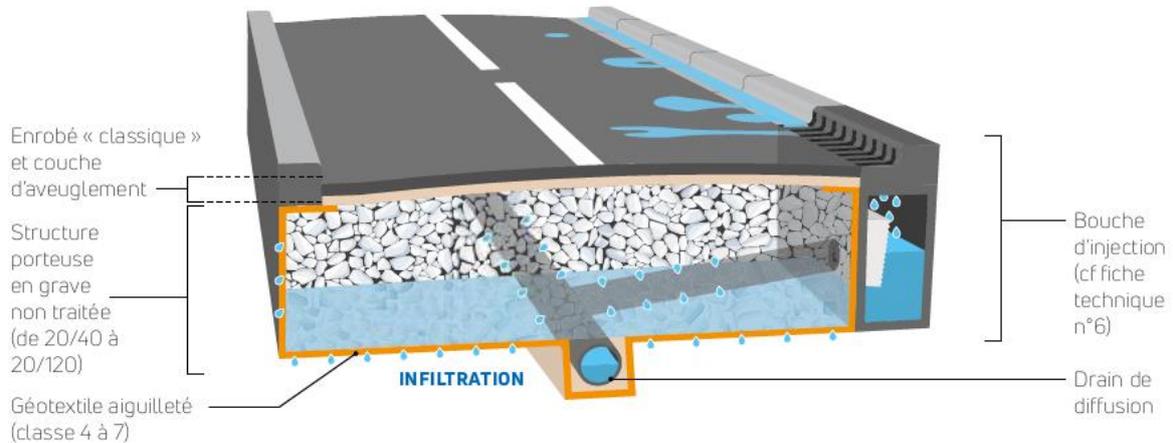
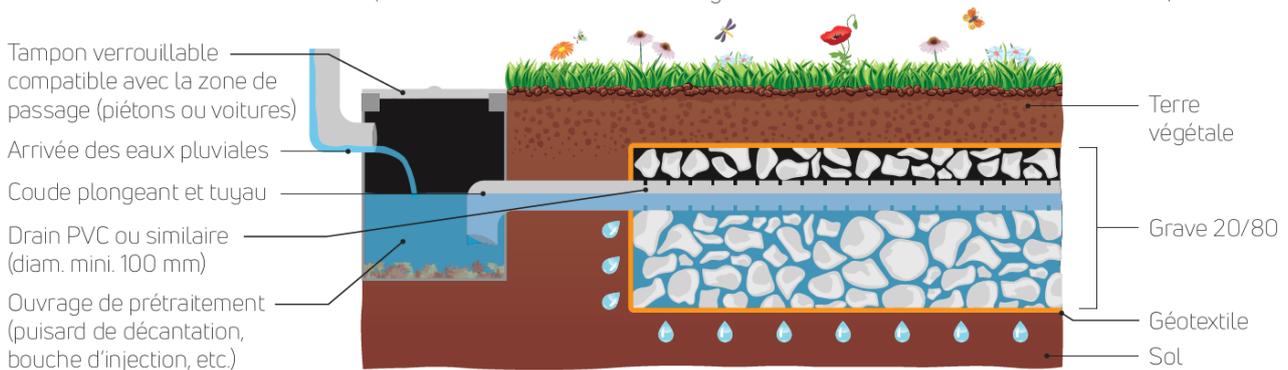


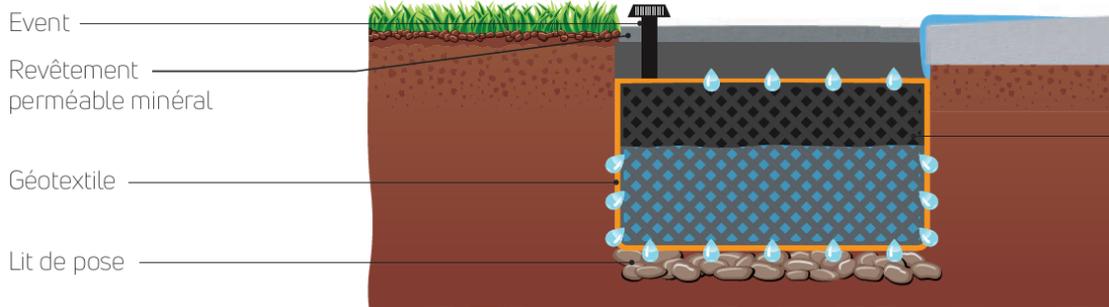
Fig. 33. Infiltration sous enrobé poreux (ADOPTA)

B AVEC INFILTRATION ET ENROBÉ « CLASSIQUE »**Fig. 34. Infiltration sous enrobé « classique » (ADOPTA)**

Comparatif de coûts sur une base de 100 pour une épaisseur de chaussée standard

Chaussée classique (on considère une base 100, sans unité, et on s'intéresse au ratio)	Chaussée à structure réservoir avec enrobé poreux	Chaussée à structure réservoir avec enrobé "classique" et bouches d'injection
100	95	110

Fig. 35. Comparatifs de coûts pour chaussée infiltrante (ADOPTA)**COUPE LONGITUDINALE** (ex. d'une tranchée d'infiltration en grave non traitée avec alimentation concentrée)**Fig. 36. Tranchées d'infiltration (ADOPTA)**

COUPE TRANSVERSALE (ex. d'une tranchée d'infiltration en SAUL* avec alimentation diffuse)**Fig. 37. Structures alvéolaires ultralégères (ADOPTA)**

Afin de déterminer les volumes à mettre en place, les hypothèses suivantes ont été prise :

- Capacités d'infiltration : en l'absence de données, la perméabilité des sols est considérée comme nulle. En conséquence la totalité des volumes ruisselés est à stocker. Cette hypothèse est très pessimiste et cet aspect devra être approfondi ultérieurement via des tests de perméabilité.
- Surfaces disponibles
 - Voiries, parking : ~3700m² ;
 - Trottoirs : ~1300m² ;
 - Espace vert : ~1000m² (à noter que l'espace vert considéré est susceptible d'accueillir un projet immobilier) ;

La figure suivante localise le parking et l'espace vert cités.



Fig. 38. Localisation de l'espace vert et du parking au sein du BV Est (Géoportail)

Les coûts de ces aménagements dépendent des techniques mises en œuvre et de la période de retour pour laquelle on choisit de stocker les eaux ruisselées. Ces coûts sont les suivants, ils ne tiennent pas compte de la moins-value que représenterait la réfection de chaussée* :

- Période de retour $T=10$ ans (25mm/2h) : 340 000 à 360 000 €HT ;
- Période de retour $T=50$ ans (33mm/2h) : 360 000 à 500 000 €HT ;
- Période de retour $T=100$ ans (40mm/2h) : 380 000 à 530 000 €HT.

* La moins-value pour la réfection de chaussée à prévoir à moyen terme est estimée entre 60 000 et 170 000€HT.

Le coefficient de ruissellement moyen pour le lotissement est considéré comme égal à 60% (sur la base de celui calculé pour le lotissement du Petit Bois). Par conséquent, le coefficient de ruissellement du sous-bassin versant « Ouest », actuellement de 42.1%, augmente à 45%.

La modélisation hydrologique met en avant l'évolution des débits à l'échelle du sous-bassin versant « Ouest » :

Tabl. 27 - Evolution du débit de pointe – Urbanisation ouest

BV Ouest	Débits caractéristiques (m ³ /s)		
	Q10	Q50	Q100
Actuel	0.31	0.61	0.76
Projeté	0.33	0.66	0.82

Afin de respecter les dispositions du SDAGE Loire-Bretagne, il sera *a minima* nécessaire d'assurer un débit de fuite en sortie de lotissement de 3 l/s/ha.

Cette prescription pourra être renforcée avec la mise en place d'une gestion des eaux pluviales à la source en évitant ou en limitant au maximum les rejets au réseau :

- Parcelles : puits d'infiltration, cuves de stockage, toitures terrasses, jardins de pluie... ;
- Espaces publics : chaussée drainante, noue/bassin d'infiltration.

Enfin les règles d'urbanisme pourront être contraignantes en vue de limiter l'imperméabilisation des sols.

2.2. RESTAURATION DU COURS D'EAU

Le ruisseau de l'Ardonnière n'est actuellement pas classé au titre de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement (listes 1 et 2). Par conséquent, l'aspect continuité écologique n'est pas imposé du point de vue juridique sur la commune de Loiron-Ruillé (restauration de la continuité écologique non exigée, liste des espèces cibles non définies).

Cependant, la vidange récente du plan d'eau irrégulier situé en aval de la zone d'étude a permis de créer un contexte favorable à la remise en état du site, via la proposition d'aménagements concernant la restauration des milieux aquatiques et de la continuité piscicole.



Fig. 40. Photographies du plan d'eau abaissé et de son ouvrage exutoire

2.2.1. CONTEXTE HYDRAULIQUE / PISCICOLE

Le régime hydrologique du ruisseau de l'Ardonnière, dont les débits caractéristiques en régime courant ont été définies dans la partie *ad hoc*, fait état d'étiages très marqués et d'un module très limité (7.4 l/s).

La hauteur d'eau moyenne dans le cours d'eau est estimée à 7 cm. La hauteur d'eau généralement nécessaire pour la nage des espèces de petites taille étant de 5 cm, les possibilités de nage sont limitées en période de basses eaux (le cours d'eau est par ailleurs en assec une partie de l'année).

L'objectif de l'aménagement du plan d'eau vidangé est ainsi davantage orienté vers la restauration des milieux aquatiques via la création d'un lit mineur marqué. En effet, la renaturation du ruisseau de l'Ardonnière permettra de restaurer des écoulements courants sur environ 100m.

Concernant la continuité sédimentaire, celle-ci est relativement faible sur le cours naturel du ruisseau de l'Ardonnière, et d'ores et déjà marquée par la présence du réseau souterrain sur la traversée de Loiron. Par conséquent, l'ouvrage de franchissement routier situé en aval du plan d'eau a un impact limité sur le transit sédimentaire. Il est d'ailleurs à noter que le plan d'eau représente une retenue en cours de remplissage, dont le fond est environ 50 cm en dessous de la cote de surverse.

Par ailleurs, il est à noter que l'ouvrage situé en aval du plan d'eau ne fait pas office de barrage. En effet, le fil d'eau de l'ouvrage se situe à une cote supérieure au fond du plan d'eau (133.53 m IGN69), mais ne crée pas de chute importante en régime courant.

La figure suivante présente le plan établi par le géomètre ainsi que des photos de l'ouvrage

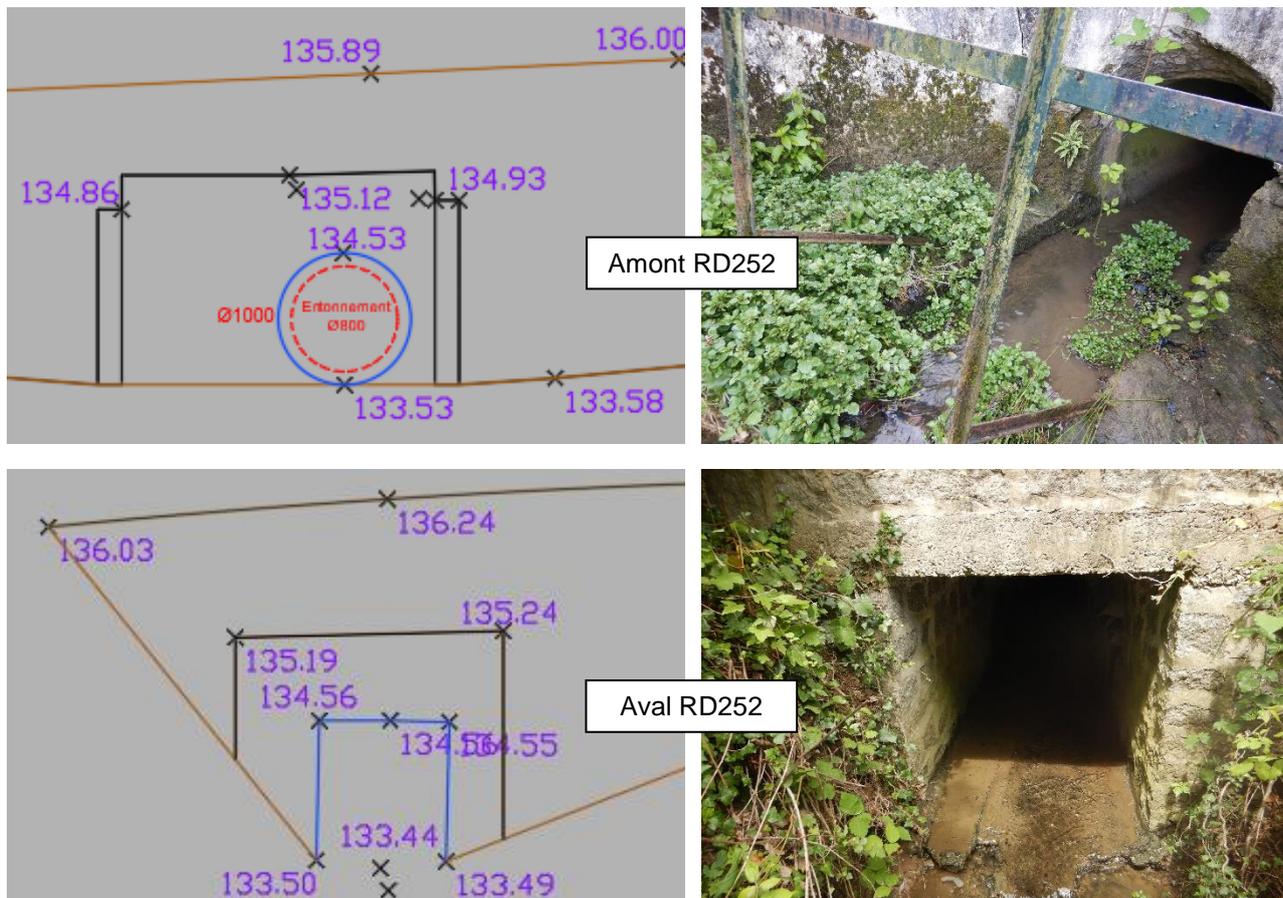


Fig. 41. Plans et photographies de l'ouvrage exutoire du plan d'eau

L'ouvrage n'ayant pas d'incidence sur les crues à l'état actuel, les aménagements prévus ne devront pas créer de nouveaux dysfonctionnements concernant l'inondabilité.

Les différents scénarios de renaturation étudiés sont les suivants :

- Scénario RCE1 : renaturation en remblai sans modification de l'ouvrage de franchissement routier ;
- Scénario RCE2 : renaturation en remblai avec reprise de l'ouvrage de franchissement routier (partie busée).

Pour l'ensemble des scénarios, il pourra être prévu l'aménagement de mares déconnectées en régime courant, dont l'alimentation en eau sera définie en phase APS (alimentation biannuelle, annuelle ou biennale par exemple).

2.2.2. GRANULOMETRIE

Une analyse granulométrique a été réalisée, elle est présentée en Annexe 3.

2.2.3. SCENARIOS ETUDIES

2.2.3.1. SCENARIO RCE1 : RENATURATION EN REMBLAI

Le scénario considère la création d'un lit sur l'ensemble du linéaire actuellement occupé par le plan d'eau surcreusé, sans reprise de l'ouvrage de franchissement routier. Ainsi les cotes fil d'eau amont et aval actuelles permettent de définir le volume global de remblai nécessaire à l'aménagement (selon la hauteur de berge du cours d'eau aménagé). Le scénario permet un gain hydromorphologique sur le linéaire aménagé, mais pas d'amélioration de la continuité écologique.

Il est considéré dans un premier temps la création d'un lit dont le gabarit permet le transit du débit journalier biennal ($QJ2 = 1.26 \text{ m}^3/\text{s}$). Cette valeur est en effet représentative du débit morphogène d'un cours d'eau, et usuellement utilisée lors des aménagements de type renaturation.

Le gabarit du cours d'eau pourra être adapté (débit débordant annuel ou biennuel par exemple) selon la volonté du Comité de Pilotage.

Le plan suivant illustre un tracé possible du cours d'eau renaturé, considérant le débit journalier biennal pour le gabarit.



Fig. 42. Renaturation – Scénario RCE1

L'aménagement d'un gabarit basé sur le débit journalier biennal considère l'apport d'environ 900 m³ de matériau. Ce volume pourra être réduit selon le gabarit de cours d'eau retenu.

Le coût du scénario RCE1 est estimé à 65 000 € HT (+/-20%), hors frais de :

- Acquisition foncière ;
- Maîtrise d'œuvre ;
- Etudes annexes (réglementaires, études de sols...) ;
- Dévoiement de réseaux ;
- Aléas techniques...

2.2.3.2. SCENARIO RCE2 : RENATURATION EN REMBLAI ET REPRISE DE L'OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT

Le scénario considère :

- La création d'un lit sur l'ensemble du linéaire actuellement occupé par le plan d'eau ;
- Le remplacement de l'ouvrage de franchissement routier (partie amont busée) par une buse de diamètre Ø1 000 sur une longueur de 10 m. Cet aménagement permettra de supprimer la chute intermédiaire et de limiter le volume de remblai nécessaire à la création du lit sur l'emprise du plan d'eau actuel. Par ailleurs, il permet d'assurer une certaine cohérence concernant les gabarits d'ouvrages hydrauliques sur la traversée de Loiron ;
- L'aménagement d'une rampe de type radier en aval de l'ouvrage de franchissement permettant le maintien d'une lame d'eau minimale de 5 cm dans le cadre actuel.

Le scénario permet à la fois la restauration de la continuité écologique concernant les petites espèces et un gain hydromorphologique sur le linéaire renaturé.

Il est considéré dans un premier temps la création d'un lit dont le gabarit permet le transit du débit journalier biennal (QJ2 = 1.26 m³/s)). Cette valeur est en effet représentative du débit morphogène d'un cours d'eau, et usuellement utilisée lors des aménagements de type renaturation.

Le gabarit du cours d'eau pourra être adapté (débit débordant annuel ou biennuel par exemple) selon la volonté du Comité de Pilotage.

Le plan suivant illustre un tracé possible du cours d'eau renaturé, considérant le débit journalier biennal pour le gabarit.



Fig. 43. Renaturation – Scénario RCE2

L'aménagement d'un gabarit basé sur le débit journalier biennal considère l'apport d'environ 700 m³ de matériau. Ce volume pourra être réduit selon le gabarit de cours d'eau retenu.

Le coût du scénario RCE2 est estimé à 75 000 € HT (+/-20), hors frais de :

- Acquisition foncière ;
- Maîtrise d'œuvre ;
- Etudes annexes (réglementaires, études de sols...) ;
- Dévoiement de réseaux ;
- Aléas techniques...

2.3. SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ETUDIÉS

Les tableaux suivants permettent de synthétiser sommairement les différents scénarios proposés :

Tabl. 28 - Risque inondation – Synthèse des scénarios

	Principe	Estimation financière (+/-20%)	Gain inondabilité	Faisabilité technique	Contrainte foncière	Contraintes réglementaires
Scénario I1*	Protection rapprochée	120 000 € HT	=	+++	Aucune	Aucune
Scénario I2**	Renforcement limité L~95m	62 000 € HT	+	++	Aucune	Déclaration Rubrique 3.1.2.0
Scénario I3**	Renforcement L~95m	91 000 € HT	++	++	Aucune	Déclaration Rubrique 3.1.2.0
Scénario I4	Bassin de rétention V=2000m ³	135 000 € HT	+++	++	Nécessité d'acquisition	Autorisation Rubriques 2.1.5.0 3.1.1.0 3.2.2.0
Scénario I5	Infiltration BV Est	340 à 360 000 € HT (Hors moins-value)	+	variable	Aucune	A définir (DDTM)

* Les emprises de zones inondées sont inchangées dans le cas du scénario de protection rapprochée. Les habitations et bâtiments publics sont cependant protégés. Il est tout de même à noter que dans le cas d'une pluie d'orage telle que celle de juin 2018, la mise en place des protections sera très délicate dans le temps imparti. Le bon fonctionnement d'un tel scénario dépend directement de la réactivité des personnes habilitées à installer les protections.

** Hors variante incluant une réouverture du ruisseau

Tabl. 29 - Restauration du cours d'eau – Synthèse des scénarios

	Principe	Estimation financière (+/-20%)	Milieu naturel	Faisabilité technique	Inondation	Contraintes réglementaires
Scénario RCE1	Sans reprise de l'ouvrage	65 000 € HT	+	+++	Dépend du scénario inondation choisi	Déclaration Rubrique 3.3.5.0
Scénario RCE2	Avec reprise de l'ouvrage	75 000 € HT	++	+		
Variante	RCE 1 ou 2 + création de mares	+5 000 € HT	+++	+++		

Les estimations financières s'entendent hors frais de :

- Maîtrise d'œuvre ;
- Etudes annexes (réglementaires, études de sols...) ;
- Dévoiement de réseaux (DICT non réalisées) ;
- Aléas techniques...

3. PHASE 3 : URBANISME ET AVANT-PROJETS SOMMAIRES (APS)

3.1. URBANISME ET INFORMATION DES RIVERAINS

3.1.1. DOCUMENTS EN VIGUEUR

3.1.1.1. SDAGE LOIRE BRETAGNE

Le SDAGE Loire Bretagne 2016-2021 a été adopté le 4 /11/2015. Dans son orientation « 3D-2 Réduire les rejets de ruissellement dans les réseaux d'eaux pluviales », le SDAGE impose un débit de fuite maximum de 3l/s/ha pour tout nouveau projet d'urbanisation.

Le projet de SDAGE 2022-2027 va au-delà avec les orientations suivantes :

- « 3D-1 - Prévenir et réduire le ruissellement et la pollution des eaux pluviales dans le cadre des aménagements »

Les collectivités réalisent, en application de l'article L.2224-10 du code général des collectivités territoriales, un zonage pluvial délimitant les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement. Ce zonage offre une vision globale des mesures de gestion des eaux pluviales, prenant en compte les prévisions de développement urbain et industriel. Les zonages sont réalisés avant 2026.

Il est fortement recommandé de retranscrire les prescriptions du zonage pluvial dans les PLU conformément à l'article L.151-24 du code de l'urbanisme. En conséquence, les projets d'aménagement ou de réaménagement urbain devront :

- limiter l'imperméabilisation des sols ;
 - privilégier le piégeage des eaux pluviales à la parcelle et recourir à leur infiltration sauf démonstration qu'elle est impossible;
 - faire appel aux techniques alternatives au « tout tuyau » (noues enherbées, chaussées drainantes, bassins d'infiltration, toitures végétalisées...);
 - réutiliser les eaux de ruissellement pour certaines activités domestiques ou industrielles.
- et « 3D-2 - Limitier les apports d'eaux de ruissellement dans les réseaux d'eaux pluviales et le milieu naturel dans le cadre des aménagements »

Si les capacités d'infiltration sont insuffisantes, le rejet des eaux de ruissellement résiduelles dans les réseaux séparatifs eaux pluviales puis dans le milieu naturel sera opéré dans le respect des débits acceptables par ces derniers et de manière à ne pas aggraver les écoulements par rapport à la situation avant aménagement.

Dans cet objectif, les documents d'urbanisme comportent des prescriptions permettant de limiter le ruissellement résiduel. A ce titre, il est fortement recommandé que les SCoT mentionnent des dispositions exigeant, d'une part des PLU qu'ils comportent des mesures relatives à l'imperméabilisation et aux rejets à un débit de fuite limité appliquées aux constructions nouvelles et aux seules extensions des constructions existantes, et d'autre part des cartes communales qu'elles prennent en compte cette problématique dans le droit à construire. En l'absence de SCoT, il est fortement recommandé aux PLU et aux cartes communales de comporter des mesures de même

nature. À défaut d'une étude spécifique précisant la valeur de ce débit de fuite, le débit de fuite maximal sera de 3 l/s/ha pour une pluie décennale et pour une surface imperméabilisée raccordée supérieure à 1/3 ha.

3.1.1.2. SAGE OUDON

Le règlement du SAGE du bassin versant de l'Oudon a été adopté le 24/10/2013.

Il précise dans son article 2 les prescriptions applicables en vue de « limiter les effets dommageables de inondations » (enjeu D).

Extrait du règlement du SAGE :

Ainsi, en application de l'article R.212-47 2°b du code de l'environnement, pour prévenir les risques d'inondation, les rejets des eaux pluviales dans les eaux superficielles des nouvelles zones imperméabilisées, soumis à la rubrique 2.1.5.0 de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 de ce même code, devront respecter un objectif de débit de fuite :

- 14 l/s au maximum pour les opérations de 1 à 7 ha,
 - limité à 2 l/s/ha pour les opérations de plus de 7 ha
- pour tout événement pluvieux dont l'intensité est inférieure à celle d'un événement d'occurrence trentennale.

3.1.1.3. PLUi

Le PLUi du Pays de Loiron reprend les prescriptions du SDAGE Loire Bretagne 2016-2021.

TRAME DE ZONE INONDABLE

Les enveloppes de crue définies par l'étude pourront être annexées au PLU de Loiron lors de sa prochaine révision.

Deux trames de zone inondable sont proposées sur la figure suivante. L'enveloppe crue centennale figure en hachurée et l'enveloppe de crue de juin 2018 figure en dégradé de couleur selon la hauteur d'eau.

La commune devra définir si elle reporte l'enveloppe de la plus haute crue connue (juin 2018) ou bien l'enveloppe de la crue centennale modélisée qui, à défaut de plus haute crue connue supérieure à la crue centennale, est prise comme référence dans les documents d'information des zones inondables (Atlas de Zones inondables ou Plan de prévention de risques inondations).

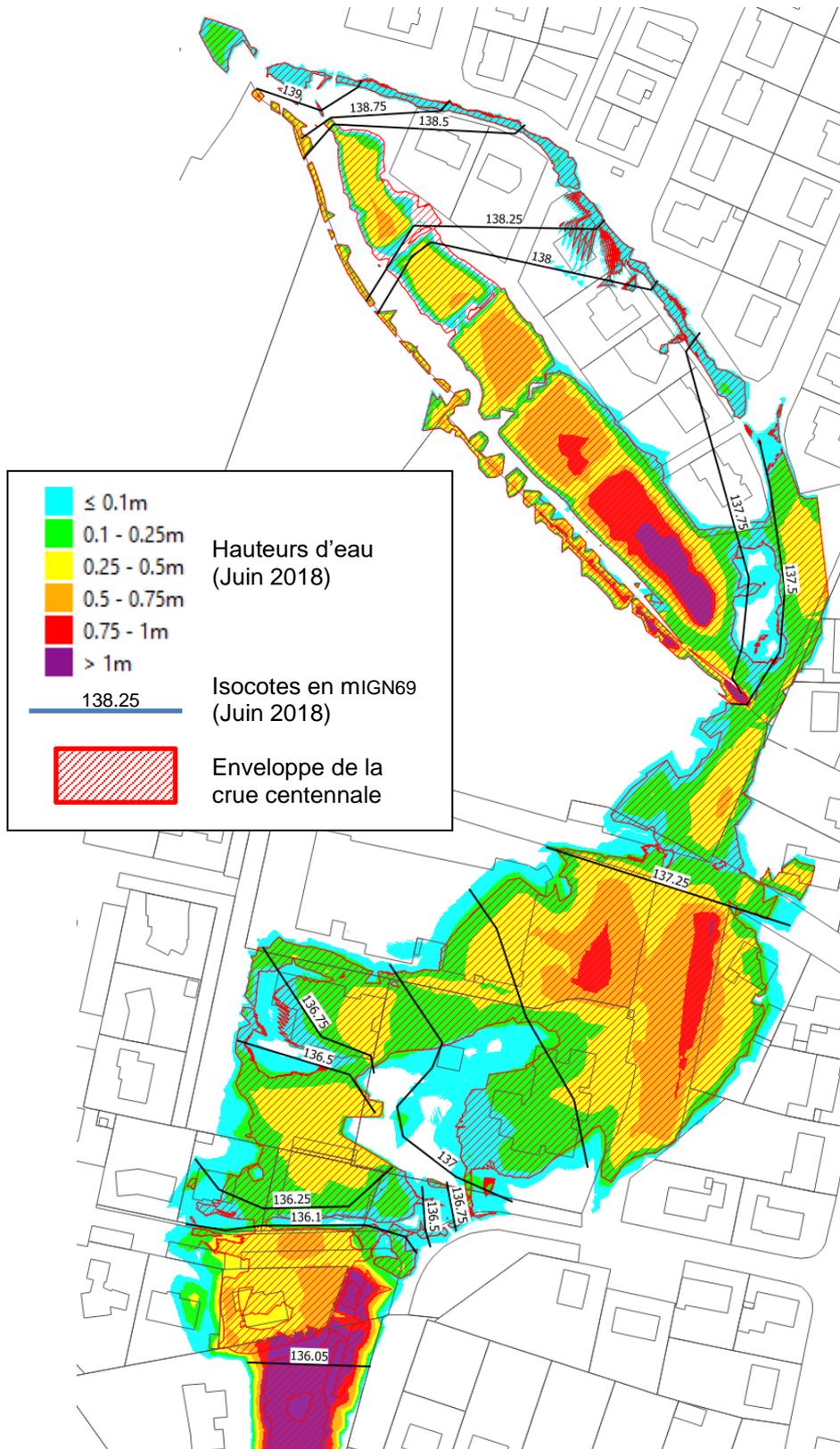


Fig. 44. Exemple de trame à annexer au PLU

PRESCRIPTIONS ENVISAGEABLES

La trame de zone inondable peut s'accompagner de prescriptions spécifiques quant à l'urbanisation.

- De l'autorisation sous réserve à l'interdiction :
 - Nouvelles constructions, extensions
 - Obstacles à l'écoulement : remblai, clôtures pleines
 - Construction ou aménagement de sous-sol
- Règles de construction :
 - Cote seuil des bâtiments selon cote de référence
 - Transparence des bâtiments : pilotis...
 - Matériaux non vulnérables sous la cote de référence
 - Mise en place de clapets A/R sur les EU (voire EP)
- Autres :
 - Arrimage des objets flottants
 - Rehausse ou protection des objets polluants (cuve fioul...)
 - Matérialisation des fosses, puits, piscines...

3.1.2. SCHEMA DIRECTEUR ET ZONAGE POUR LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

Le Pays de Loiron n'est à ce jour pas doté de schéma directeur ni de zonage pour la gestion de ses eaux pluviales.

Selon l'article L2224-10 du code Général des collectivités territoriales, *les communes ou leurs établissements publics de coopération délimitent, après enquête publique [...] les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement.*

Le zonage pluvial fait partie intégrante du Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales dont l'élaboration peut s'articuler comme suit :

- 1 : Etat des lieux
- 2 : Incidence de l'urbanisation future / choix d'urbanisation et de gestion pluviale
- 3 : Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales
 - 3.1 : Etude de scénarios d'aménagements
 - 3.2 : Choix de la solution et programmation
 - 3.3 : Diagnostic en situation future aménagée
 - 3.4 : Entretien et suivi
 - 3.5 : Zonage des Eaux Pluviales :
 - Prescriptions,
 - Règlement du service d'assainissement...

Les prescriptions en matière de gestion des eaux pluviales pour les opérations d'urbanisation futures sont traduites dans le règlement d'assainissement, elles peuvent être de différentes natures :

- Gestion des eaux pluviales à la source :
 - Parcelles privatives :
 - Dispositifs d'infiltration* (puits, tranchées...);
 - Rétention/régulation avant rejet (cuves, régulation en toiture);
 - Jardin de pluie;
 - Espaces publics :
 - Dispositifs d'infiltration* (noues, chaussées drainantes, puits, tranchées, bassin d'infiltration...);
 - Rétention/régulation avant rejet (noues, bassins aériens ou enterrés, structures enterrées);
 - Jardin de pluie;
- * en vue de favoriser la mise en place de tels dispositifs, la collectivité peut en préalable faire effectuer un travail de connaissance des capacités des sols à infiltrer les eaux pluviales*
- Imperméabilisation : limitation des coefficients d'occupation des sols et d'imperméabilisation (emprise du bâti, revêtement des stationnements...).

... et répondre à différents niveaux d'ambition :

- Gestion des eaux pluviales avec ou sans rejet ;
- Période de retour de dimensionnement : pluie annuelle, décennale, centennale...

3.1.3. INFORMATION, PREVISION ET ALERTE

L'information des riverains sur le risque inondation encouru est un élément clé dans l'anticipation et la résilience face à de futurs évènements.

Cette information peut se faire via

- La mise à jour des documents suivants :
 - Plan Communal de Sauvegarde (PCS), si existant ;
 - Document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM), si existant ;
 - PLUi (voir 3.1.1.33.1.1.3)
- Le bulletin municipal ;
- La mise en place de repère(s) de crue : un repère peut être envisagé au droit de la salle des fêtes.

Il est également important de pouvoir alerter les riverains en cas d'événement exceptionnel imminent. Météo France propose un service dédié à l'avertissement de phénomène pluvieux intenses en temps réel via son service APIC : Avertissement Pluies Intenses à l'échelle des Communes. Ce service permet à la collectivité d'être tenu informée en temps réel de la formation d'un événement pluvieux à caractère exceptionnel, via message vocal, sms et courriel.

3.2. APS - RESTAURATION DU COURS D'EAU

3 avant-projets sommaires ont été établis sur la base des scénarios étudiés en phase 2 (voir §2.2.3) :

- APS RCE1 : Renaturation du ruisseau au sein de l'actuel plan d'eau ;
- APS RCE2 : Renaturation + reprise exutoire en Ø1000 ;
- APS RCE3 : Renaturation et création de mares.

3.2.1. AMENAGEMENTS

Les aménagements étudiés sont les suivants :

- APS RCE1 :
 - Méandrage
Remarque : la version proposée est basée sur un coefficient de sinuosité de l'ordre de 1.2
 - Remblaiement de l'ordre de 700m³ pour création des berges et banquettes ;
 - Raccordement du jardin selon la pente actuelle ;
- APS RCE2 : RCE1 + renforcement de l'exutoire en Ø1000 (actuel : Ø800 en 1^{re} partie d'ouvrage) ;
- APS RCE3 : RCE1 ou 2 + création de mares de différentes profondeurs.

3.2.2. CONTRAINTES

CONTRAINTE TECHNIQUE

La principale contrainte technique réside dans le bon choix des matériaux d'apport (pas de remblai, terre végétale en nappage final...)

CONTRAINTE REGLEMENTAIRE

Les aménagements nécessitent un dossier de Déclaration au titre de la rubrique 3.3.5.0 de la Loi sur l'Eau (restauration de cours d'eau).

3.2.3. IMPACTS HYDRAULIQUES

L'impact hydraulique de la solution APS RCE2 est présenté au § 3.4.

3.2.4. PLANS

Les figures pages suivantes présentent les plans d'avant-projet sommaire.

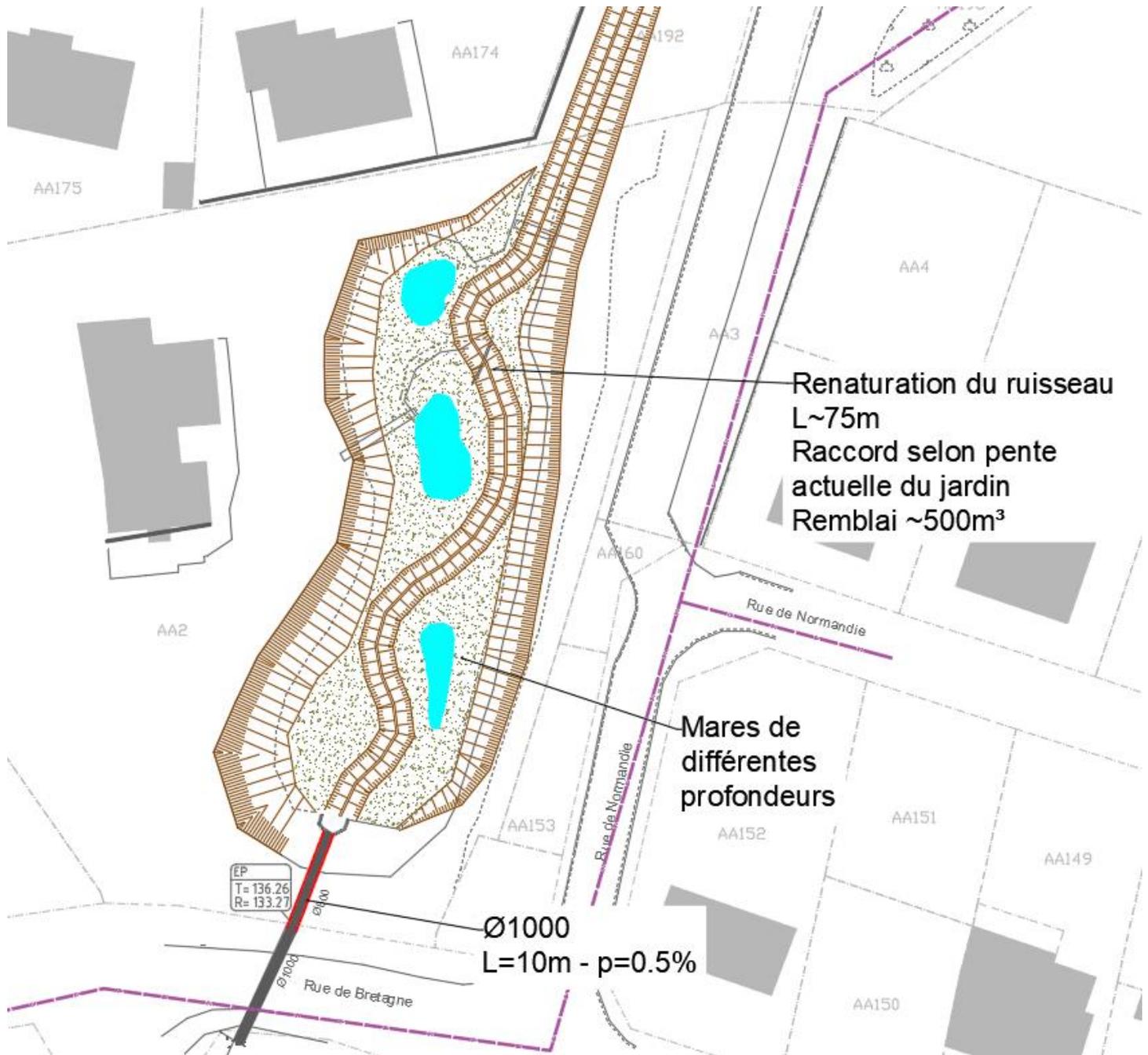


Fig. 45. APS RCE 1, 2 et 3 – Vue en plan

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C

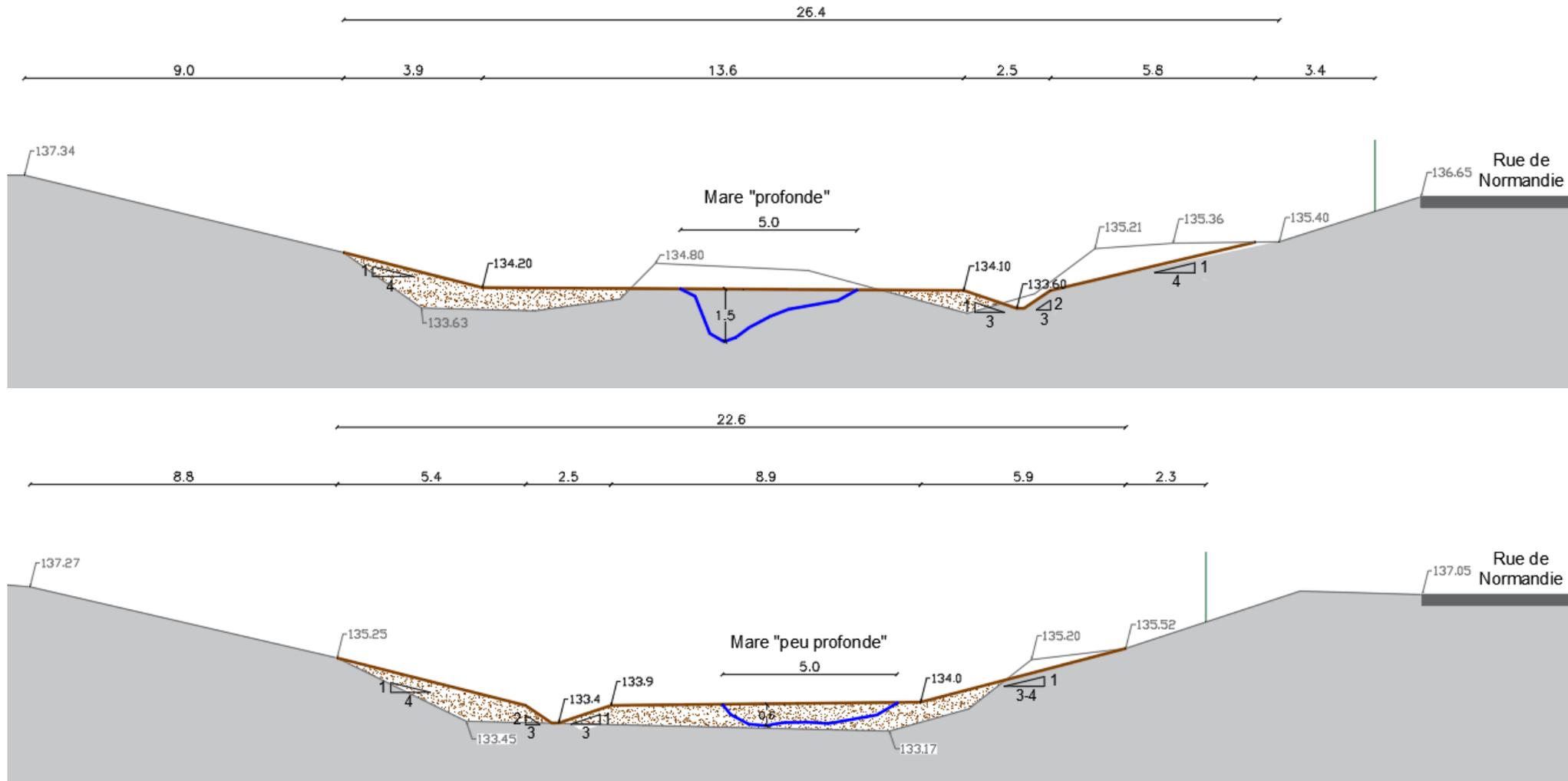


Fig. 46. APS RCE 1, 2 et 3 – Coupes

3.2.5. PHOTOMONTAGES



Fig. 47. APS RCE 1, 2 et 3 - Photomontages

3.2.6. ESTIMATIONS FINANCIERES SOMMAIRES

Les estimations financières sommaires des APS étudiés sont présentées au sein du tableau suivant.

Tabl. 30 - APS RCE 1, 2 et 3 – Estimation financière sommaire

APS RCE1 - Renaturation	TOTAL (HT) :	37 000
	Provisions pour aléas, divers et imprévus (20%) :	7 400
	TOTAL arrondi (HT) dont provisions :	45 000
	TOTAL arrondi (TTC) (TVA=20%) dont provisions :	54 000
APS RCE 2 - Renaturation + busage Ø1000		47 000
	Provisions pour aléas, divers et imprévus (20%) :	9 400
	TOTAL arrondi (HT) dont provisions :	57 000
	TOTAL arrondi (TTC) (TVA=20%) dont provisions :	69 000
APS RCE 3 - Renaturation + mares		39 000
	Provisions pour aléas, divers et imprévus (20%) :	7 800
	TOTAL arrondi (HT) dont provisions :	47 000
	TOTAL arrondi (TTC) (TVA=20%) dont provisions :	57 000

3.3. APS - VULNERABILITE AUX INONDATIONS

3 avant-projets sommaires ont été établis sur la base des scénarios étudiés en phase 2 (voir § 2.1.2) :

- APS I1 : mise à ciel ouvert, renforcement et clapets anti-retour ;
- APS I2 : rétention amont et clapets anti-retour ;
- APS I3 : renforcement, rétention amont et clapets anti-retour.

3.3.1. AMENAGEMENTS COMMUNS AUX 3 APS : CLAPETS ANTI-RETOUR

La mise en place de clapets anti-retour sur les évacuations d'eaux usées (voire eaux pluviales selon les cas) est un aménagement commun à l'ensemble des avant-projets sommaires étudiés ;

Ces dispositifs permettront d'éviter ou de limiter fortement les inondations par refoulement des réseaux.

Remarque : ces aménagements (clapets) ne tiennent pas compte des éventuelles mises en charge et dysfonctionnements des réseaux EP hors zone inondable du ruisseau. La mise en place d'un schéma directeur eaux pluviales permettraient de mettre en avant les réseaux EP vulnérables à de telles mis en charge (voir § 3.1.2).

Préalable : la mise en place de clapets anti-retour sera précédée d'investigations chez les riverains concernés par le risque de refoulement via les réseaux EU et/ou EP.

A ce jour, les bâtiments à investiguer sont répertoriés comme suit :

- **5 maisons d'habitations** :
 - Rue de la Grenouillère (2) ;
 - Rue des Sports (3) ;
- **4 bâtiments publics** :
 - Impasse des Sports : salle municipale ;
 - Rue Jean Moulin : 2 bâtiments de l'école « Jean Moulin » ;
 - Rue des Sports : salle multi-accueil.

La figure suivante localise ces bâtiments.

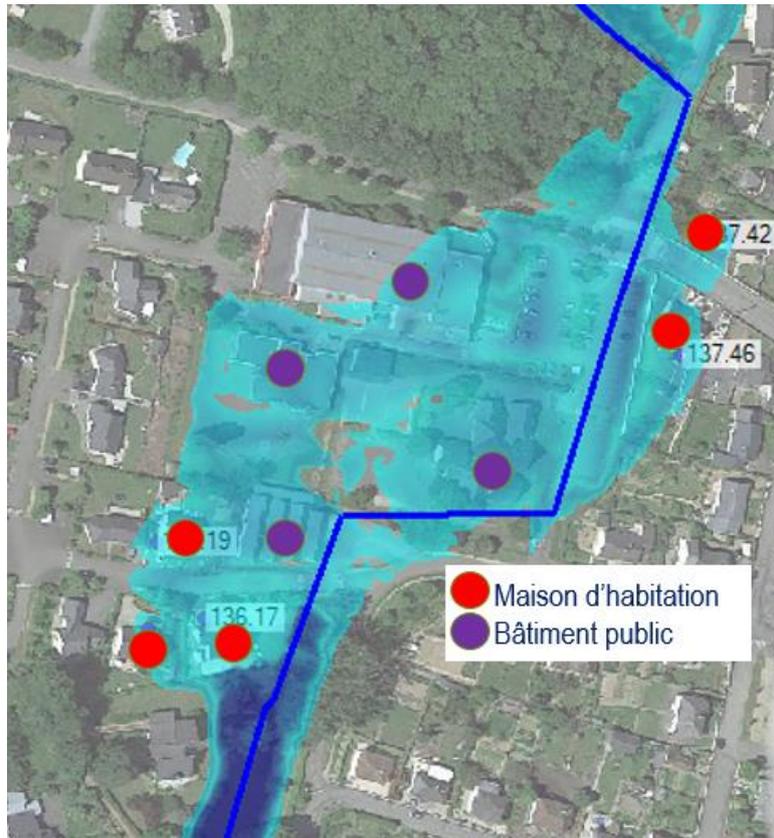


Fig. 48. Localisation des bâtiments à investiguer

Le coût de ces mesures est estimé entre 12 000 et 25 000 € HT (hors suggestion technique particulière).

3.3.2. APS I1 : MISE A CIEL OUVERT, RENFORCEMENT ET CLAPETS ANTI-RETOUR

3.3.2.1. AMENAGEMENTS

AMENAGEMENTS ETUDIES

Les aménagements étudiés sont les suivants :

- Remise à ciel ouvert sur 45 ml en amont de la rue de la Grenouillère, au droit du Petit-Bois ;
- Renforcement Ø1000 ou équivalent sur 55ml depuis la rue de la Grenouillère vers l'aval (parking de la salle municipale) ;
- Maintien du busage actuel : ce maintien permet une déconnexion partielle des eaux pluviales ;
- Diagnostics vulnérabilité et mise en place des clapets anti-retour (voir §3.3.1).

VARIANTE : EXTENSION DE LA MISE A CIEL OUVERT

L'extension de la mise à ciel ouvert au-delà des 45 ml proposés se heurte à de fortes craintes techniques (profondeur, accès école, poste et réseau électrique...) sans intérêt particulier tant d'un point de vue hydraulique (pas de gain) qu'environnemental (ruisseau canalisé).

Cette variante est écartée.

3.3.2.2. CONTRAINTES

CONTRAINTES TECHNIQUES

Les principales contraintes techniques sont les suivantes :

- Réseaux EU, AEP et HT : dévoiement nécessaire et passage en cadre rectangulaire profond ;
- Reprise des raccords EP + avaloirs ;
- Passage sous voirie, parking, réfection nécessaire.

Les plans de « Déclaration de Travaux » (DT) reçus sont présentés en Annexe 2.

CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

Les aménagements nécessitent un dossier d'Autorisation au titre de la rubrique 3.1.2.0 de la Loi sur l'Eau (modification du profil en long du cours d'eau > 100 ml).

3.3.2.3. IMPACTS HYDRAULIQUES

Les principales incidences hydrauliques en crue centennale sont les suivantes :

- Amont : baisse de ~35cm (parking salle municipale) ;
- Aval : augmentation du débit et hausse de ~10cm (aval route départementale) et de ~50cm au droit du plan d'eau (~niveau haut des berges actuelles).

Une synthèse des impacts hydrauliques est présentée au § 3.4.

3.3.2.4. PLANS

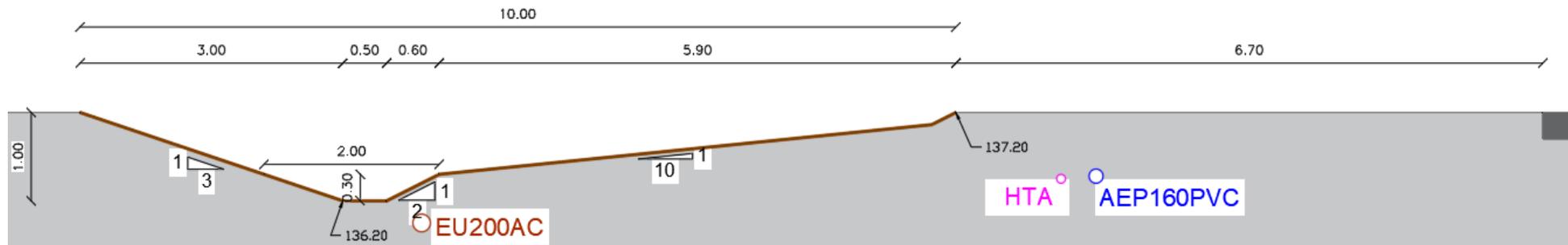
Les figures pages suivantes présentent les plans d'avant-projet sommaire.

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C

Profil type amont



Profil type aval

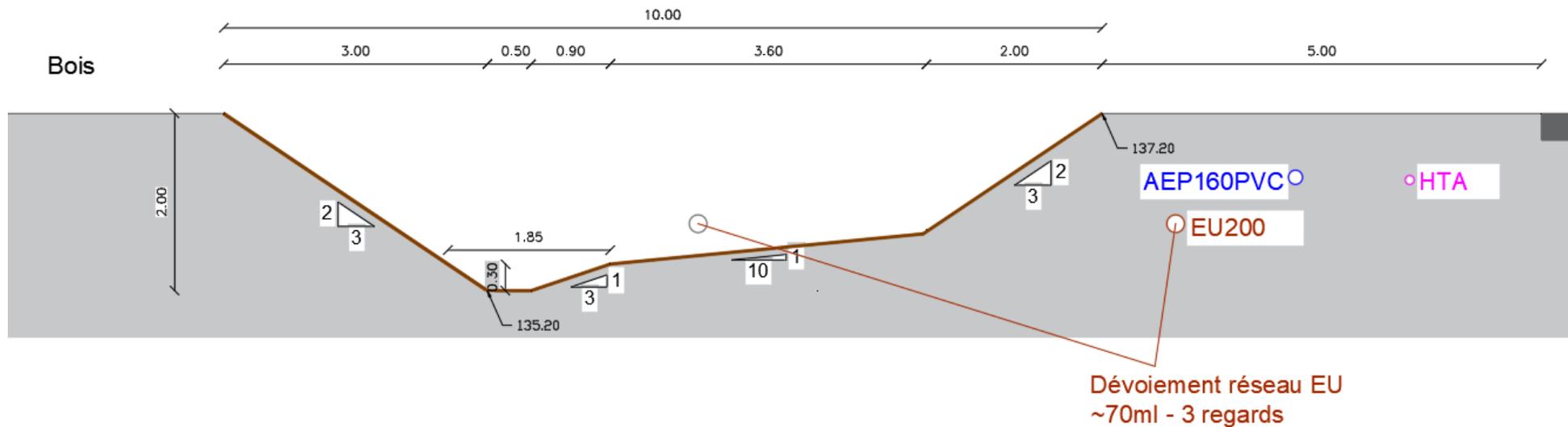


Fig. 50. APS I1 – Coupes

3.3.2.5. ESTIMATION FINANCIERE SOMMAIRE

Une estimation financière sommaire* est présentée au sein du tableau suivant.

Tabl. 31 - APS I1 – Estimation financière sommaire

APS I1 - Mise à ciel ouvert et nouveau busage Ø1000	
Désignation	Coût en euros (HT)
1 Installations générales de chantier et travaux préparatoires	TOTAL 1 (HT) : 13 000
2 Mise à ciel ouvert (hors dévoiement réseaux)	TOTAL 2 (HT) : 19 000
3 Busage (hors dévoiement réseaux)	TOTAL 3 (HT) : 43 000
4 Dévoiement de réseaux	TOTAL 4 (HT) : 43 000
5 Repli de chantier, remise en état et dossier des ouvrages exécutés	TOTAL 5 (HT) : 3 000
	TOTAL (HT) : 121 000
	Provisions pour aléas, divers et imprévus (20%) : 24 200
	TOTAL arrondi (HT) dont provisions : 146 000
	TOTAL arrondi (TTC) (TVA=20%) dont provisions : 176 000

(*hors frais de clapets anti-retour et diagnostics vulnérabilité: + 12 000 à 25 000 € HT).

3.3.3. APS I2 : RETENTION AMONT ET CLAPETS ANTI-RETOUR**3.3.3.1. AMENAGEMENTS**

Les aménagements étudiés sont les suivants :

- Réouverture du ruisseau : suppression du drain ;
- Décalage du ruisseau calibré vers le centre de la parcelle
- Création d'un bassin rétention au sein de la parcelle agricole en amont de la zone urbanisée :
 - Volume :
 - V = 1000 m³ avec merlon de 1.5 m (Hutile = 1.2 m)
 - Ou
 - V = 2000m³ avec merlon + décaissement de 25 cm sur 4 000 m² ;

- Régulation du débit en aval : orifice Ø300 ;
- Haies sur talus perpendiculaires au écoulements :
 - Merlons de 40cm plantés ;
 - Limitation du débit par mise en place de blocs ;

3.3.3.2. CONTRAINTESCONTRAINTES TECHNIQUES

Les aménagements envisagés nécessiteront des investigations géotechniques préalables.

CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

Une synthèse des contraintes réglementaires est présentée ci-après :

- Loi sur l'Eau : Autorisation - rubriques : 2.1.5.0 (rejet EP), 3.1.1.0. (obstacle), 3.2.2.0 (remblai) ;
- Pas de zone humide inventoriée, à investiguer en préalable.

Remarque : en fonction des résultats de ces investigations, il pourra s'avérer nécessaire d'envisager des compensations notamment en cas d'altération de zone humide liée aux aménagements ;

- Réglementation « aménagements hydrauliques » (R562-18) : non concerné ;
- Réglementation « barrages » (R114-112) : non concerné ;
- Déclaration d'Intérêt Général ;

Remarque : le projet pourrait relever d'une Déclaration d'Utilité Publique pour une acquisition par voie d'expropriation de l'emprise foncière si la vente ne peut se faire à l'amiable.

- PGRI - Objectifs 4.1, 4.2 et 4.3 : Justification, analyse multicritères, solutions alternatives...

CONTRAINTES FONCIERES

Les aménagements nécessitent l'acquisition de la parcelle agricole concernée.

3.3.3.3. IMPACTS HYDRAULIQUES

Les principales incidences hydrauliques en crue centennale sont les suivantes :

- Amont : baisse de ~35cm (parking salle municipale)
- Aval : diminution du débit et baisse de ~3cm (aval route départementale)

Une synthèse des impacts hydrauliques est présentée au § 3.4.

3.3.3.4. PLANS

Les figures pages suivantes présentent les plans d'avant-projet sommaire.

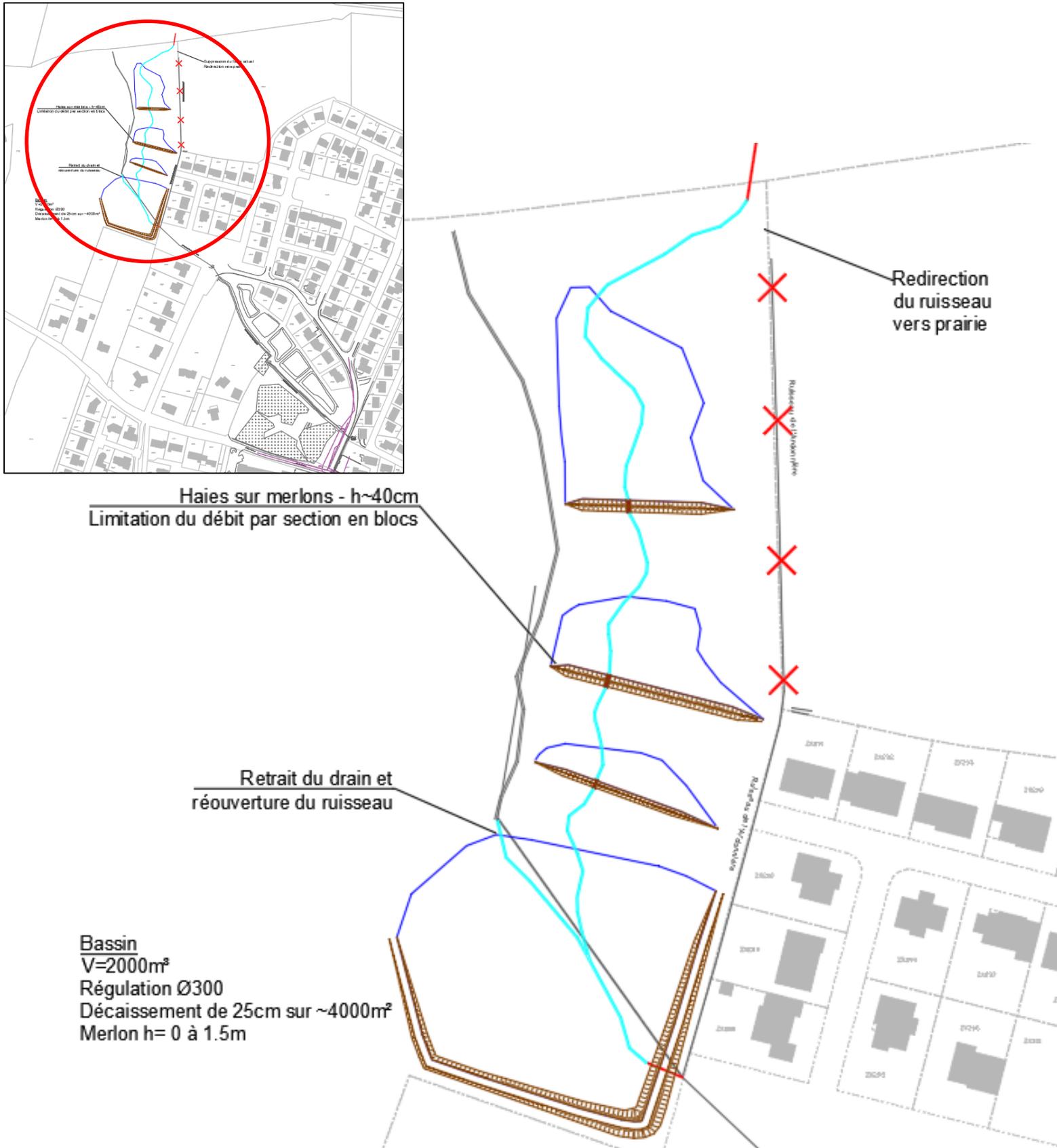


Fig. 51. APS I2 - Vue en plan

3.3.3.5. ESTIMATION FINANCIERE SOMMAIRE

Une estimation financière sommaire* est présentée au sein du tableau suivant.

Tabl. 32 - APS I2 – Estimation financière sommaire

APS I2 - Bassin de rétention	
Désignation	Coût en euros (HT)
1 Installations générales de chantier et travaux préparatoires	
	TOTAL 1 (HT) : 10 000
2 Bassin dont régulation (remblais en apport et déblais en export)	
	TOTAL 2 (HT) : 72 000
3 Reprise du ruisseau dans prairie et haies sur talus	
	TOTAL 3 (HT) : 18 000
4 Acquisition foncière	HORS ENVELOPPE D'OPERATION
5 Repli de chantier, remise en état et dossier des ouvrages exécutés	
	TOTAL 5 (HT) : 2 000
	TOTAL (HT) : 102 000
	Provisions pour aléas, divers et imprévus (20%) : 20 400
	TOTAL (HT) dont provisions : 123 000
	TOTAL (TTC) (TVA=20%) dont provisions : 148 000

(*hors frais de clapets anti-retour et diagnostics vulnérabilité: + 12 000 à 25 000 € HT).

3.3.4. APS 3 : RENFORCEMENT, RETENTION AMONT ET CLAPETS ANTI-RETOUR**3.3.4.1. AMENAGEMENTS**

Les aménagements étudiés sont les suivants :

- Bassin de rétention : voir APS I2 au §3.3.3 ;
- Renforcement Ø1000 ou équivalent depuis la fin de la section à ciel ouvert sur 100ml (actuellement Ø500/600) ;
- Diagnostics vulnérabilité et mise en place des clapets anti-retour (voir §3.3.1).

3.3.4.2. CONTRAINTESCONTRAINTES TECHNIQUES

Les principales contraintes techniques sont les suivantes :

- Réseaux EU, AEP et HT : dévoiement nécessaire et passage en cadre rectangulaire profond (voir DT en Annexe 2) ;
- Reprise des raccords EP + avaloirs ;
- Passage sous voirie, parking, réfection nécessaire.

CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

Une synthèse des contraintes réglementaires est présentée ci-après :

- Loi sur l'Eau : Autorisation - rubriques : 3.1.1.0. (obstacle), 3.1.2.0 (profil), 3.2.2.0 (remblai) ;
- Pas de zone humide inventoriée, à investiguer en préalable.

Remarque : en fonction des résultats de ces investigations, il pourra s'avérer nécessaire d'envisager des compensations notamment en cas d'altération de zone humide liée aux aménagements ;

- Réglementation « aménagements hydrauliques » (R562-18) : non concerné ;
- Réglementation « barrages » (R114-112) : non concerné ;
- Déclaration d'Intérêt Général ;

Remarque : le projet pourrait relever d'une Déclaration d'Utilité Publique pour une acquisition par voie d'expropriation de l'emprise foncière si la vente ne peut se faire à l'amiable.

- PGRI - Objectifs 4.1, 4.2 et 4.3 : Justification, analyse multicritères, solutions alternatives...

CONTRAINTES FONCIERES

Les aménagements nécessitent l'acquisition de la parcelle agricole concernée.

3.3.4.3. IMPACTS HYDRAULIQUES

Les principales incidences hydrauliques en crue centennale sont les suivantes :

- Amont : baisse de 45cm (parking salle municipale) ;
- Aval : impact négligeable.

Une synthèse des impacts hydrauliques est présentée au § 3.4.

3.3.4.4. PLANS

Les figures pages suivantes présentent les plans d'avant-projet sommaire.

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnaire

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C



Fig. 52. APS I3 – Vue en plan (hors bassin, voir Fig. 51)

3.3.4.5. ESTIMATION FINANCIERE SOMMAIRE

Une estimation financière sommaire* est présentée au sein du tableau suivant.

Tabl. 33 - APS I3 – Estimation financière sommaire

APS I3 - Bassin et nouveau busage Ø1000	
Désignation	Coût en euros (HT)
1 Installations générales de chantier et travaux préparatoires	
	TOTAL 1 (HT) : 17 000
2 APS I2 : bassin	
	TOTAL 2 (HT) : 101 000
3 Busage (hors dévoiement réseaux)	
	TOTAL 3 (HT) : 90 000
4 Dévoiement de réseaux	
	TOTAL 4 (HT) : 10 000
5 Repli de chantier, remise en état et dossier des ouvrages exécutés	
	TOTAL 5 (HT) : 3 000
	TOTAL (HT) : 221 000
	Provisions pour aléas, divers et imprévus (20%) : 44 200
	TOTAL (HT) dont provisions : 266 000
	TOTAL (TTC) (TVA=20%) dont provisions : 320 000

*hors frais de clapets anti-retour et diagnostics vulnérabilité: + 12 000 à 25 000 € HT.

3.4. SYNTHÈSE DES AVANT-PROJETS SOMMAIRES

3.4.1. COMPARAISON DES IMPACTS HYDRAULIQUES

Le tableau et la figure qui suivent présentent les impacts hydrauliques des APS étudiés.

Tabl. 34 - APS – Tableau synthétique des impacts hydrauliques

Scénario	Inondations à partir de la période de retour	Impact pour une crue centennale			
		Débit ouvrage RD (m ³ /s)	Différence de niveau (m)		
			Aval rue de Bretagne	Plan d'eau actuel	Parking salle communale
Etat actuel	T~10 ans	0.89	-	-	-
APS1	50 < T < 100 ans	1.32 (+ 48%)	+ 10 cm	+ 52 cm	-35cm
APS2	T~ 50 ans	0.77 (- 13%)	- 3 cm	- 10 cm	-35cm
APS3	50 < T < 100 ans	0.91 (+ 2%)	+ 1 cm	+ 2 cm	-40cm
APS1 et RCE2	50 < T < 100 ans	1.57 (+ 76%)	+ 8 cm	+ 25 cm	-35cm

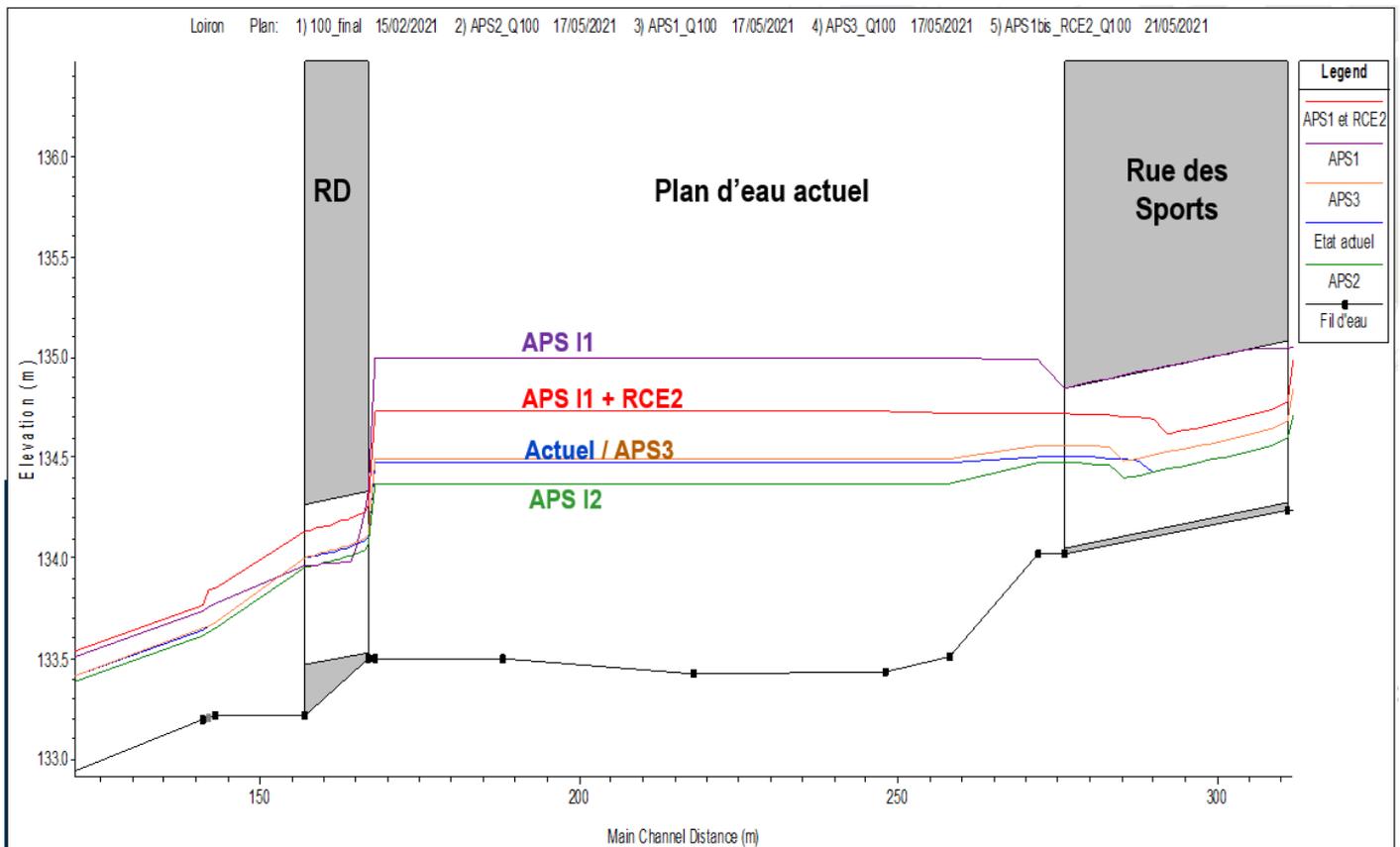


Fig. 54. APS – Zoom sur les lignes d'eau au droit du plan d'eau actuel

3.4.2. TABLEAUX SYNTHETIQUES

Les tableaux suivants permettent de synthétiser sommairement les différents scénarios proposés, ils sont chacun suivis d'une conclusion.

3.4.2.1. APS - RESTAURATION DU COURS D'EAU

Tabl. 35 - APS RCE – Synthèse des scénarios

	Principe	Estimation financière (+/-20%)	Milieu naturel	Faisabilité technique	Inondation	Contraintes réglementaires
APS RCE1	Sans reprise de l'ouvrage	54 000 € HT	+	+++	=	Déclaration Rubrique 3.3.5.0 DIG
APS RCE2	Avec reprise de l'ouvrage	69 000 € HT	++	+	Amont : = (gain négligeable) Aval : - (augmentation du débit)	
APS RCE3	RCE 1 + création de mares	57 000 € HT	+++	+++	=	
	RCE 2 + création de mares	72 000 € HT			Amont : = (gain négligeable) Aval : - (augmentation du débit)	

Les estimations financières s'entendent hors frais de maîtrise d'œuvre, études annexes (réglementaires, études de sols...), dévoiement de réseaux (DICT non réalisées), aléas techniques...

Conclusion

Après l'étude des différentes hypothèses de restauration du cours d'eau au stade APS, le scénario RCE 3 (en variante du scénario RCE 1) se dégage.

Ce dernier répond en effet aux objectifs fixés par la Syndicat ainsi qu'aux attentes du riverain. Enfin il présente les atouts suivants :

- Pas d'impact sur les inondations en crue ;
- Gain important sur le milieu naturel (diversification des habitats, amélioration de la continuité sédimentaire...) ;
- Bonne faisabilité technique ;
- Bonne intégration paysagère ;
- Coût moindre que le scénario incluant la reprise de l'ouvrage exutoire.

La principale contrainte de ce projet est d'ordre réglementaire et se limite à la réalisation d'un dossier de Déclaration au titre du Code de l'Environnement.

Au regard de de ces éléments **le choix du Maître d'Ouvrage se porte sur l'étude du scénario RCE 3 au stade Avant-Projet Définitif** (voir §4.1).

3.4.2.2. APS - VULNERABILITE AUX INONDATIONS**Tabl. 36 - APS Inondations – Synthèse des scénarios**

	Principe	Estimation financière (travaux*) (+/-20%)	Degré protection Gain inondation pour Q100	Impact aval	Faisabilité technique Entretien	Contrainte foncière	Contraintes réglem.	Coûts des dommages recensés en 2018
APS I1	Mise à ciel ouvert + Ø1000	146 000 € HT	Q50 à Q100 Q100 : ++	- - -	+	Aucune	- Autorisation PGRI : /	~55 000 € (particuliers uniquement)
APS I2	Bassin	123 000 € HT	~Q50 Q100 : ++	+	+++	Acquisition DIG-DUP	- - Autorisation Zone humide ? PGRI : 4.1, 4.2, 4.3 DIG - DUP	
APS I3	Bassin + renforcement Ø1000 L~100m	266 000 € HT	Q50 à Q100 Q100 : +++	=	+	Aucune	- Autorisation PGRI : /	
Clapets	Diagnostics vulnérabilité Clapets A/R	12 000 à 25 000 € HT	/	/	/	/	/	

Les estimations financières s'entendent hors frais de maîtrise d'œuvre, études annexes (réglementaires, études de sols...), dévoiement de réseaux (DICT non réalisées), aléas techniques...

Conclusion

Après l'étude des différentes hypothèses de réduction de la vulnérabilité aux inondations au stade APS, le scénario APS I2 se dégage.

Ce dernier répond en effet aux objectifs fixés par la Syndicat quant à la réduction de la vulnérabilité aux inondations. Enfin il présente les atouts suivants :

- Suppression des inondations pour une crue cinquantennale / Réduction importante de la vulnérabilité pour une crue centennale ;
- Impact positif sur les écoulements en aval (baisse du débit) ;
- Gain sur le milieu naturel (plantation de haies, réouverture du ruisseau, reméandrage, potentielle restauration de fonctionnalité zone humide...) ;
- Bonne faisabilité technique ;
- Bonne intégration paysagère ;
- Coût moindre que les autres scénarios envisageables.

Les principales contraintes de ce projet sont d'ordre réglementaire avec :

- La nécessité d'un dossier d'Autorisation au titre du Code de l'Environnement ;
- La mise en compatibilité du projet avec les items 4.1, 4.2 et 4.3 du PGRI Loire Bretagne ;
- L'éventuelle nécessité d'une DUP en cas d'expropriation.

Au regard de de ces éléments **le choix du Maître d'Ouvrage se porte sur l'étude du scénario APS I2 au stade Avant-Projet Définitif** (voir §4.2).

4. PHASE 4 : AVANT-PROJET DEFINITIF (APD)

4.1. APD - RESTAURATION DU COURS D'EAU

4.1.1. SCENARIO RETENU

Suite à la phase 3, le Maître d'Ouvrage a retenu le scénario APS RCE3 soit la renaturation du ruisseau accompagnée de la création de mares.

4.1.2. AMENAGEMENTS

4.1.2.1. DESCRIPTION

La solution retenue consiste à réaliser les aménagements suivants :

- **Aménagements de restauration réalisés par le Syndicat :**
 - Méandrage avec un coefficient de sinuosité de l'ordre de 1.2 ;
 - Remblaiement de l'ordre de 700m³ pour création des berges et banquettes ;
Remarque : 300 à 400 m³ ont déjà été apportés sur site par le propriétaire
 - Nappage en terre végétale sur ~20 cm ;
 - Création de 2 mares de profondeur 1 à 1.50 m ;
 - Rejets EP :
 - Aval : maintien du point de rejet dans la zone d'expansion ;
 - Amont : alimentation partielle de la mare avec équipement d'un clapet anti-retour ;
 - Mise en place d'une cage anti-embâcle en amont de la RD252.

Les solutions techniques ont été dimensionnées pour permettre une alimentation fréquentes des mares par débordement du cours d'eau et par l'alimentation des eaux pluviales pour la mare nord. La profondeur d'1m50 doit permettre de limiter le risque de fermeture du milieu par l'encombrement de la végétation.

Il est recommandé de prévoir un plan de gestion pour le maintien des habitats.

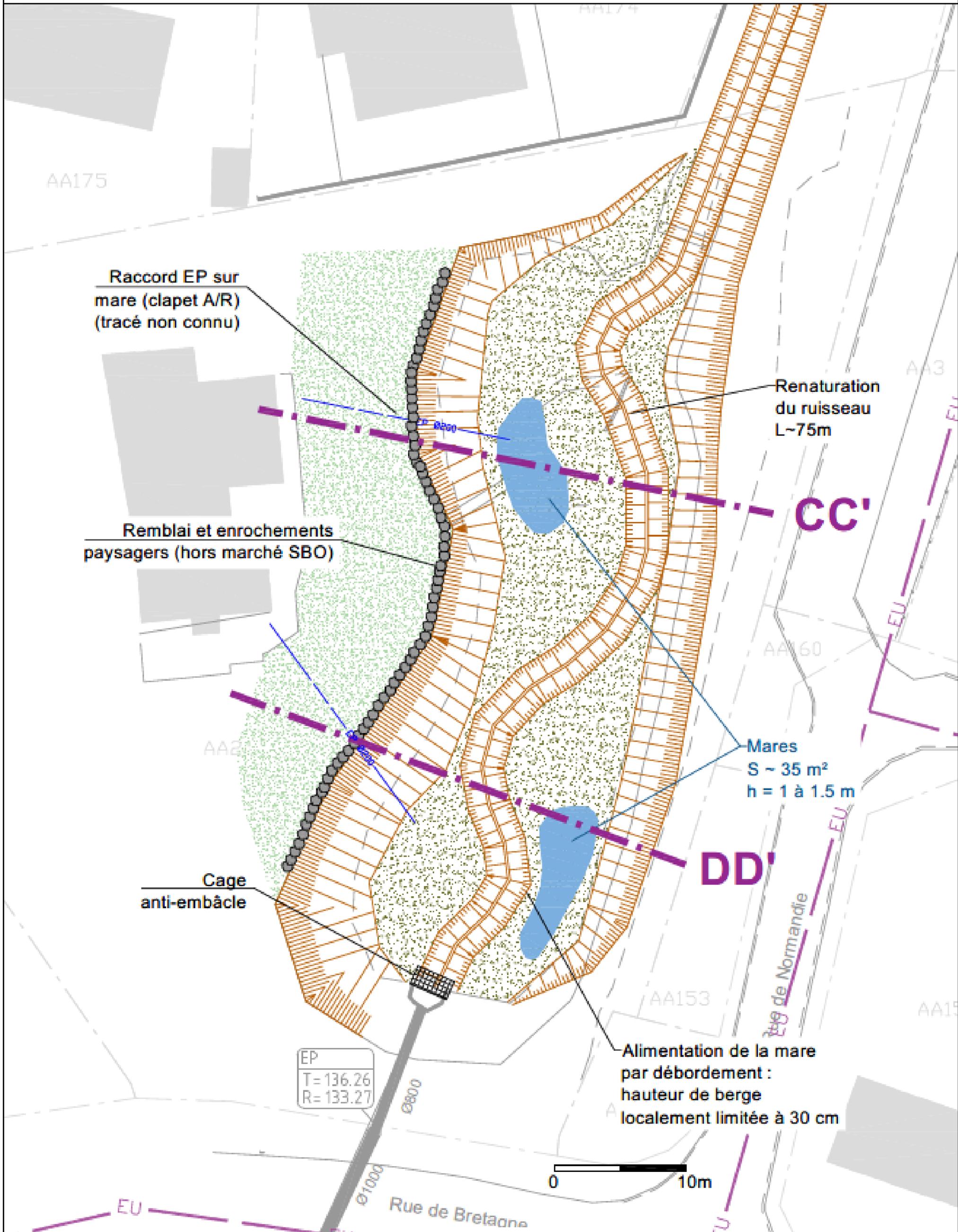
- **Aménagements paysagers réalisés par le propriétaire :**
 - Raccordement au jardin par enrochement paysager ;
 - Nivellement du jardin (remblai).

4.1.2.2. PLANS

Les figures pages suivantes présentent les plans d'avant-projet définitif.

Renaturation du plan d'eau privé (Loiron-Ruillé)
Avant - Projet Définitif

Vue en plan

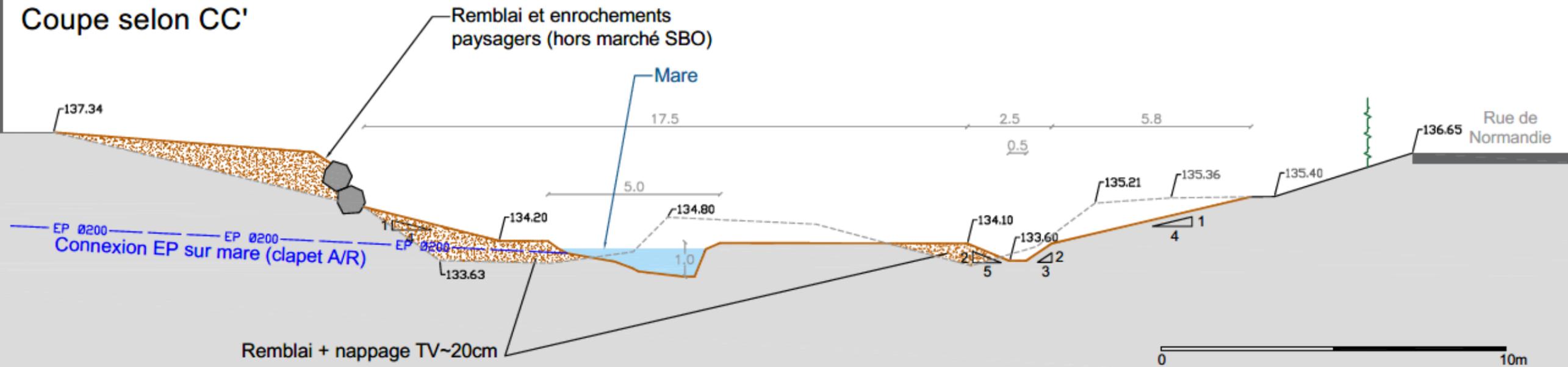


Renaturation du plan d'eau privé (Loiron-Ruillé)

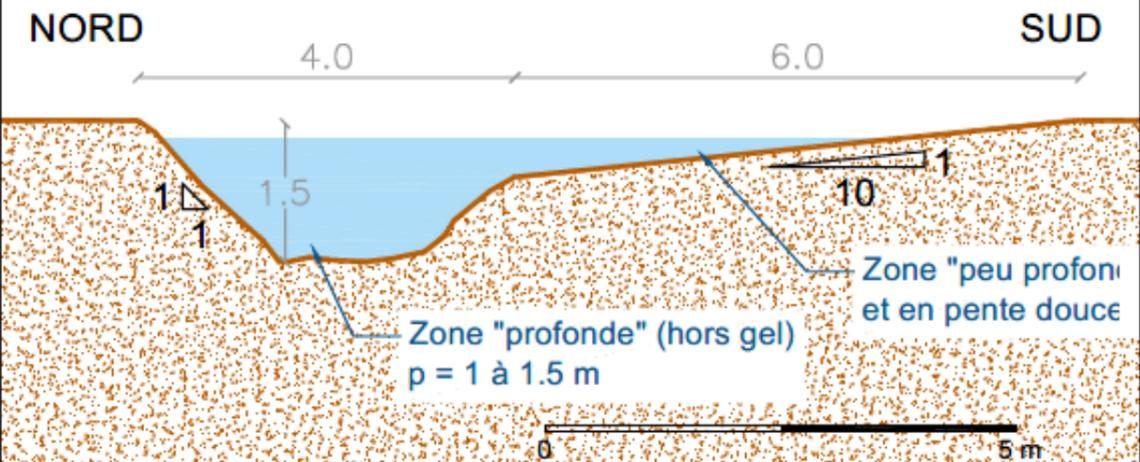
Avant - Projet Définitif

Coupes

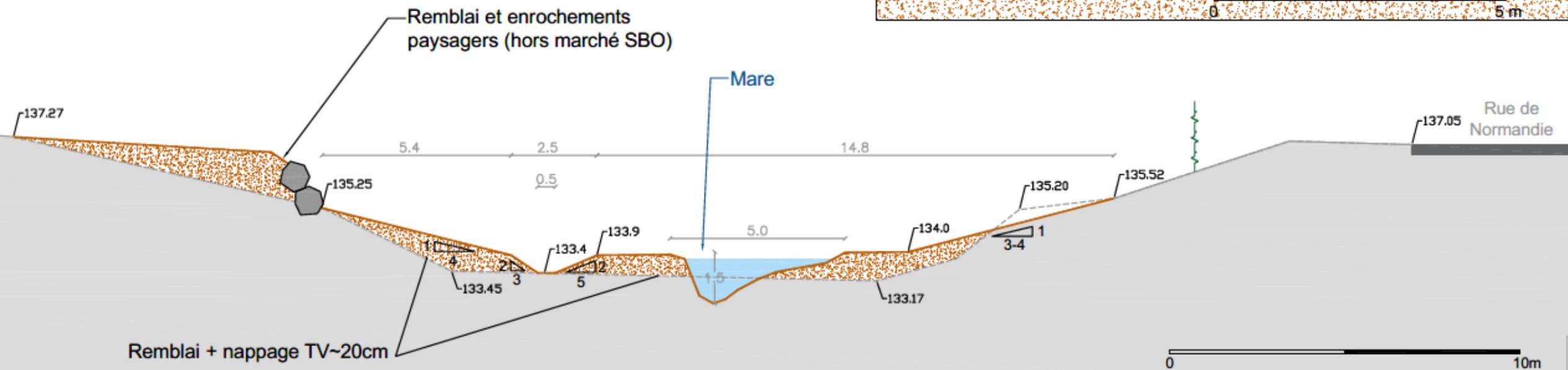
Coupe selon CC'



Mare - Coupe type



Coupe selon DD'



4.1.2.3. INSERTION PAYSAGERE



Fig. 57. APD RCE – Insertion paysagère du projet (photomontage)

4.1.2.4. TECHNIQUES DE MISE EN ŒUVRE

Les modalités techniques de réalisation des travaux sont les suivantes :

- Création d'accès depuis la rue de Normandie ;
- Débroussaillage, abattage, dessouchage, bûcheronnage, export ou mise en valeur sur site ;
- Pelle mécanique :
 - Renaturation du lit (méandrage, si besoin batardage et pompage) ;
 - Entreposage temporaire des déblais sur site ;
 - Mise en forme du « lit majeur » et création des mares (reprise des rejets EP avec clapet anti-retour)
- Mise en place de l'ouvrage anti-embâcle avec accès depuis la berge ;
- Travaux annexes effectués par le propriétaire : remblai du jardin et raccord au « lit majeur » par enrochements

4.1.2.5. ALEAS TECHNIQUES

Les aléas techniques sont les suivants :

- Pollution : le risque de pollution sera pris en compte via des prescriptions particulières au sein du PRO (départs de fines : filtres à paille ou équivalent, fuites d'hydrocarbures : bassin...)
- Crue : le risque de crue devra être pris en compte dans les modalités d'exécution des travaux (batardage, déviation temporaire des écoulements...)

4.1.2.6. ESTIMATION FINANCIERE

L'estimation financière* détaillée des aménagements est présentée au sein du tableau suivant.

Tabl. 37 - APD RCE – Estimation financière détaillée

Désignation		Unité	Quantité	Prix unitaire	Coût en euros (HT)
1 Installations générales de chantier, études et travaux préparatoires					
1.1	Préalables : DLE, PRO, MOE, DICT...	F	1	7 500.00	7 500.00 €
1.2	Etat des lieux (Constat d'huissier)	F	1	500.00	500.00 €
1.3	Installation de chantier, aire provisoire de stockage, balisage, signalisation, déviation, sécurité...	F	1	1 000.00	1 000.00 €
1.4	Suivi topographique du chantier	F	1	750.00	750.00 €
1.5	Végétation : fauchage, débroussaillage, abattage	F	1	1 500.00	1 500.00 €
					TOTAL 1 (HT) : 11 250.00 €
2 Renaturation (remblai, terrassement, plantations)					
2.1	Remblai et mise en forme (dont nappage terre végétale)	m ³	700	50.00	35 000.00 €
2.2	Moins value remblai disponible	m ³	-300	50.00	- 15 000.00 €
2.3	Plantations, ensemencement	m ²	1400	5.00	7 000.00 €
2.4	Création de 2 mares (~35m ²)	U	1000	2.00	2 000.00 €
					TOTAL 2 (HT) : 29 000.00 €
3 Divers					
3.1	Reprise réseau EP + clapet anti-retour	Ft	1	1 500.00	1 500.00 €
3.2	"Cage" anti-embâcle	U	1	1 000.00	1 000.00 €
					TOTAL 3 (HT) : 2 500.00 €
4 Repli de chantier, remise en état et dossier des ouvrages exécutés					
4.1	Repli de chantier et remise en état	F	1	1 500.00	1 500.00 €
4.2	Dossier de récolement / DOE	F	1	750.00	750.00 €
					TOTAL 4 (HT) : 2 250.00 €
TOTAL					TOTAL (HT) : 45 000.00 €
					Provisions pour aléas, divers et imprévus (20%) : 9 000.00 €
					TOTAL (HT) dont provisions : 54 000.00 €
					TOTAL (TTC) (TVA=20%) dont provisions : 64 800.00 €

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C

4.1.2.7. PROGRAMMATION ET PLANNING PREVISIONNEL

Le tableau suivant présente le phasage et le planning prévisionnel depuis le PRO jusqu'à la réception des travaux. Les délais indiqués s'entendent hors temps de montage financier et de délibérations du Syndicat.

Tabl. 38 - APD RCE - Programmation et planning prévisionnel

Désignation		MOIS													
		09/21	10/21	11/21	12/21	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22
PRO-DCE	Consultation études PRO														
	Passation marché études PRO														
	Etudes PRO - DCE														
FONCIER	Convention travaux														
Travaux	Consultation														
	Passation marché travaux														
	Etudes EXE, VISA														
	Préparation travaux														
	Travaux et réception														
Loi sur l'Eau	Pré-visite (SBO)														
	DLE, DIG														
	Instruction DLE (Déclaration)														

4.1.2.8. MODALITES ET COUTS D'ENTRETIEN

Les modalités et coûts d'entretien des aménagements sont les suivants :

- Hydrocurage des busages et/ou retrait des embâcles si nécessaire : fréquence estimée à 1 fois tous les 2 ans – 650€HT soit 325€HT/an ;
- Entretien de la végétation et des mares si nécessaire : non quantifié (à la charge du propriétaire).

4.1.2.9. IMPACTS

Les principaux impacts éventuels des aménagements sont présentés ci-après :

- **Hydrologie :**
 - Débits courants : la capacité d'écoulement du cours d'eau et des ouvrages n'est pas modifiée pour les débits non débordants
⇒ **Pas d'impact**
 - Débits de crue – inondations : le volume de stockage actuel du plan d'eau est négligeable par rapport aux volumes de crues, il n'a aucun effet de laminage significatif sur les crues majeures
⇒ **Impact négligeable**
- **Morphologie du cours d'eau, végétation et faune**
 - Le ruisseau est renaturé avec diversification des écoulements
 - Le projet prévoit la création de mares en lit majeur, ces aménagements favorisent la création, d'habitats
⇒ **Impact positif**

4.1.2.10. CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

Les aménagements nécessitent un dossier de Déclaration au titre de la rubrique 3.3.5.0 de la Loi sur l'Eau (restauration de cours d'eau).

4.2. APD - VULNERABILITE AUX INONDATIONS

4.2.1. SCENARIO RETENU

Suite à la phase 3, le Maître d'Ouvrage a retenu le scénario APS I2, soit la création d'un bassin de rétention en amont du secteur urbanisé de Loiron, au droit de la parcelle agricole cadastrée ZX 282.

4.2.2. AMENAGEMENTS

4.2.2.1. DESCRIPTION

La solution retenue est présentée au § 3.3.3.1, pour rappel elle consiste à réaliser les aménagements suivants :

- Réouverture du ruisseau : suppression du drain ;
- Décalage du ruisseau calibré vers le centre de la parcelle
- Création d'un bassin rétention au sein de la parcelle agricole en amont de la zone urbanisée :
 - Volume : 2000m³ avec merlon d'1.5 m + décaissement de 25 cm sur 4 000 m² ;
 - Régulation du débit en aval : orifice Ø300 puis canalisation Ø500 ;
- Haies sur talus perpendiculaires aux écoulements :
 - Merlons de 40cm plantés (~50 ml x 3);
 - Limitation du débit par mise en place de blocs ;

Ces aménagements seront accompagnés de la mise en place de clapets anti-retour sur les évacuation EU et/ou EP sur 9 bâtiments à investiguer via des diagnostics vulnérabilité (voir §3.3.1).

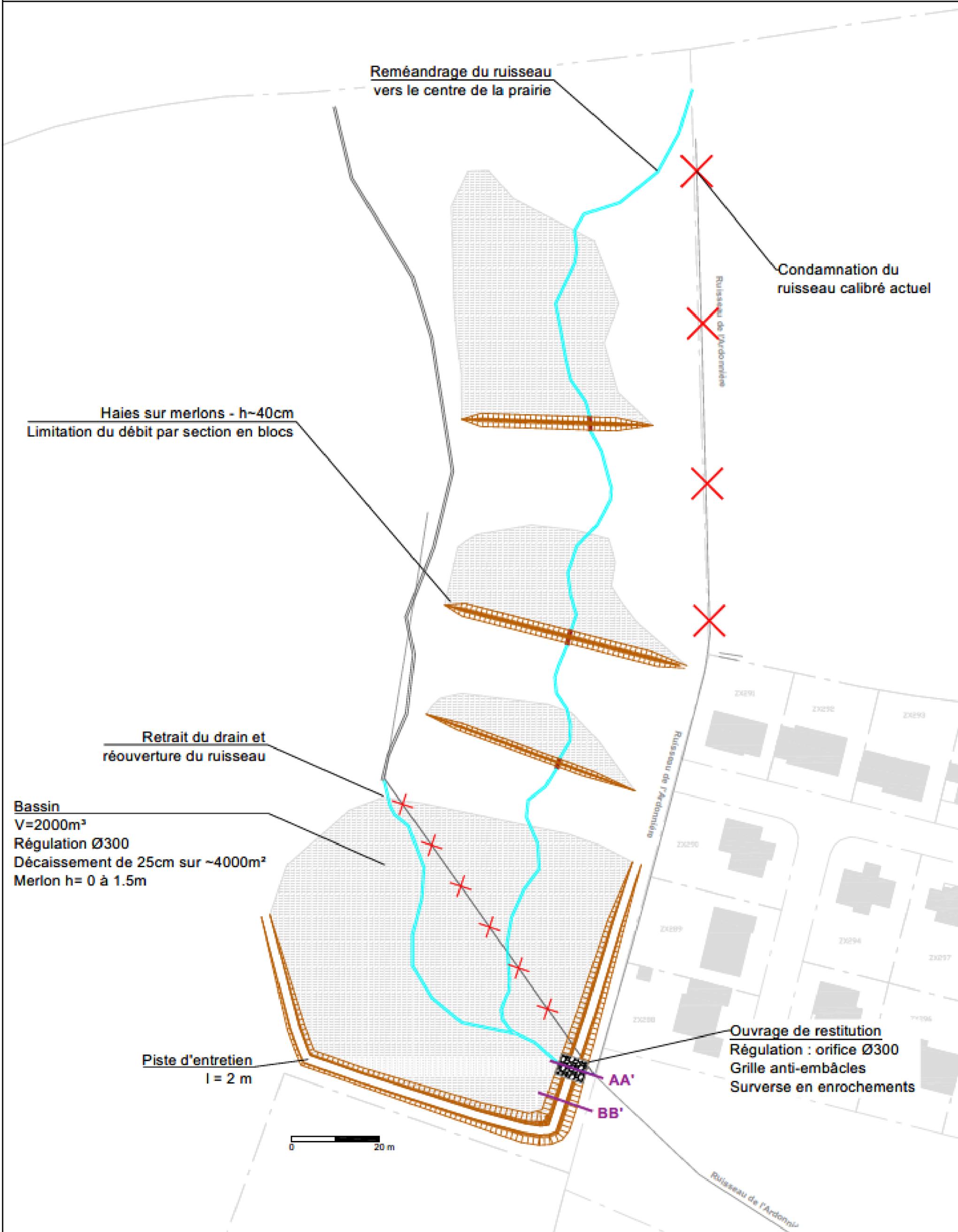
4.2.2.2. PLANS

Les figures pages suivantes présentent les plans d'avant-projet définitif.

Ces plans sont suivis d'une vue en axonométrie présentant l'insertion paysagère du projet.

Bassin de rétention en amont du bourg de Loiron
Avant - Projet Définitif

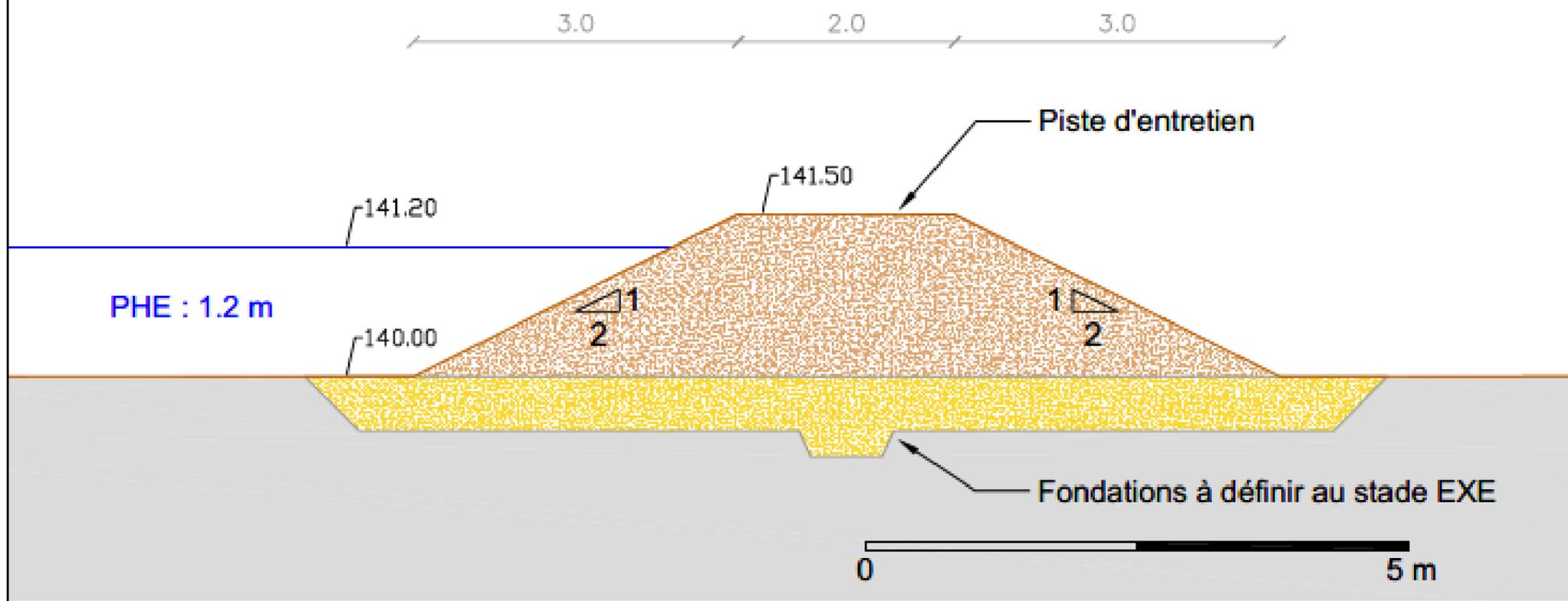
Vue en plan



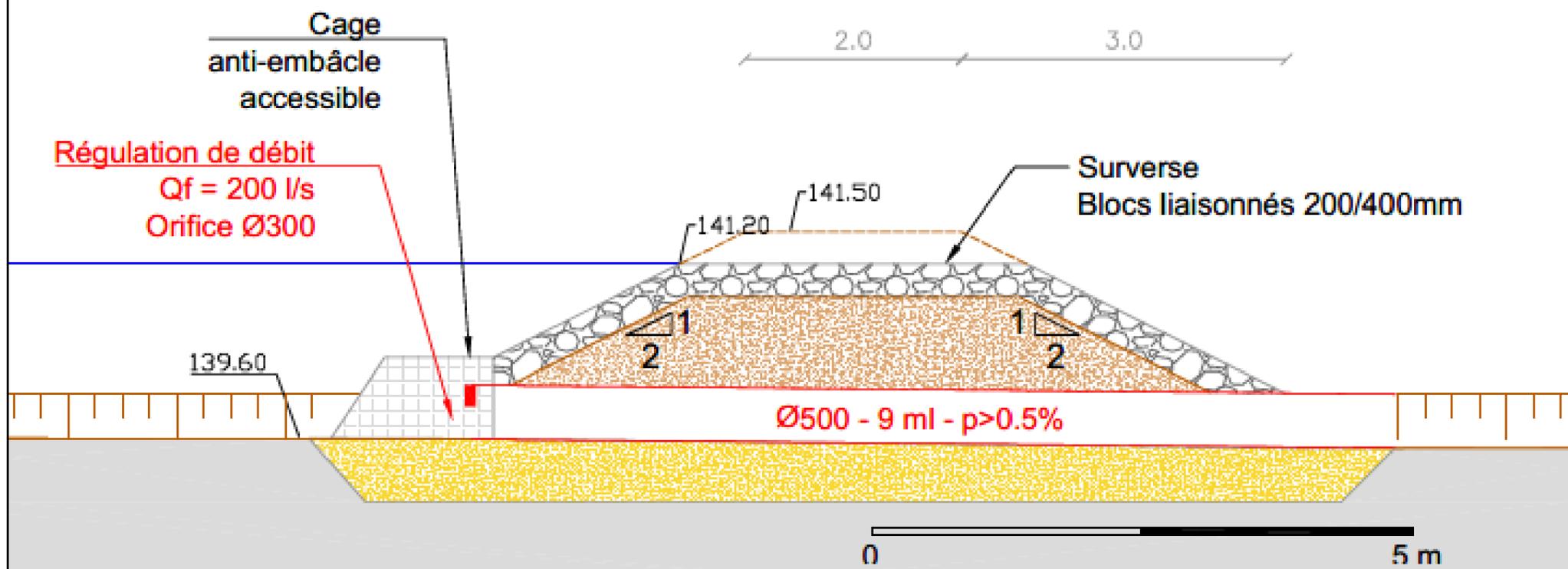
Bassin de rétention en amont du bourg de Loiron
Avant - Projet Définitif

Coupes

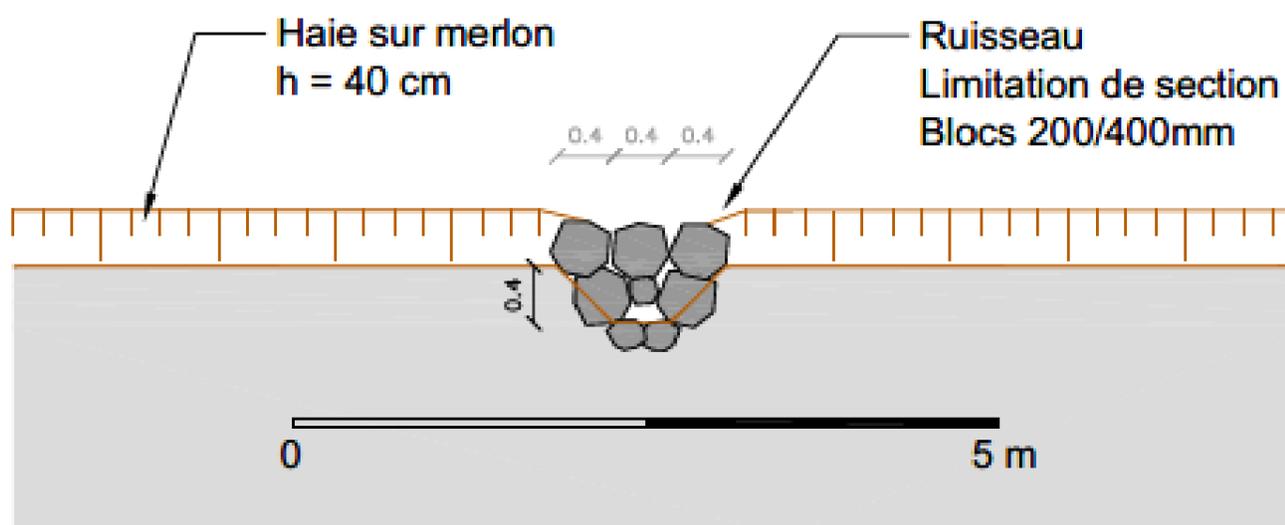
Coupe selon AA'



Coupe selon BB'



Coupe type sur merlon amont



4.2.2.3. INSERTION PAYSAGERE

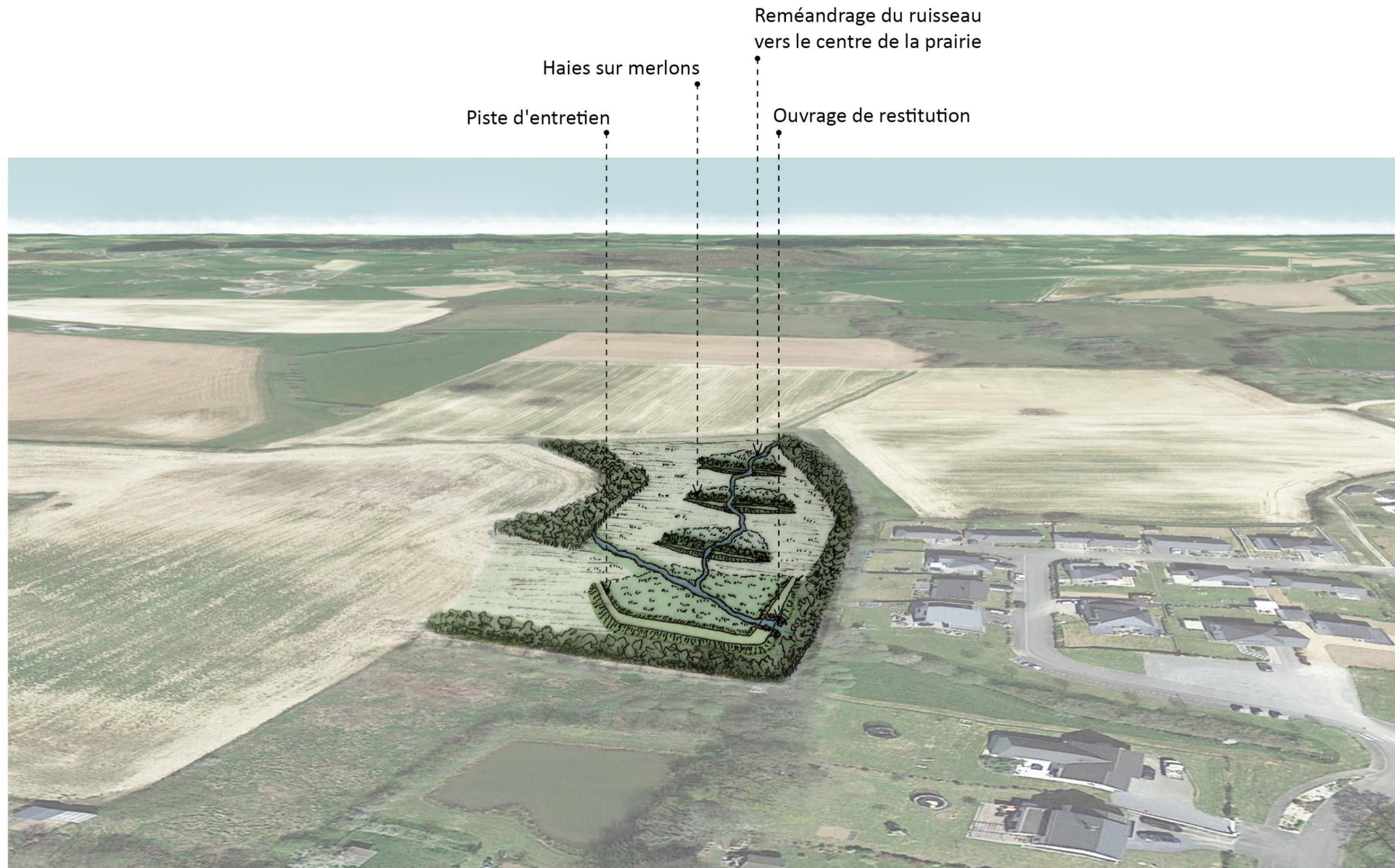


Fig. 60. APD Inondation – Insertion paysagère du projet (vue en axonomie)

4.2.2.4. TECHNIQUES DE MISE EN ŒUVRE

Les modalités techniques de réalisation des travaux sont les suivantes :

- Création d'un accès chantier (depuis parcelle ZX 282 ou lotissement)
- Débroussaillage, abattage, dessouchage, bûcheronnage, export ou mise en valeur sur site ;
- Partie basse :
 - Pelle mécanique :
 - Création d'un nouveau lit en parallèle du drain actuel ;
 - Retrait du drain ;
 - Terrassement, entreposage temporaire des déblais sur site ;
 - Mise en forme des merlons ;
 - Mise en place de l'ouvrage de restitution (orifice calibré Ø300, seuil de surverse, grille anti-embâcle);
- Partie haute
 - Pelle mécanique :
 - Création d'un nouveau lit sinueux au centre de la parcelle ;
 - Condamnation du ruisseau actuel calibré ;
 - reprise des déblais pour création des merlons ;
 - Plantation des haies ;
- Export des matériaux excédentaires ;
- Remise en état, ensemencement.

4.2.2.5. ALEAS TECHNIQUES

Les aléas techniques sont les suivants :

- Géotechnique : les études PRO et EXE devront détailler la qualité des sols en place via une mission géotechnique spécifique « G2 AVP / G2 PRO » ;
- Pollution : le risque de pollution sera pris en compte via des prescriptions particulières au sein du PRO (départs de fines : filtres à paille ou équivalent, fuites d'hydrocarbures : bassin...)
- Crue : le risque de crue devra être pris en compte dans les modalités d'exécution des travaux (batardage, déviation temporaire des écoulements...)

4.2.2.6. ESTIMATION FINANCIERE

L'estimation financière détaillée des aménagements est présentée au sein du tableau suivant.

Tabl. 39 - APD Inondations – Estimation financière détaillée

Désignation		Unité	Quantité	Prix unitaire	Coût en euros (HT)
1 Installations générales de chantier, études et travaux préparatoires					
1.1	Préalables : DLE, AMC, PRO, MOE, DICT... (hors géotechnique)	F	1	12 000.00	12 000.00 €
1.2	Etat des lieux (Constat d'huissier)	F	1	500.00	500.00 €
1.3	Installation de chantier, aire provisoire de stockage, balisage, signalisation, déviation, sécurité...	F	1	2 000.00	2 000.00 €
1.4	Suivi topographique du chantier	F	1	1 500.00	1 500.00 €
1.5	Végétation : fauchage, débroussaillage	F	1	500.00	500.00 €
TOTAL 1 (HT) :					16 500.00 €
2 Bassin (dont ouvrage de régulation)					
2.1	Import pour merlon, compactage, mise en forme, ensemencement...	m ³	700	50.00	35 000.00 €
2.2	Décaissement h=25cm (dont 100m ³ utilisés en 3.1)	m ³	1000	15.00	15 000.00 €
2.4	Export des excédents en carrière agréée	m ³	900	13.00	11 700.00 €
2.2	Ouvrage régulation (anti-embâcle, orifice Ø300, surverse, buse Ø500)	U	1	10 000.00	10 000.00 €
TOTAL 2 (HT) :					71 700.00 €
3 Reprise du ruisseau dans prairie et haies sur talus					
3.1	Modelage terre décaissée pour création de 3 merlons	m ³	100	12.00	1 200.00 €
3.2	Nouveau tracé (déblai, mise en forme et export)	m ³	336	30.00	10 080.00 €
3.3	Haie bocagère	ml	120	21.00	2 520.00 €
3.4	Régulation en enrochements 200/400mm	U	3	500.00	1 500.00 €
TOTAL 3 (HT) :					15 300.00 €
5 Repli de chantier, remise en état et dossier des ouvrages exécutés					
5.1	Repli de chantier et remise en état	F	1	1 500.00	1 500.00 €
5.2	Dossier de récolement / DOE	F	1	500.00	500.00 €
TOTAL 5 (HT) :					2 000.00 €
TOTAL (HT) :					105 500.00 €
Provisions pour aléas, divers et imprévus (20%) :					21 100.00 €
TOTAL (HT) dont provisions :					126 600.00 €
TOTAL (TTC) (TVA=20%) dont provisions :					151 920.00 €

Loiron Ruillé (53)

Etude pour la réduction de vulnérabilité aux inondations et le rétablissement de la continuité écologique du ruisseau de l'Ardonnière

RAPPORT DES PHASES 1 A 4 - ETAT DES LIEUX / PROPOSITION DE SCENARIOS / APS / AVP DEFINITIF - INDICE C

4.2.2.7. PROGRAMMATION ET PLANNING PREVISIONNEL

Le tableau suivant présente le phasage et le planning prévisionnel depuis le PRO jusqu'à la réception des travaux. Les délais indiqués s'entendent hors temps de montage financier et de délibérations du Syndicat.

Tabl. 40 - APD Inondations - Programmation et planning prévisionnel

Désignation		MOIS																						
		11/21	12/21	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22			02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	
PRO-DCE	Consultation études PRO																							
	Passation marché études PRO																							
	Etudes PRO - DCE																							
FONCIER	Acquisition (commune)																							
	Convention travaux (commune-SBO)																							
Travaux	Consultation																							
	Passation marché travaux																							
	Etudes EXE, VISA																							
	Préparation travaux																							
	Travaux et réception																							
Loi sur l'Eau	Consultation																							
	DLE, DIG, AMC...																							
	Instruction DLE (Autorisation "unique")																							

4.2.2.8. MODALITES ET COUTS D'ENTRETIEN

Les modalités et coûts d'entretien des aménagements sont les suivants :

- Curage du bassin (régalage des vases non compris) : fréquence estimée à 1 fois tous les 5 ans – 1 500 € HT soit 130 € HT / an ;
- Hydrocurage des busages et/ou retrait des embâcles si nécessaire : fréquence estimée à 1 fois tous les 2 ans – 650 € HT soit 325 € HT / an ;
- Entretien, élagage des haies sur merlon : 20 € HT / ml, 1 fois tous les ans pendant 3 ans soit 1 000 € HT / an puis 1 à 2 fois / 10 ans soit 300 à 600 € HT / an ;
- Fauchage du bassin : non quantifié (entretien commun aux espaces verts communaux, mise à disposition d'un agriculteur ou éco-pâturage).

4.2.2.9. IMPACTS

Les principaux impacts éventuels des aménagements sont présentés ci-après :

- **Hydrologie :**
 - Débits courants : la débitance de l'ouvrage de régulation est de l'ordre de 70 l/s avant mise en charge pour atteindre 200 l/s avant surverse. Ces données indiquent une mise en charge et un début de remplissage du bassin pour un débit de période de retour T= 1 à 2 ans, soit au-delà des débits courants.
 - ⇒ **Pas d'impact**
 - Débits de crue – inondations : réduction des débits de crue et de l'enveloppe d'inondation aval
 - ⇒ **Impact positif**
- **Morphologie du cours d'eau**
 - Le ruisseau est remis à ciel ouvert au sud et retracé avec méandrage au nord (diversification des écoulements) ;
 - La discontinuité engendrée par l'ouvrage de régulation sera de moindre longueur qu'à l'état actuel.
 - ⇒ **Impact positif**
- **Végétation**
 - Il n'est pas prévu de débroussaillage ou abattage massif (éventuellement en bordure de parcelle notamment pour les accès) ;
 - Impact potentiel sur la présence de sols hydromorphes et vérification de la présence d'espèces protégées dans le cadre du dossier d'étude d'impact réglementaire ;
 - Des mesures « Eviter Réduire Compenser » sont potentiellement à prévoir. Le projet consiste toutefois à renaturer cette zone et lui redonner une fonctionnalité de zone humide et des habitats associés.
 - ⇒ **Impact positif**

- **Faune** : la remise à ciel ouvert du ruisseau contribuera à accueillir de nouvelles espèces
⇒ **Impact positif**

4.2.2.10. CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

Les contraintes réglementaires sont rappelées ci-dessous :

- Loi sur l'Eau : Autorisation - rubriques : 2.1.5.0 (rejet EP), 3.1.1.0. (obstacle), 3.2.2.0 (remblai) ;
- Pas de zone humide inventoriée, à investiguer en préalable.

Remarque : en fonction des résultats de ces investigations, il pourra s'avérer nécessaire d'envisager des compensations notamment en cas d'altération de zone humide liée aux aménagements ;

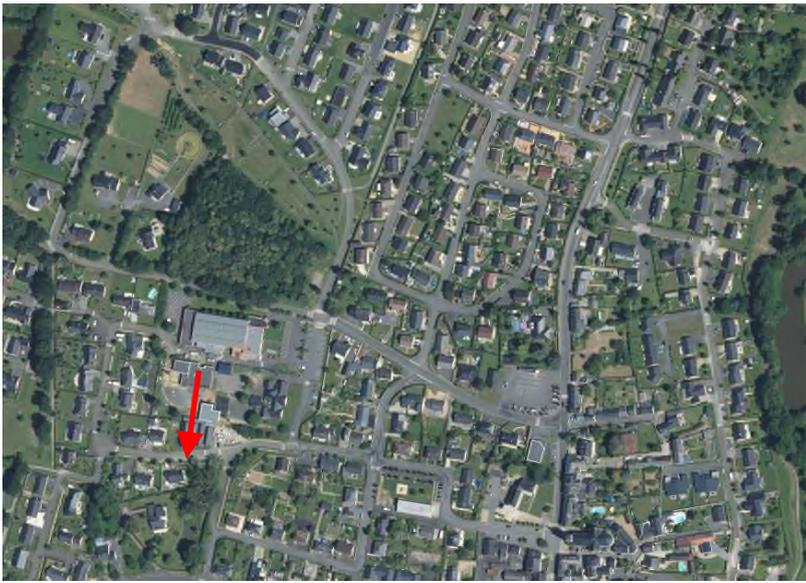
- Réglementation « aménagements hydrauliques » (R562-18) : non concerné ;
- Réglementation « barrages » (R114-112) : non concerné ;
- Déclaration d'Intérêt Général ;

Remarque : le projet pourrait relever d'une Déclaration d'Utilité Publique pour une acquisition par voie d'expropriation de l'emprise foncière si la vente ne peut se faire à l'amiable.

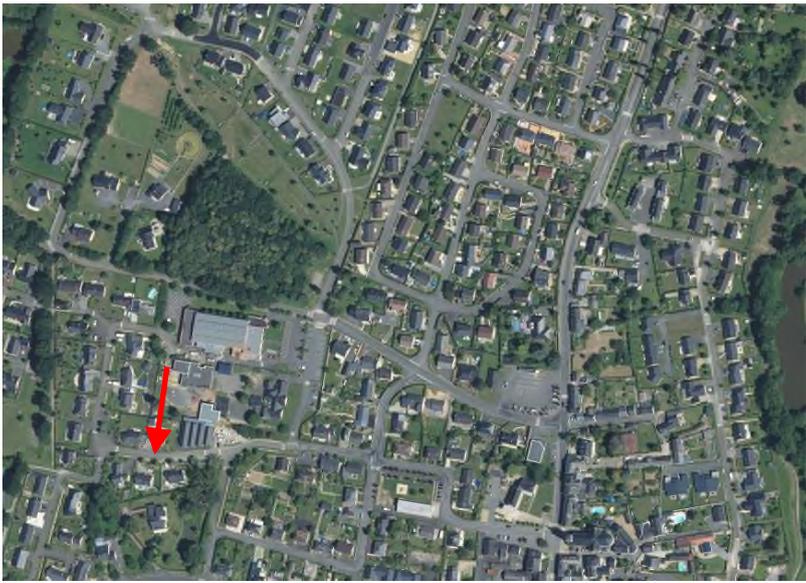
- PGRI - Objectifs 4.1, 4.2 et 4.3 : Justification, analyse multicritères, solutions alternatives...

ANNEXE 1

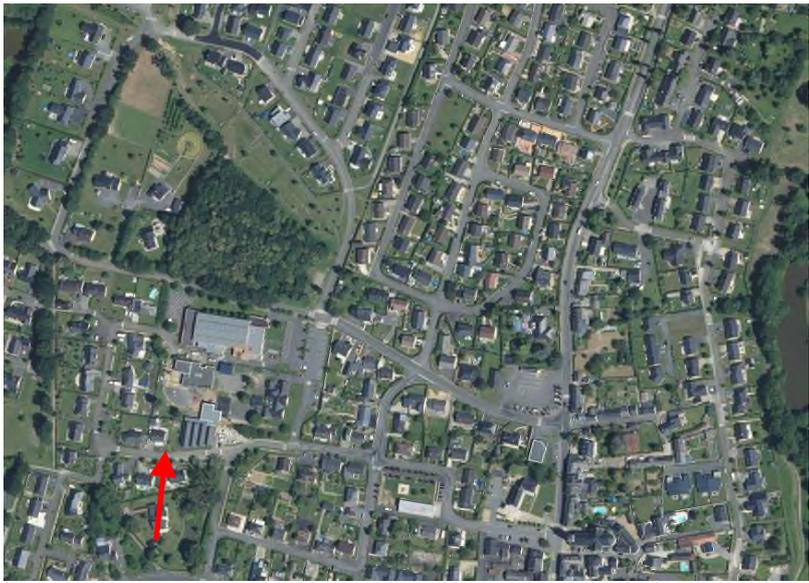
Laisses de crue

	LAISSE DE CRUE						
	Identifiant	Loiron 1					
	Localisation	15 Rue des Sports, 53320 Loiron Ruillé			Cours d'eau	Ardonnaire	
	Source	Riverain			Fiabilité *	Moyenne	
Date enquête	1/7/2020	Description	Mairie : ~40cm dans la maison et garage le 9/6/2018				
Coordonnées géographiques (Lambert 93 et m IGN69)							
H eau datée	9/6/2018 : 40cm	Z crue daté	Observation : 136.17	X	406624.63	Levé par	QUARTA
Z seuil garage	135.77	(9/6/2018)	(Modèle : 136.06)	Y	6780628.00		
Localisation							
Photo							
Commentaire							

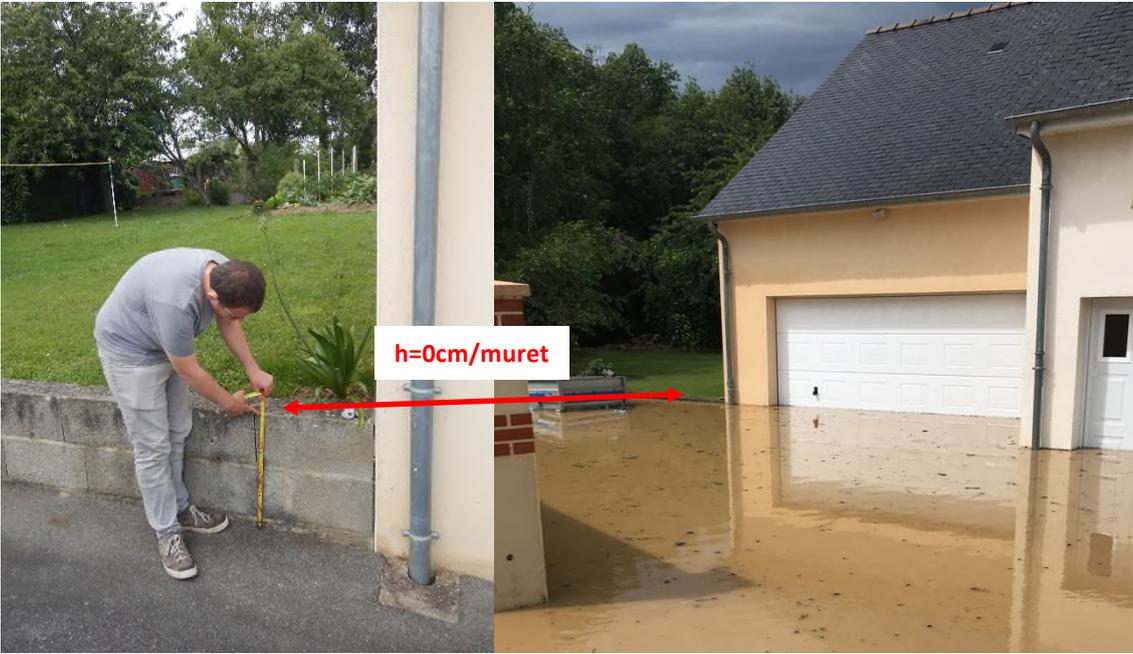
(*) : Fiabilité de la laisse évaluée entre « peu fiable », « moyenne » et « bonne ».
 Evaluation faite par l'appréciation du témoignage, la présence ou non de repère marqué et suivant les conditions hydrauliques à proximité.

	LAISSE DE CRUE						
	Identifiant	Loiron 2					
	Localisation	17 Rue des Sports, 53320 Loiron Ruillé			Cours d'eau	Ardonnaire	
	Source	Riverain			Fiabilité *	Bonne	
Date enquête	1/7/2020	Description	27 cm d'eau dans le garage, 5cm dans abri de jardin le 9/6/2018				
Coordonnées géographiques (Lambert 93 et m IGN69)							
H eau datée	9/6/18 : 27cm	Z crue daté	Observation : 136.04	X	406609.49	Levé par	QUARTA
Z seuil garage	135.77	(9/6/2018)	(Modèle : 136.06)	Y	6780624.15		
Localisation							
Photo							
Commentaire	Inondation par refoulement d'avaloir EP, arrivée et retrait très rapide de l'eau						

(*) : Fiabilité de la laisse évaluée entre « peu fiable », « moyenne » et « bonne ».
 Evaluation faite par l'appréciation du témoignage, la présence ou non de repère marqué et suivant les conditions hydrauliques à proximité.

	LAISSE DE CRUE						
	Identifiant	Loiron 3					
	Localisation	18 Rue des Sports, 53320 Loiron Ruillé			Cours d'eau	Ardonnaière	
	Source	Mairie			Fiabilité *	Bonne	
Date enquête	1/7/2020	Description	Garage 5 cm, abri de jardin 2 à 3 cm le 9/6/2018				
Coordonnées géographiques (Lambert 93 et m IGN69)							
H eau datée	9/6/18 : 5cm	Z crue daté	Observation : 136.19	X	406609.98	Levé par	QUARTA
Z seuil garage	136.14	(9/6/2018)	(Modèle : 136.18)	Y	6780655.78		
Localisation							
Photo							
Commentaire							

(*) : Fiabilité de la laisse évaluée entre « peu fiable », « moyenne » et « bonne ».
 Evaluation faite par l'appréciation du témoignage, la présence ou non de repère marqué et suivant les conditions hydrauliques à proximité.

		LAISSE DE CRUE					
		Identifiant	Loiron 4				
		Localisation	12 Rue Grenouillère, 53320 Loiron Ruillé			Cours d'eau	Ardonnaire
		Source	Riverain			Fiabilité *	Bonne
Date enquête	1/7/2020	Description	Riverain : Niveau du muret angle Sud-Ouest du garage Mairie : Sous-sol et garage 60cm le 9/6/2018				
Coordonnées géographiques (Lambert 93 et m IGN69)							
H eau datée	9/6/18 : =muret	Z crue daté	Observation : 137.42	X	406787.26	Levé par	QUARTA
Z muret	137.42	(9/6/2018)	(Modèle : 137.26)	Y	6780755.47		
Localisation							
Photo							
Commentaire		Inondation par refoulement puis par entrée de la propriété					

(*) : Fiabilité de la laisse évaluée entre « peu fiable », « moyenne » et « bonne ».
 Evaluation faite par l'appréciation du témoignage, la présence ou non de repère marqué et suivant les conditions hydrauliques à proximité.

		LAISSE DE CRUE					
		Identifiant		Loiron 5			
		Localisation		13 Rue Grenouillère, 53320 Loiron Ruillé		Cours d'eau	Ardonnaire
		Source		Riverain		Fiabilité *	Bonne
Date enquête	1/7/2020	Description		Mairie : Salle de jeux, buanderie, arrière-cuisine 15 à 20 cm Riverain : haut du muret terrasse, ~60cm au droit de la clôture Ouest			
Coordonnées géographiques (Lambert 93 et m IGN69)							
H eau datée	9/6/18 : =muret	Z crue daté	Observation : 137.46	X	406780.45	Levé par	QUARTA
Z muret	137.46	(9/6/2018)	(Modèle : 137.26)	Y	6780717.26		
Localisation							
Photo							
Commentaire		Inondation le fond de la propriété (mur de clôture depuis), phénomène très rapide					

(*) : Fiabilité de la laisse évaluée entre « peu fiable », « moyenne » et « bonne ».
 Evaluation faite par l'appréciation du témoignage, la présence ou non de repère marqué et suivant les conditions hydrauliques à proximité.

ANNEXE 2

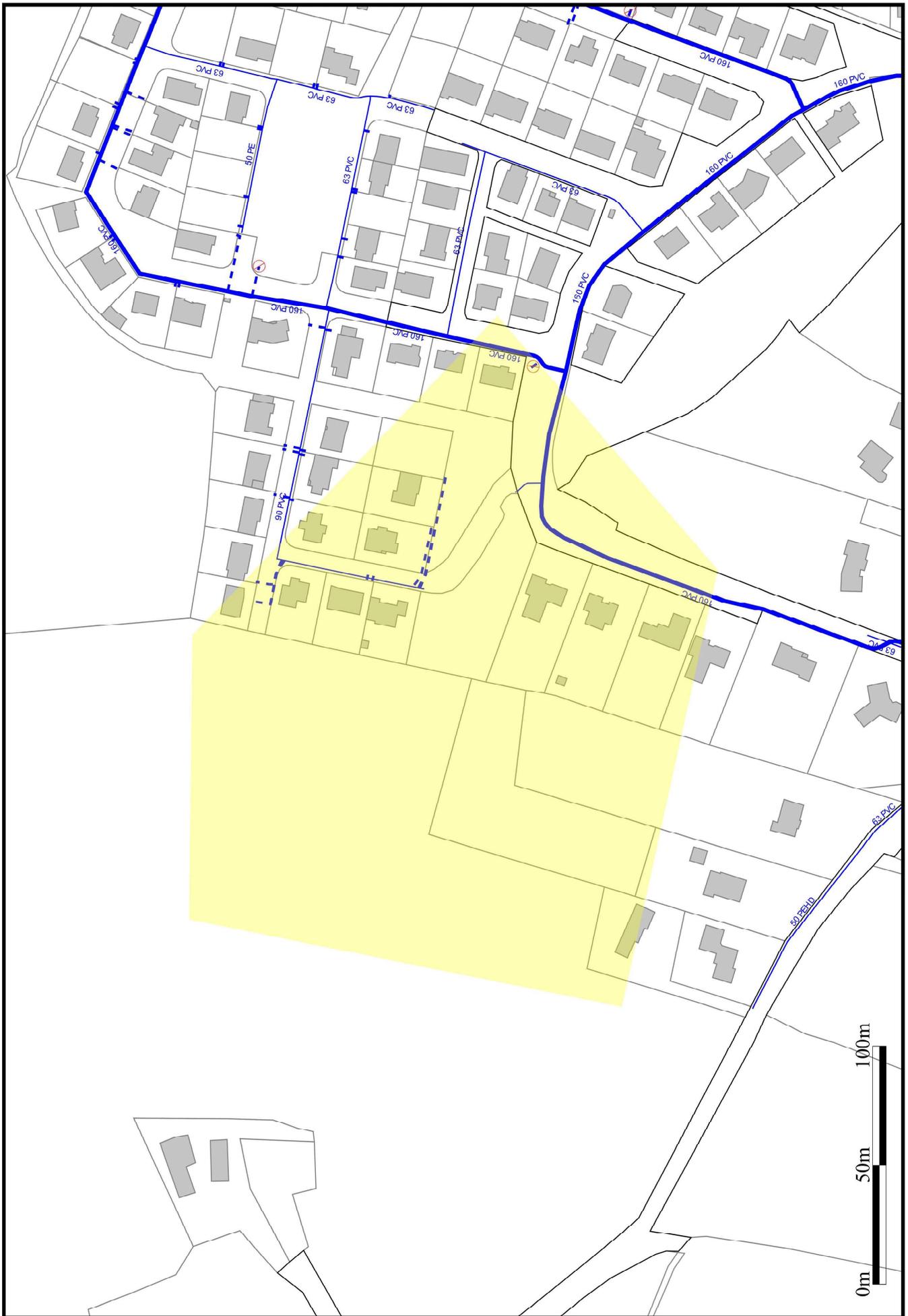
Extraits des retours de DT (Déclaration de Travaux)

Détails consultables au format numérique

ORANGE

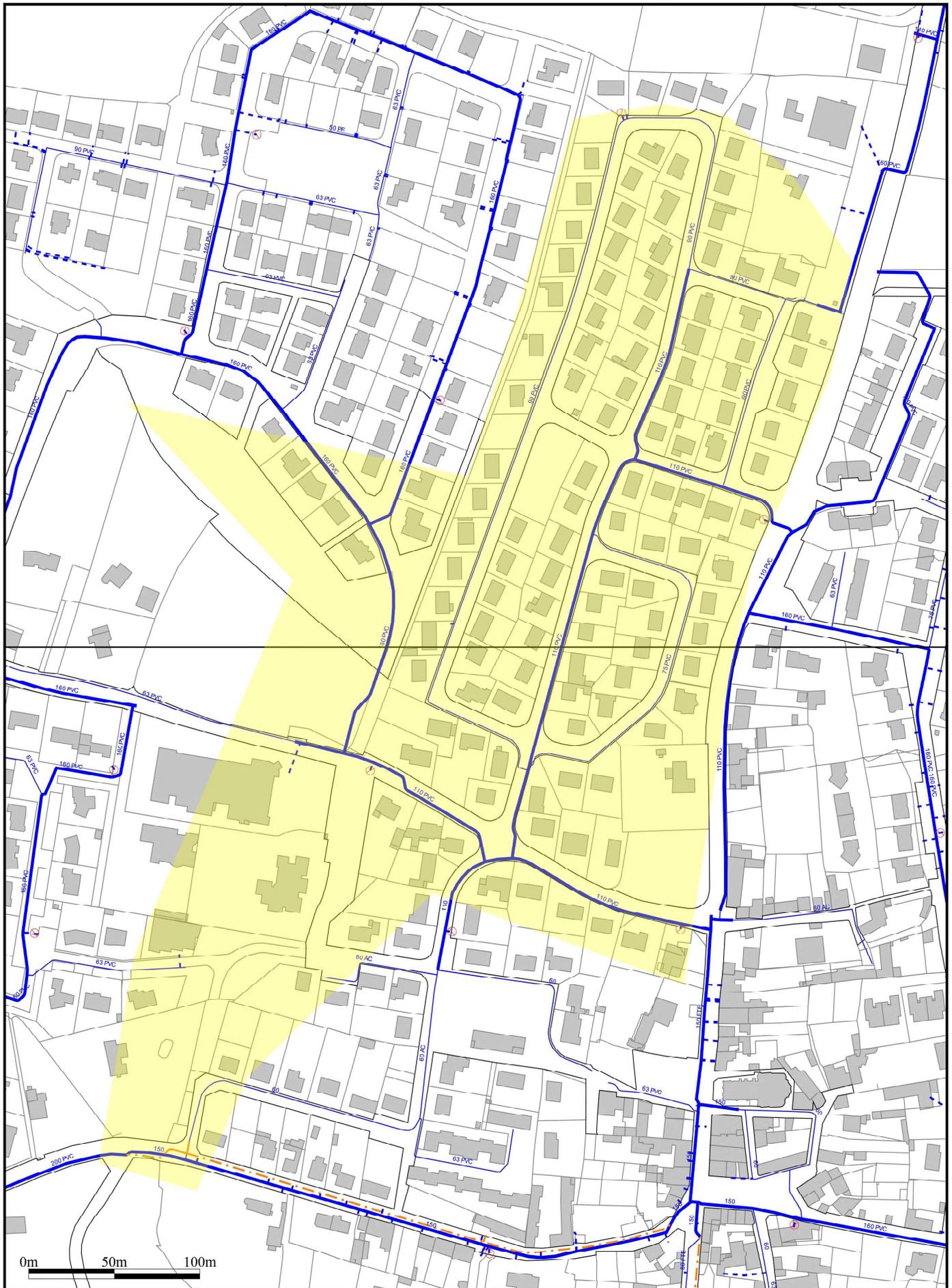


SUEZ

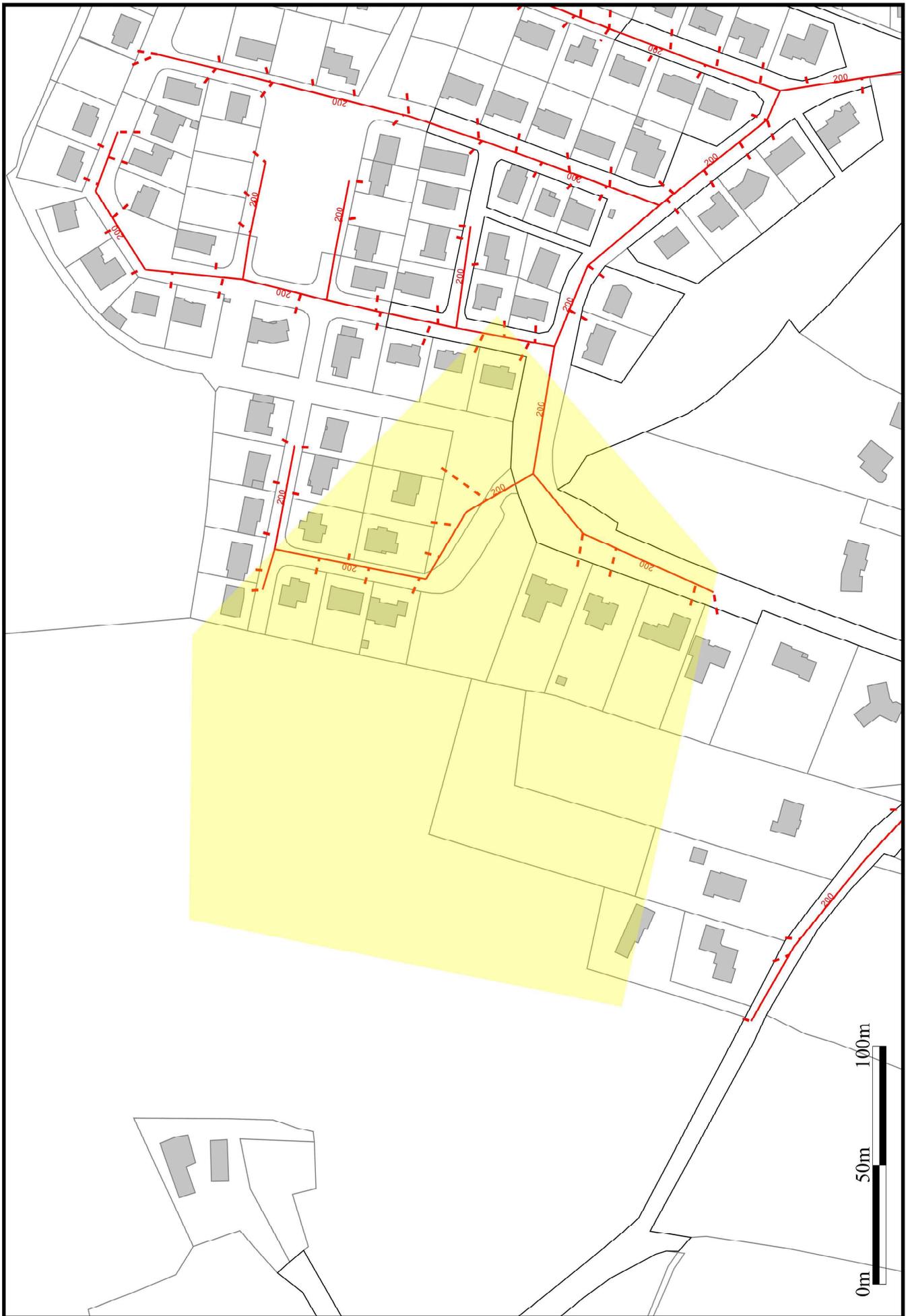


2

La zone d'emprise de chantier que vous nous avez déclarée est dessinée sur le plan en jaune.

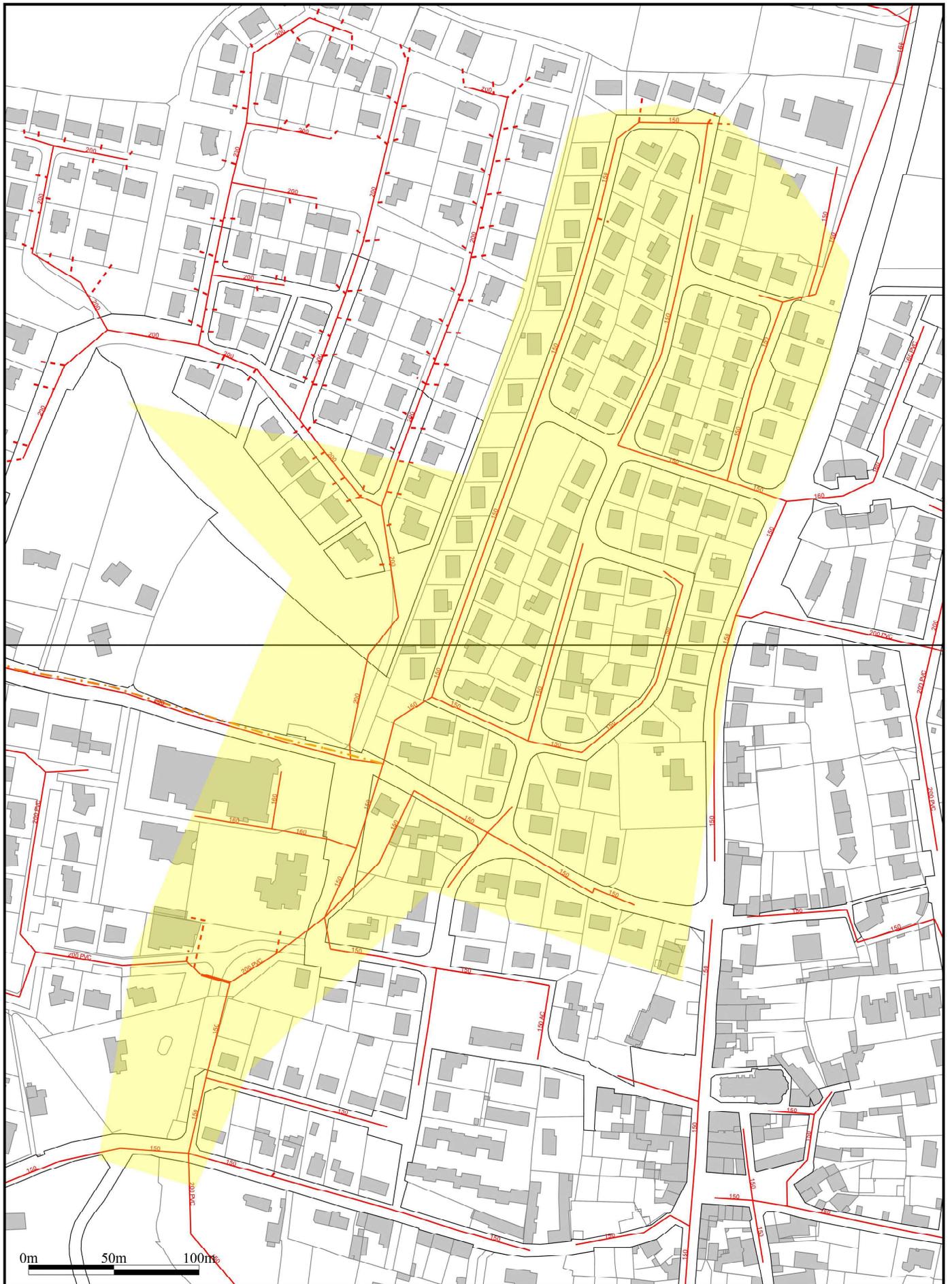


La zone d'emprise de chantier que vous nous avez déclarée est dessinée sur le plan en jaune.



2

La zone d'emprise de chantier que vous nous avez déclarée est dessinée sur le plan en jaune.



La zone d'emprise de chantier que vous nous avez déclarée est dessinée sur le plan en jaune.

ENEDIS

Plan édité le :

10/02/2021

Valable jusqu'au :

09/05/2021

**Les réseaux susceptibles
d'être présents sur le plan
d'ensemble sont :**

- Les réseaux aériens (uniquement sur ce plan)
- Les réseaux souterrains leur positionnement plus précis est détaillé dans la suite du document.
- La majorité des branchements reliés à ces réseaux ne sont pas représentés sur ce plan.

Sur ce plan les ouvrages sont en classe C.

S'ils sont représentés dans les plans des réseaux souterrains, il faudra alors se baser sur la classification indiquée dans ces plans

Emprise de vos travaux



ZTIS

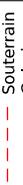
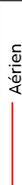
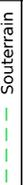


Projet de travaux Enedis

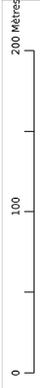
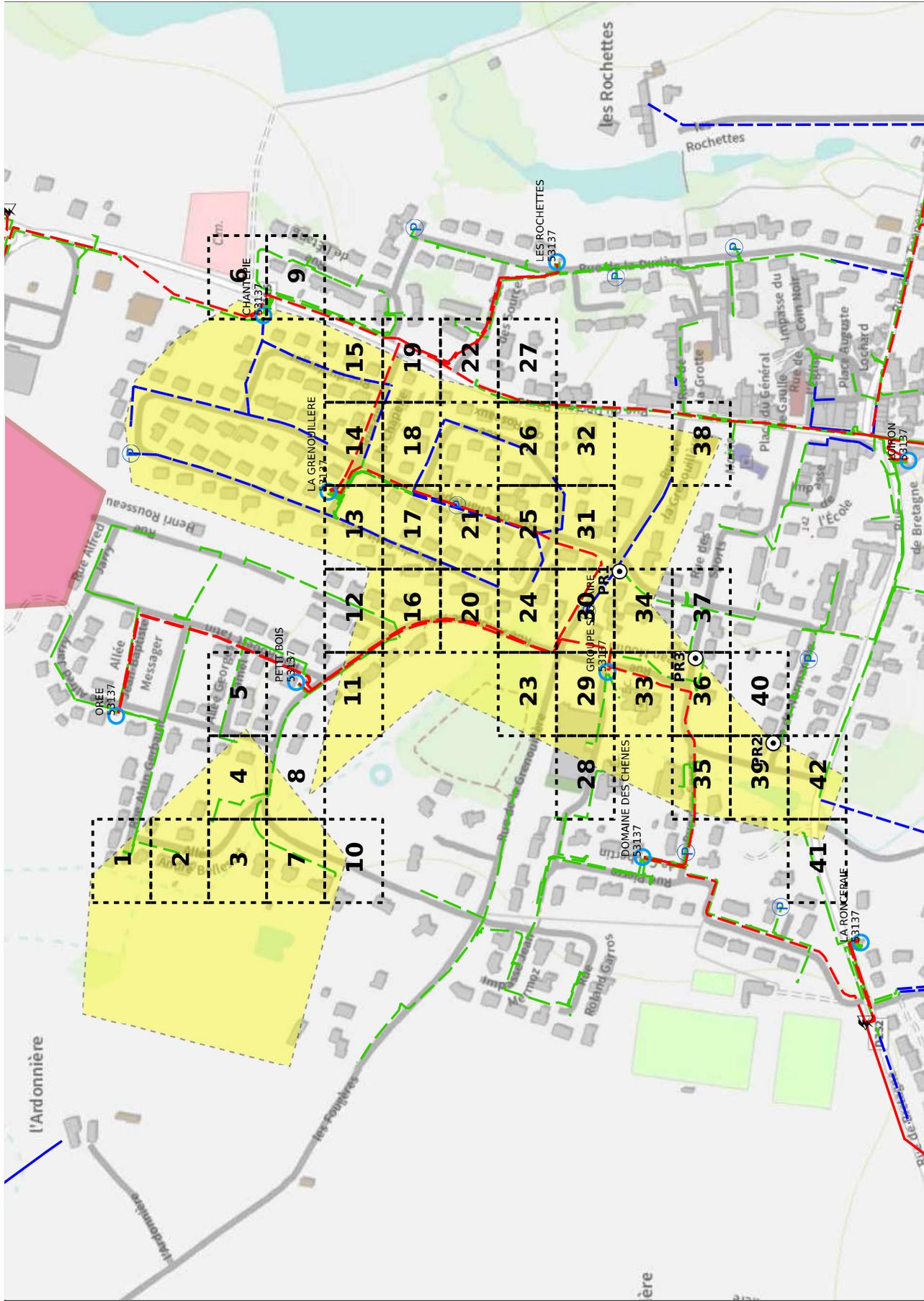
Au moins un réseau est absent dans les plans de détails

Réseau électrique

BT



Pour plus de détails sur la compréhension de ce plan, voir la notice jointe « Lire et Comprendre un plan Enedis ».



TERRITOIRE ENERGIE MAYENNE



ANNEXE 3

Analyse granulométrique



SYNDICAT DU BASSIN DE L'OUDON



Loiron Ruillé (53)

**RETABLISSEMENT DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE DU
RUISSEAU DE L'ARDONNIÈRE**

GRANULOMETRIE

VILLES & TERRITOIRES
DIRECTION REGIONALE OUEST
Les Bureaux du Sillon
8 avenue des Thébaudières
CS 20232
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX

Tel. : 02 28 09 18 00
Fax : 02 40 94 80 99

DATE : OCTOBRE 2021

REF : 4532657



Villes & Territoires
Direction Régionale Ouest
Les Bureaux du Sillon
8 avenue des Thébaudières – CS 20232
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX

Tél. : 02 28 09 18 00
Fax : 02 40 94 80 99

ARTELIA Villes & Territoires Direction Régionale Ouest Les Bureaux du Sillon 8 avenue des Thébaudières – CS 20232 44815 SAINT HERBLAIN CEDEX Tél. : 02 28 09 18 00 Fax : 02 40 94 80 99	N° Affaire	4532657	Etabli par	Vérifié par
	Date	OCTOBRE 2021	V. JORIGNE S. BAULIN	S. BAULIN
	Indice	A		

SOMMAIRE

1. METHODE	2
1.1. PRESENTATION GENERALE	2
1.2. LOCALISATION DES MESURES	3
2. RESULTATS	4

TABLEAUX

Tabl. 1 - Répartitions et cumuls	4
Tabl. 2 - Diamètres caractéristiques	4

FIGURES

Fig. 1. Exemples de courbe et d'échantillonnage granulométrique	2
Fig. 2. Localisation des mesures	3
Fig. 3. Granulométrie du ruisseau de l'Ardonnière	5

1. METHODE

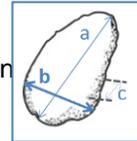
1.1. PRESENTATION GENERALE

(Sources : « Les études des Agences de l'eau n°65 – La gestion des rivières –Transport solide et atterrissements – Guide méthodologique » ; « Diagnostic, aménagement et gestion des rivières –Hydraulique et morphologie fluviales appliquées –Gérard Degoutte »)

La courbe granulométrique peut être réalisée au droit du site d'étude sur la base du protocole simplifié suivant, mis en place par Kolinski en 1994 :

« La méthode consiste à déplier un décimètre en ligne droite ou brisée sur un banc (radier), puis à prélever chaque grain de surface dont le centre se trouve le plus près possible de la graduation pour un pas d'espace défini. On mesure alors le diamètre de tous les grains prélevés. [...] La courbe est alors construite en fréquence d'apparition des diamètres. [...] »

Le diamètre est défini en prenant en compte la plus grande largeur (b sur la figure con



A partir de ces prélèvements, une courbe granulométrique est établie.

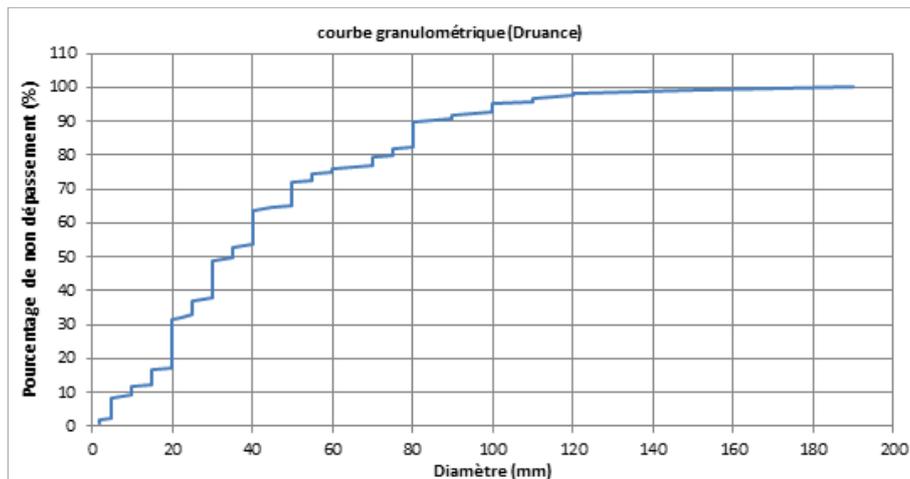


Fig. 1. Exemples de courbe et d'échantillonnage granulométrique

1.2. LOCALISATION DES MESURES

Les échantillonnages ont été réalisés en amont du bourg et en aval de la RD252, soit de part et d'autre du site de projet

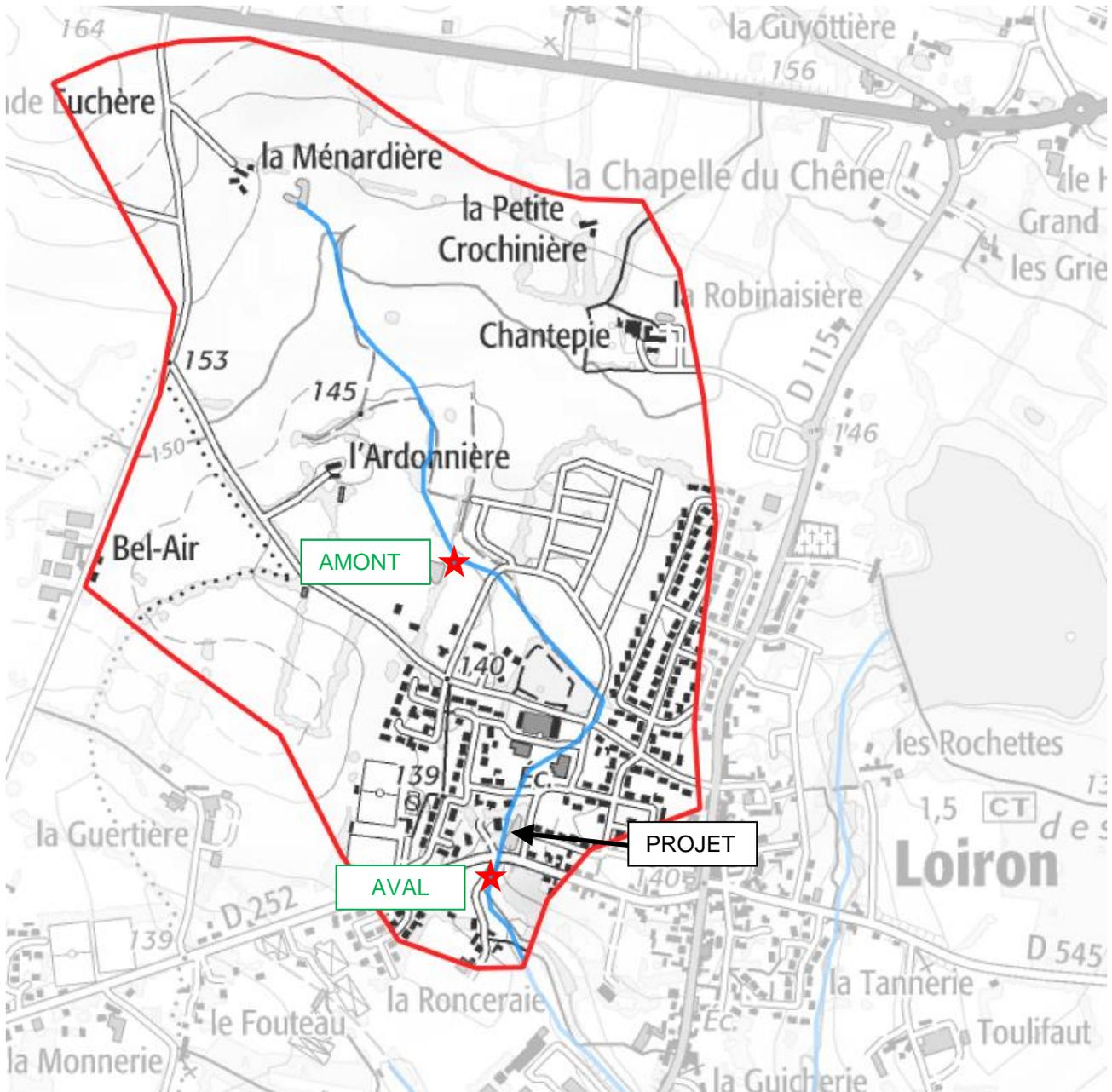


Fig. 2. Localisation des mesures

2. RESULTATS

Les résultats de l'analyse granulométrique sont présentés ci-après.

Tabl. 1 - Répartitions et cumuls

Classe	Diamètre (mm)		Amont		Aval	
	min	max	Répartition	Cumul	Répartition	Cumul
Vase	0	0,0001	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Argiles	0,0001	0,0039	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Limons	0,0039	0,0625	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Sables	0,0625	2	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%
Graviers fins	2	8	50,0%	58,0%	40,0%	48,0%
Graviers grossiers	8	16	38,0%	96,0%	40,0%	88,0%
Cailloux fin	16	32	4,0%	100,0%	10,0%	98,0%
Cailloux grossiers	32	64	0,0%	100,0%	2,0%	100,0%
Pierres fines	64	128	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Pierres grossières	128	256	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Blocs	256	1024	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Rochers	1024		0,0%	100,0%	0,0%	100,0%

Tabl. 2 - Diamètres caractéristiques

Granulométrie	Amont		Aval	
	Non uniforme		Non uniforme	
D10 (mm)	2	Graviers fins	2	Graviers fins
D50 (mm)	6	Graviers fins	8	Graviers grossiers
D60 (mm)	8	Graviers grossiers	9	Graviers grossiers
D75 (mm)	10	Graviers grossiers	10	Graviers grossiers
D90 (mm)	12	Graviers grossiers	16	Cailloux fin

Granulométrie du ruisseau de l'Ardonnière à Loiron (bourg)

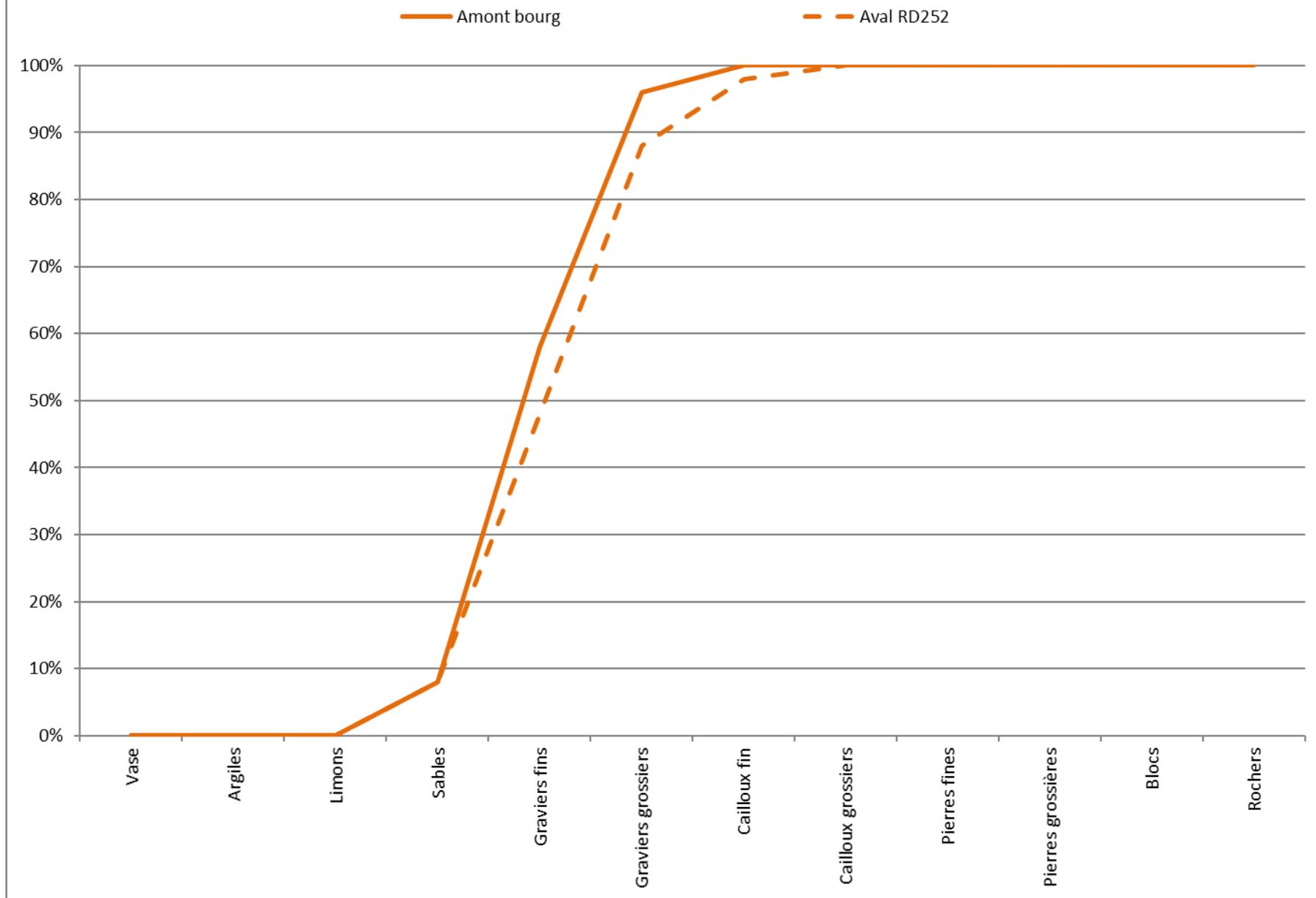


Fig. 3. Granulométrie du ruisseau de l'Ardonnière

Annexe 4. Droits et obligations des riverains

Il est important de rappeler les droits et obligations des riverains envers l'entretien régulier et raisonné des cours d'eau.

➤ Entretien des cours d'eau

Code de l'environnement :

- *Article L215-2*

Le lit des cours d'eau non domaniaux appartient aux propriétaires des deux rives. Si les deux rives appartiennent à des propriétaires différents, chacun d'eux a la propriété de la moitié du lit, suivant une ligne que l'on suppose tracée au milieu du cours d'eau, sauf titre ou prescription contraire.

Chaque riverain a le droit de prendre, dans la partie du lit qui lui appartient, tous les produits naturels et d'en extraire de la vase, du sable et des pierres, à la condition de ne pas modifier le régime des eaux et d'en exécuter l'entretien conformément à l'article L. 215-14.

Sont et demeurent réservés les droits acquis par les riverains ou autres intéressés sur les parties des cours d'eau qui servent de voie d'exploitation pour la desserte de leurs fonds.



Figure 54: Limite de propriété sur cours d'eau non domaniaux (Guide départemental d'entretien des cours d'eau)

- *Articles L 215-14 du code de l'environnement*

Sans préjudice des articles 556 et 557 du code civil et des chapitres Ier, II, IV, VI et VII du présent titre, le propriétaire riverain est tenu à un entretien régulier du cours d'eau. L'entretien régulier a pour objet de maintenir le cours d'eau dans son profil d'équilibre, de permettre l'écoulement naturel des eaux et de contribuer à son bon état écologique ou, le cas échéant, à son bon potentiel écologique, notamment par enlèvement des embâcles, débris et atterrissements, flottants ou non, par élagage ou recépage de la végétation des rives. Un décret en Conseil d'Etat détermine les conditions d'application du présent article.

Le Code de l'Environnement prévoit par ailleurs que les opérations d'entretien régulier puissent être regroupées et faire l'objet dès lors d'un plan de gestion pluriannuel.

- *Articles L 215-15 et 16*

I.- Les opérations groupées d'entretien régulier d'un cours d'eau, canal ou plan d'eau et celles qu'impose en montagne la sécurisation des torrents sont menées dans le cadre d'un plan de gestion établi à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente et compatible avec les objectifs du schéma d'aménagement et de gestion des eaux lorsqu'il existe. L'autorisation d'exécution de ce plan de gestion au titre des articles L. 214-1 à L214-6 a une validité pluriannuelle.

Directive nitrates :

En matière de protection de la qualité des eaux, la lutte contre la pollution diffuse par les nitrates est un enjeu important qui s'inscrit dans le cadre de la directive 91/676CEE, dite directive nitrates. Cette directive européenne repose sur la désignation de zones vulnérables (où la pollution est avérée ou menaçante, selon des critères de teneur en nitrates et de risque d'eutrophisation) et sur l'adoption d'un programme d'actions. En France, le programme d'actions est composé du programme d'actions national, commun à toutes les zones vulnérables, qui est complété par les programmes d'actions régionaux.

La région des Pays de la Loire est entièrement classée en "zone vulnérable" aux pollutions par les nitrates depuis février 2017. Le 6ème programme d'actions régional est entré en vigueur le 1er septembre 2018.

Dans le cadre du projet on rappelle les obligations suivantes :

- les plans d'eau de plus de dix hectares et les cours d'eau « BCAE » doivent être bordés d'une bande enherbée ou boisée d'une largeur minimale de 5 m
- Interdiction d'accès direct des animaux aux cours d'eau

➤ Droit de pêche

Le droit de pêche est lié à la propriété foncière. Sur les cours d'eau non domaniaux, le droit de pêche appartient aux propriétaires riverains.

- *Article L435-4 :*

Dans les cours d'eau et canaux autres que ceux prévus à l'article L435-1, les propriétaires riverains ont, chacun de leur côté, le droit de pêche jusqu'au milieu du cours d'eau ou du canal, sous réserve de droits contraires établis par possession ou titres. Dans les plans d'eau autres que ceux prévus à l'article L435-1, le droit de pêche appartient au propriétaire du fond. Au titre de la jouissance du droit de pêche, le propriétaire a des obligations en matière de protection des milieux aquatiques. Cet article rejoint l'Article L215-16 en ce sens.

- Article L432-1

Tout propriétaire d'un droit de pêche, ou son ayant cause, est tenu de participer à la protection du patrimoine piscicole et des milieux aquatiques. A cet effet, il ne doit pas leur porter atteinte et, le cas échéant, il doit effectuer les travaux d'entretien, sur les berges et dans le lit du cours d'eau nécessaires au maintien de la vie aquatique. Avec l'accord du propriétaire, cette obligation peut être prise en charge par une AAPPMA qui, en contrepartie, exerce gratuitement le droit de pêche pendant la durée de la prise en charge de cette obligation. Cette durée peut être fixée par convention. En cas de non-respect de l'obligation de participer à la protection du patrimoine piscicole et des milieux aquatiques, les travaux nécessaires peuvent être effectués d'office par l'administration aux frais du propriétaire ou, si celui-ci déchargé de son obligation, aux frais de l'AAPPMA ou de la FDAAPPMA qui l'a prise en charge. Cependant, dans le cas de la prise en charge par une collectivité de l'entretien et de la restauration des cours d'eau non domaniaux à la place du propriétaire, il est prévu que le droit de pêche soit partagé gratuitement avec une association agréée pour la pêche et la protection du milieu aquatique (AAPPMA) ou à défaut avec la fédération départementale des associations agréées pour la pêche et la protection du milieu aquatique (FDAAPPMA). Le propriétaire conserve néanmoins son droit de pêche.

- Articles L 435-5

Lorsque l'entretien d'un cours d'eau non domanial est financé majoritairement par des fonds publics, le droit de pêche du propriétaire riverain est exercé, gratuitement, pour une durée de cinq ans, par l'APPMA agréée pour cette section de cours d'eau ou, à défaut, par la fédération de pêche.

Les bénéficiaires doivent formuler leurs observations sur les travaux et le partage du droit de pêche au moment de l'enquête publique. La date de démarrage des travaux sera notifiée à chaque propriétaire.

- Articles R 435-34 à R 435-39 du code de l'environnement.

Le Préfet demande à l'APPMA concernée par le cours d'eau si elle souhaite bénéficier du droit de pêche sur les sections entretenues. Si l'APPMA ne souhaite pas exercer le droit de pêche, le Préfet signale à la Fédération de Pêche que ce droit lui revient pour 5 ans (fin des travaux sur la section de cours d'eau). Un arrêté préfectoral identifie les sections de cours d'eau et communes concernées ainsi que les bénéficiaires du droit de pêche.