

MAITRISE D'ŒUVRE PARTIELLE RELATIVE A LA RESTAURATION DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE AU NIVEAU DU SEUIL DE L'ANCIEN MOULIN DE CARANDA A CIERGES (02)

Phase 1 – Projet



Avril 2020
Numéro d'étude : E190912

Maitrise d'œuvre partielle relative à la restauration de la continuité écologique au niveau du seuil de l'ancien moulin de Caranda à Cierges (02)

Phase 1 – Projet



Arnières sur Iton, le 16 avril 2020

Maître d'Ouvrage

Syndicat intercommunal pour la gestion du bassin versant de l'Ourcq amont

Siège : Mairie – 02210 Oulchy-le-Chateau

Secrétariat : 10, rue du Bon Puits 02000 Chivy-les-Etouvelles

Assistant à maître d'ouvrage

Service technique de l'Union des syndicats d'aménagement et de gestion des milieux aquatiques

10, rue du Bon Puits – Chivy-les-Etouvelles

Tél : 03.23.20.36.74

Auteurs

Arnaud FLIPPE

Nacer ZADRI

N° étude : E190912

Documents rendus

Rapport de phase 1 PRO Ind5V1 (version numérique)

Mots clés

MOE, moulin, restauration continuité écologique, inondation, érosion, étude, Caranda, Cierges, Ru du Coupé, Ourcq

Interlocuteurs

Jonathan LARGET

Animateur CATER

union-des-syndicats@griv.fr

Tél. : 03 23 20 36 74

Campagne de terrain

20 février 2018 : CCZ, AF et AT

Créé par

Arnaud FLIPPE

Cartographie et plans

Irène BOUCHER

Visa contrôle

Serge SALVAN

Visa qualité

Irène BOUCHER

Visa contrôle général

Christian COZILIS

SOMMAIRE

CHAPITRE 1 : CONTEXTE ET OBJECTIFS	1
1.1 Contexte	1
1.2 Objectifs de la mission	2
CHAPITRE 2 : AMENAGEMENTS AU STADE PROJET	3
2.1 Localisation	3
2.2 Objectifs et principe des aménagements	5
2.3 Description technique des aménagements	8
2.3.1 Sectorisation des aménagements	8
2.3.2 Section 1 : partie amont du nouveau lit	10
2.3.3 Pont amont	15
2.3.4 Section 2 : partie aval du nouveau lit	16
2.3.5 Pont aval	18
2.3.6 Bras de source	20
2.3.7 Plantations	21
2.3.8 Mise en place de la buse d'évacuation	22
2.4 Bilan des déblais/remblais	23
2.5 Phasage des travaux	26
2.6 Chiffrage du scénario RCE	27
CHAPITRE 3 : FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE	31
3.1 Hydrologie	31
3.2 Modélisation hydraulique	32
3.2.1 Logiciel HEC-RAS	32
3.2.2 Objectif de la modélisation et données de base	33
3.2.3 Étendue du modèle et description des ouvrages	33
3.2.4 Calage du modèle	36
3.2.5 Débits modélisés	38
3.3 Modélisation hydraulique de l'état initial	38
3.3.1 Simulation en étiage (QMNA5)	38
3.3.2 Simulation au module	40
3.3.3 Simulation en crue plein bord de l'Ourcq aval	42
3.3.4 Simulation en crue plein bord du Ru du Coupé	45
3.4 Modélisation hydraulique de l'état aménagé	47
3.4.1 Modifications du modèle	47
3.4.2 Répartition des débits en état aménagé	49
3.4.3 Fonctionnement hydraulique du Ru du Coupé	49
3.4.4 Fonctionnement hydraulique de l'Ourcq	51
3.4.5 Évolution du débit de plein bord du Ru du Coupé	53
3.4.6 Fonctionnement du bras de source	54
3.4.7 Incidences hydrauliques	55
CHAPITRE 4 : ÉTUDE GENIE CIVIL DES OUVRAGES D'ART	56
4.1 Caractéristiques des ouvrages	56
4.1.1 Caractéristiques des matériaux	56
4.2 Prédimensionnement des ouvrages	56
4.2.1 Culées	56
4.2.2 Tablier	57
4.3 Calcul des poutres	57
4.3.1 Charges sur les poutres	57
4.3.2 Efforts tranchants et moments fléchissant	58
4.3.3 Ferrailage des poutres	59
4.3.4 Ferrailage longitudinale	60

4.3.5	Ferraillage transversal.....	60
4.4	Calcul des entretoises	60
4.4.1	Charges sur les entretoises.....	60
4.4.2	Moment fléchissant maximum.....	60
4.4.3	Ferraillage des entretoises.....	61
4.5	Hourdis.....	62
4.5.1	Charges sur l'hourdis	62
4.5.2	Moment fléchissant maximum.....	62
4.5.3	Ferraillage de l'hourdis.....	63
4.6	Appuis (culées).....	64
4.6.1	Appareils d'appui.....	64
4.6.2	Mur garde grève.....	65
4.6.3	Dalle de transition	66
4.6.4	Corbeau	67
4.6.5	Le mur frontal.....	68
CHAPITRE 5 : MODALITES DE REALISATION DES TRAVAUX.....		70
5.1	Accès à la zone de travaux	70
5.2	Installation de chantier	71
5.3	Période de réalisation des travaux.....	71
5.4	Travaux préparatoires	72
5.5	Prise en compte des réseaux.....	72
5.6	Mise hors d'eau de la zone de travaux et mesures préventives	73
5.7	Moyen de surveillance et d'entretien pendant la durée des travaux	74
CHAPITRE 6 : INCIDENCES DU SCENARIO RCE.....		75
6.1	Résumé des incidences	75
6.2	Incidences foncières de l'aménagement	76
6.3	Incidences sur le transport solide.....	77
ANNEXES		78

TABLE DES TABLEAUX

Tableau I : Bilan des déblais/remblais	24
Tableau II : Débits caractéristiques	31
Tableau III : Résultats du calage du modèle (répartition des débits).....	37
Tableau IV : Résultats du calage du modèle (lignes d'eau)	37
Tableau V : Débits pour les différentes simulations.....	38
Tableau VI : Charges permanentes et variables appliquées sur une poutre.....	58
Tableau VII : Charges sollicitant l'entretoise intermédiaire.....	60
Tableau VIII : Calcul des moments en travée et en appuis de l'entretoise.....	61
Tableau IX : Charges sur l'hourdis.....	62
Tableau X : Moment fléchissant maximum des hourdis	62
Tableau XI : Moments fléchissants des hourdis en travée et en appui	63
Tableau XII : Résultats des charges sur les appuis.....	64
Tableau XIII : Charges sur le mur frontal	68
Tableau XIV : Transport solide en crue plein bord du nouveau lit du Ru du Coupé.....	77

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Périmètre du bassin versant de l'Ourcq et du Clignon (SBV).....	3
Figure 2 : Localisation du site d'étude sur l'IGN (Géoportail)	4
Figure 3 : Localisation du site d'étude sur la photographie aérienne (Géoportail)	4
Figure 4 : Tracé du nouveau lit	5
Figure 5 : Plan de masse des aménagements sur photographie aérienne	6
Figure 6 : Photomontage sur photo aérienne	7
Figure 7 : Profil en long terrain naturel et nouveau bras.....	8
Figure 8 : Plan de masse du nouveau lit.....	9
Figure 9 : Plan de masse du nouveau lit sur la section 1	10
Figure 10 : Résultats du tableur de rampe à macrorugosités (sur la base du guide technique de conception des passes naturelles (Agence de l'eau Adour Garonne)).....	11
Figure 11 : Zoom sur une partie de la section 1	12
Figure 12 : Extrait du profil en long du nouveau bras	12
Figure 13 : Prise d'eau de la section 1 (PT1).....	12
Figure 14 : Nouveau lit sur la section 1 (PT3).....	13
Figure 15 : Photographies du bras de contournement du plan d'eau du moulin Neuf à Malansac/Pluherlin (CC Questembert, 56)	13
Figure 16 : Photomontage au niveau de la section 1	14
Figure 17 : Pont cadre amont (PT2)	15
Figure 18 : Plan de masse du nouveau lit sur la section 2	16
Figure 19 : Nouveau lit sur la section 2 (PT5).....	17
Figure 20 : Pont cadre amont (PT2)	18
Figure 21 : Photomontage du pont cadre aval en section 2	19
Figure 22 : Plan de masse au droit du bras de source	20
Figure 23 : Profil en long au droit du bras de source.....	20
Figure 24 : Profil en long de la buse d'évacuation	22
Figure 25 : Zones de déblais et de remblais.....	23
Figure 26 : Comblement du fossé de décharge partie amont (en haut rive gauche et en bas rive droite) (PT6)	24
Figure 27 : Comblement du bief du Ru du Coupé (PT7)	25
Figure 28 : Comblement de l'encoche d'érosion (PT8)	25
Figure 29 : Comblement du fossé de décharge partie aval (PT9).....	25

Figure 30 : Hydrogramme annuel de l'Ourcq à Chouy	31
Figure 31 : Débits moyens mensuels de l'Ourcq amont et du Ru du Coupé au droit du site d'étude	32
Figure 32 : Étendue du modèle et localisation des ouvrages	33
Figure 33 : Localisation des profils en travers	34
Figure 34 : Répartition des débits lors de la campagne de jaugeage (20/02/2018)	36
Figure 35 : Répartition des débits en étiage	38
Figure 36 : Profil en long du Ru du Coupé en étiage.....	39
Figure 37 : Profil en long de l'Ourcq en étiage.....	39
Figure 38 : Répartition des débits au module	40
Figure 39 : Profil en long du Ru du Coupé au module.....	41
Figure 40 : Profil en long de l'Ourcq au module.....	41
Figure 41 : Répartition des débits en crue plein bords de l'Ourcq aval	42
Figure 42 : Profil en long du Ru du Coupé en crue plein bords de l'Ourcq aval.....	43
Figure 43 : Profil en long de l'Ourcq en crue plein bords de l'Ourcq aval.....	43
Figure 44 : Profil en long de l'Ourcq aval et du bras de source en crue plein bords de l'Ourcq aval.....	44
Figure 45 : Répartition des débits en crue plein bords du Ru du Coupé	45
Figure 46 : Profil en long du Ru du Coupé en crue plein bords du Ru du Coupé	45
Figure 47 : Profil en long de l'Ourcq en crue plein bords du Ru du Coupé	46
Figure 48 : Profil en long du fossé de décharge en crue plein bords du Ru du Coupé	46
Figure 49 : Profil en long de l'Ourcq aval et du bras de source en crue plein bords du Ru du Coupé.....	47
Figure 50 : Localisation des profils en travers	48
Figure 51 : Répartition des débits état aménagé.....	49
Figure 52 : Profil en long du dispositif RCE	50
Figure 53 : Profil en long de l'Ourcq.....	52
Figure 54 : Profil en long de l'Ourcq aval et du bras de source	54
Figure 55 : Pré-dimensionnement de la culée	56
Figure 56 : Pré-dimensions des éléments du tablier	57
Figure 57 : Efforts tranchants sur les poutres à l'ELS.....	58
Figure 58 : Efforts tranchants sur les poutres à l'ELU	59
Figure 59 : Efforts tranchants sur les poutres à l'ELS.....	59
Figure 60 : Efforts tranchants sur les poutres à l'ELU	59
Figure 61 : Accès à la zone de travaux.....	70
Figure 62 : Entrée vers la zone de travaux par le chemin de Caranda	70
Figure 63 : Zone à débroussailler autour de l'encoche d'érosion	72
Figure 64 : Réseau électrique aérien longeant le chemin de Caranda	72
Figure 65 : Batardage pour la réalisation de la prise d'eau	73
Figure 66 : Batardage pour la confluence et le reprofilage de du bras de source	73
Figure 67 : Incidences foncières des aménagements	76

CHAPITRE 1 : CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1 Contexte

Afin de répondre aux objectifs du SDAGE pour l'atteinte du bon état écologique sur le Ru du Coupé (affluent de l'Ourcq amont) et, dans le cadre de la lutte contre les inondations, une étude visant rétablir la continuité écologique sur les ouvrages du site du moulin de Caranda a été réalisée courant 2018.

Le déversoir de décharge de l'ancien bief perché de l'Ourcq est actuellement effondré et reste infranchissable pour les espèces piscicoles. L'érosion régressive et progressive a déclenché une forte activation du transport solide sur l'aval, ce qui menace à terme le foncier agricole et bâti.

A l'issue de l'étude menée en 2018, la création d'un nouveau lit vers le point bas de la vallée a été actée par le COPIL et les propriétaires privés concernés.

Cette solution a été retenue car elle permet :

- de restaurer la continuité écologique (aussi bien la continuité piscicole que le transport solide) ;
- d'améliorer l'hydromorphologie du ruisseau et son fonctionnement naturel notamment par la suppression des coudes à 90° ;
- de réduire les fréquences de débordement du ruisseau ;
- de condamner le bief perché notamment sur sa partie présentant un risque d'érosion régressive ;
- d'obtenir l'acceptabilité sociale des propriétaires exploitants des parcelles agricoles concernées en compensant les pertes foncières liées au nouveau tracé par comblement de bras obsolètes avec ou non connexion de parcelles.

Le dénivelé hydraulique entre le bief et la confluence du ruisseau avec l'Ourcq est important. Ainsi, malgré le linéaire important du nouveau lit (290 ml), la pente sera de l'ordre de 0,8 à 2,70% selon les sections.

Le Ru du Coupé présente une forte amplitude de débits entre la période d'étiage et les crues. Afin de disposer d'hauteurs d'eau suffisantes en étiage tout en gardant la capacité d'évacuation importante en crue, le nouveau lit sera « emboîté ».

A noter qu'en crue, l'ouvrage provoquant les débordements du Ru du Coupé est le pont de la D809. En effet, sa mise en charge provoque une remontée de la ligne d'eau jusqu'au site d'étude. Cette contrainte aval sera similaire en état initial et en état aménagé. Elle limitera les gains sur la fréquence de débordement du ruisseau.

Outre la création du nouveau lit en tant que telle, les aménagements impliquent :

- la mise en œuvre de deux ponts cadres ;
- la mise au gabarit du bras de source (qui correspondra au nouveau lit) ;
- le comblement du bief, de l'encoche d'érosion et du fossé comprenant l'arasement des merlons liés ;
- la mise en place d'une buse d'évacuation entre le fossé de décharge et le nouveau lit.

L'objectif de la présente mission de maîtrise d'œuvre est d'affiner les éléments étudiés au stade Avant-Projet Détaillé, afin de finaliser l'étude de conception au stade PRO.

1.2 Objectifs de la mission

Le présent rapport détaille les aménagements au stade Projet.

Le rapport contient :

- Chapitre 2 : Description des aménagements au stade PRO ;
 - o Description technique des aménagements ;
 - o Caractéristiques hydrauliques des aménagements ;
 - o Phasage des travaux ;
 - o Photomontages ;
 - o Chiffrage des aménagements ;
- Chapitre 3 : Fonctionnement hydraulique ;
 - o Hydrologie au droit du site ;
 - o Création et calage du modèle hydraulique ;
 - o Résultats de modélisation de l'état initial ;
 - o Résultats de modélisation de l'état aménagé ;
 - o Incidences hydrauliques des aménagements ;
- Chapitre 4 : Modalités de réalisation des travaux ;
- Chapitre 5 : Incidences des aménagements.

CHAPITRE 2 : AMENAGEMENTS AU STADE PROJET

2.1 Localisation

Le Ru du Coupé s'écoule sur environ 4,5 km de ses sources jusqu'à sa confluence avec l'Ourcq. Il s'écoule intégralement dans la commune de Cierges dans le département de l'Aisne et son bassin versant s'étend sur environ 10 km². Le moulin de Caranda se situe juste en amont de la confluence. Le Ru du Coupé conflue avec l'Ourcq sur sa partie amont comme le montre la carte ci-dessous.

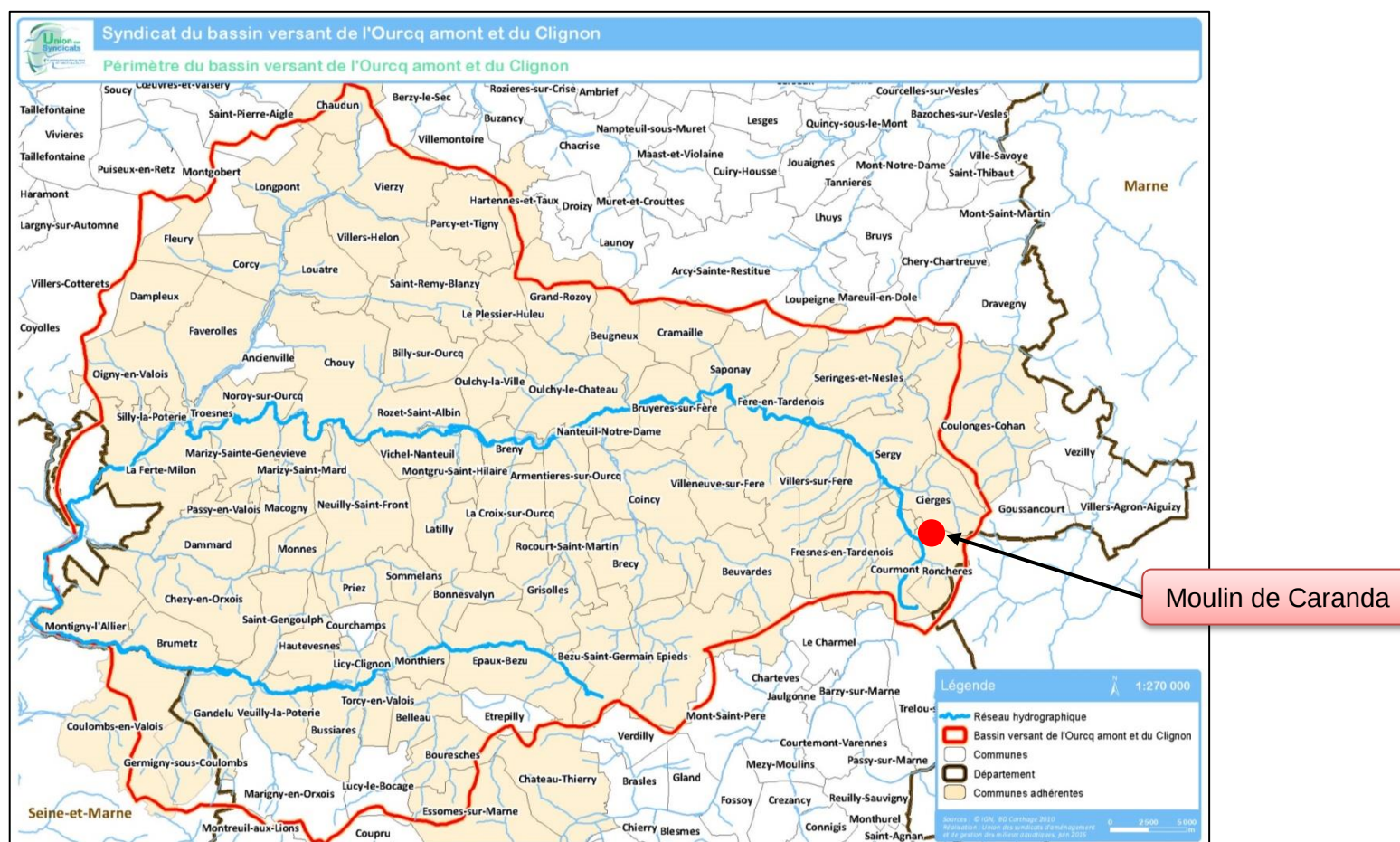


Figure 1 : Périmètre du bassin versant de l'Ourcq et du Clignon (SBV)

Les cartes ci-dessous permettent de visualiser plus localement le site d'étude au droit de la commune de Cierges (02130). Le moulin de Caranda se situe sur le ru du Coupé en amont immédiat de la confluence avec l'Ourcq amont.

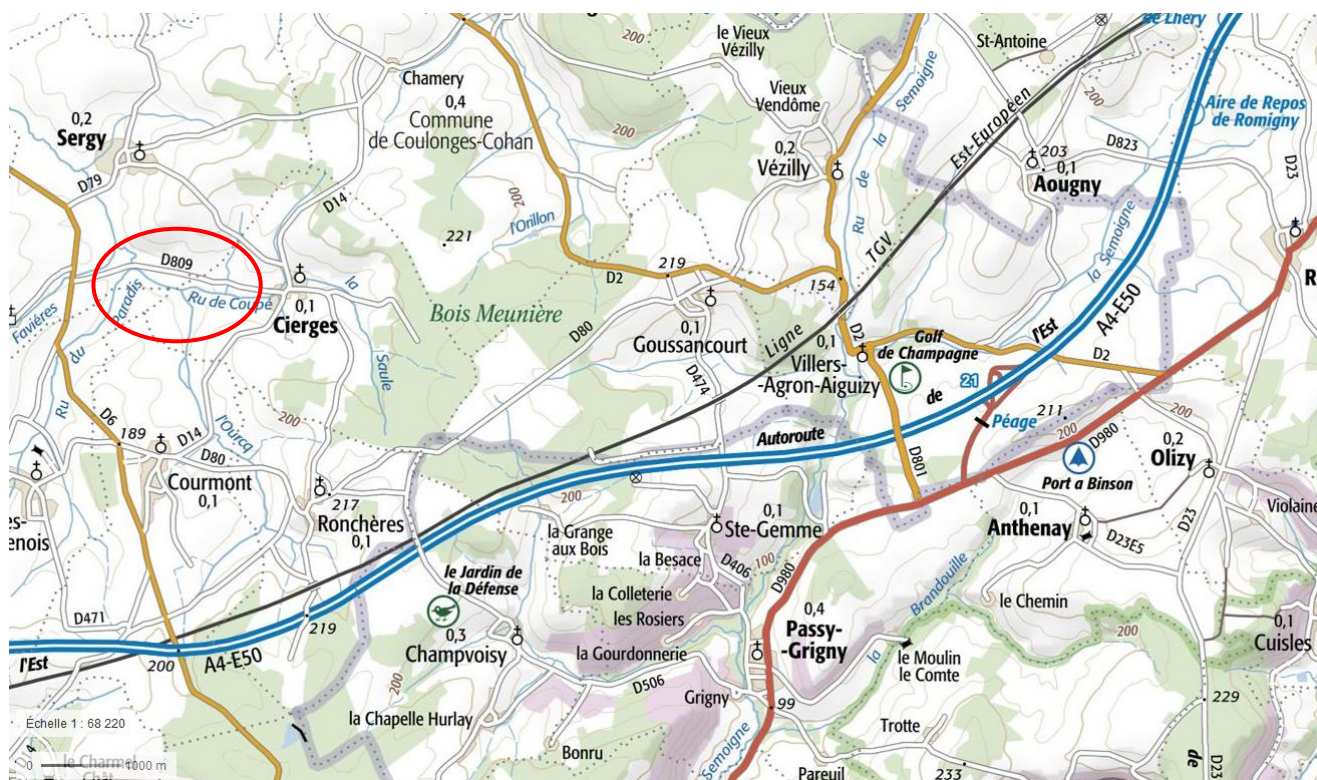


Figure 2 : Localisation du site d'étude sur l'IGN (Géoportail)

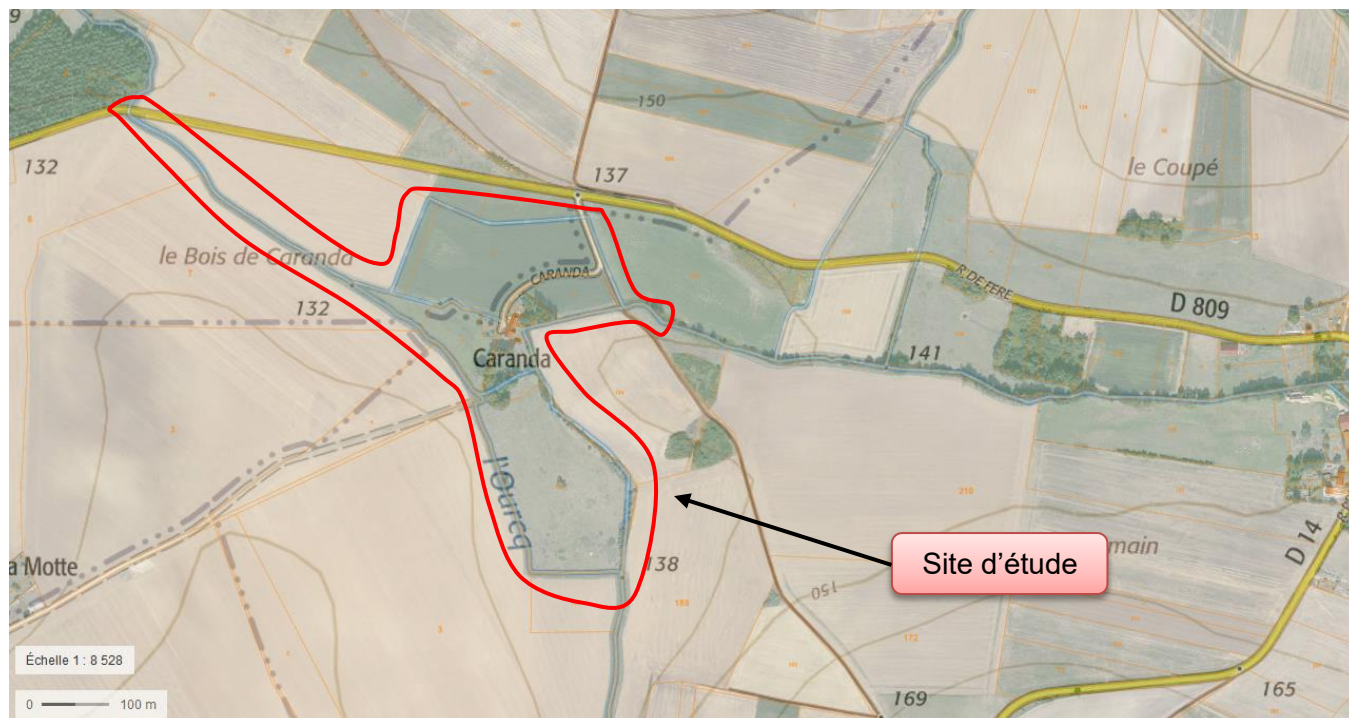


Figure 3 : Localisation du site d'étude sur la photographie aérienne (Géoportail)

2.2 Objectifs et principe des aménagements

Le nouveau lit commencera dans le méandre en amont du seuil de décharge et conflue avec le bras de source dans le coude de ce dernier. Deux ponts seront mis en place sur les deux chemins traversés. Il se raccordera au bras de source qui sera reprofilé puis à l'Ourcq.

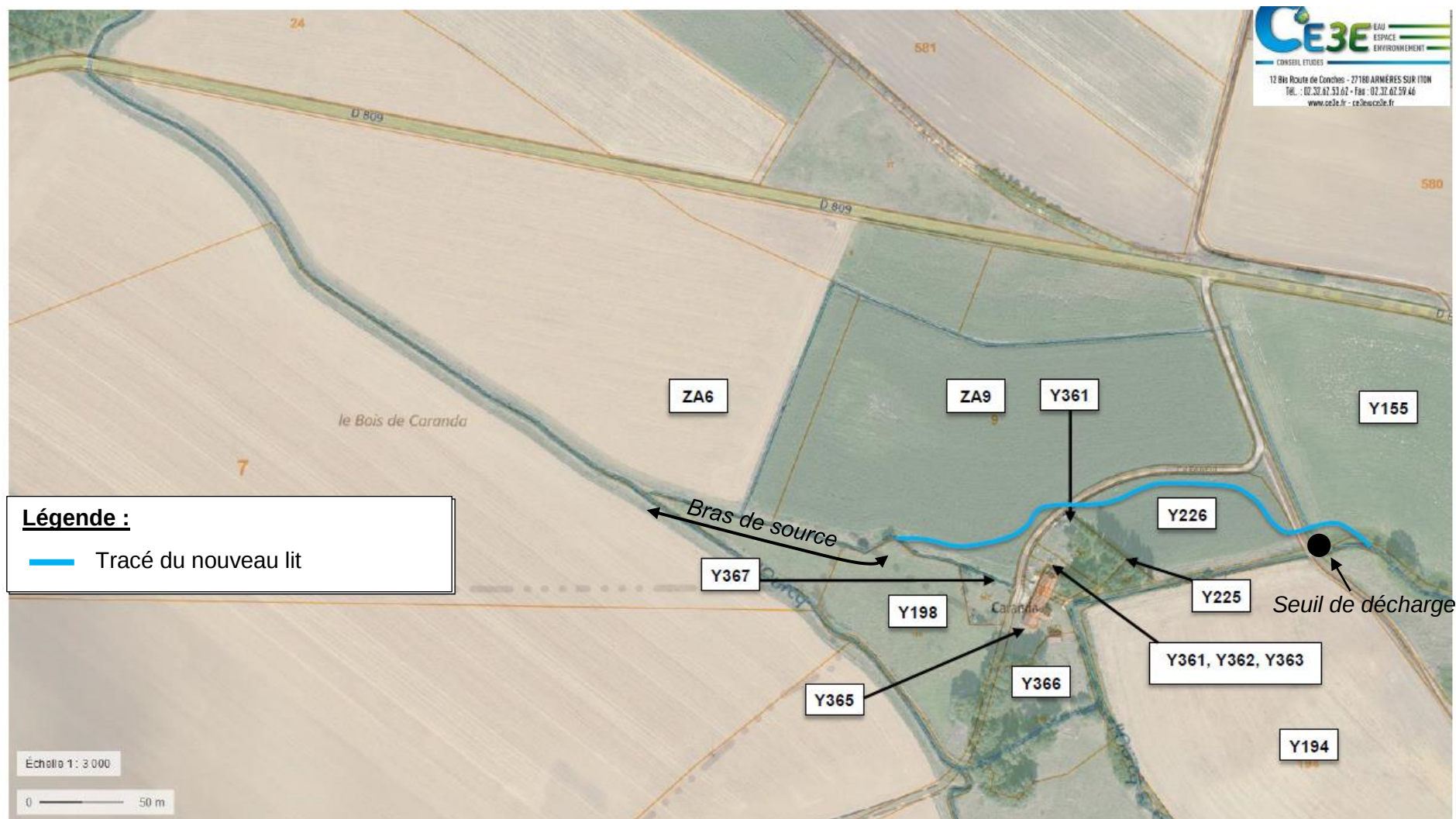


Figure 4 : Tracé du nouveau lit

La carte ci-dessous localise les différents aménagements du projet.

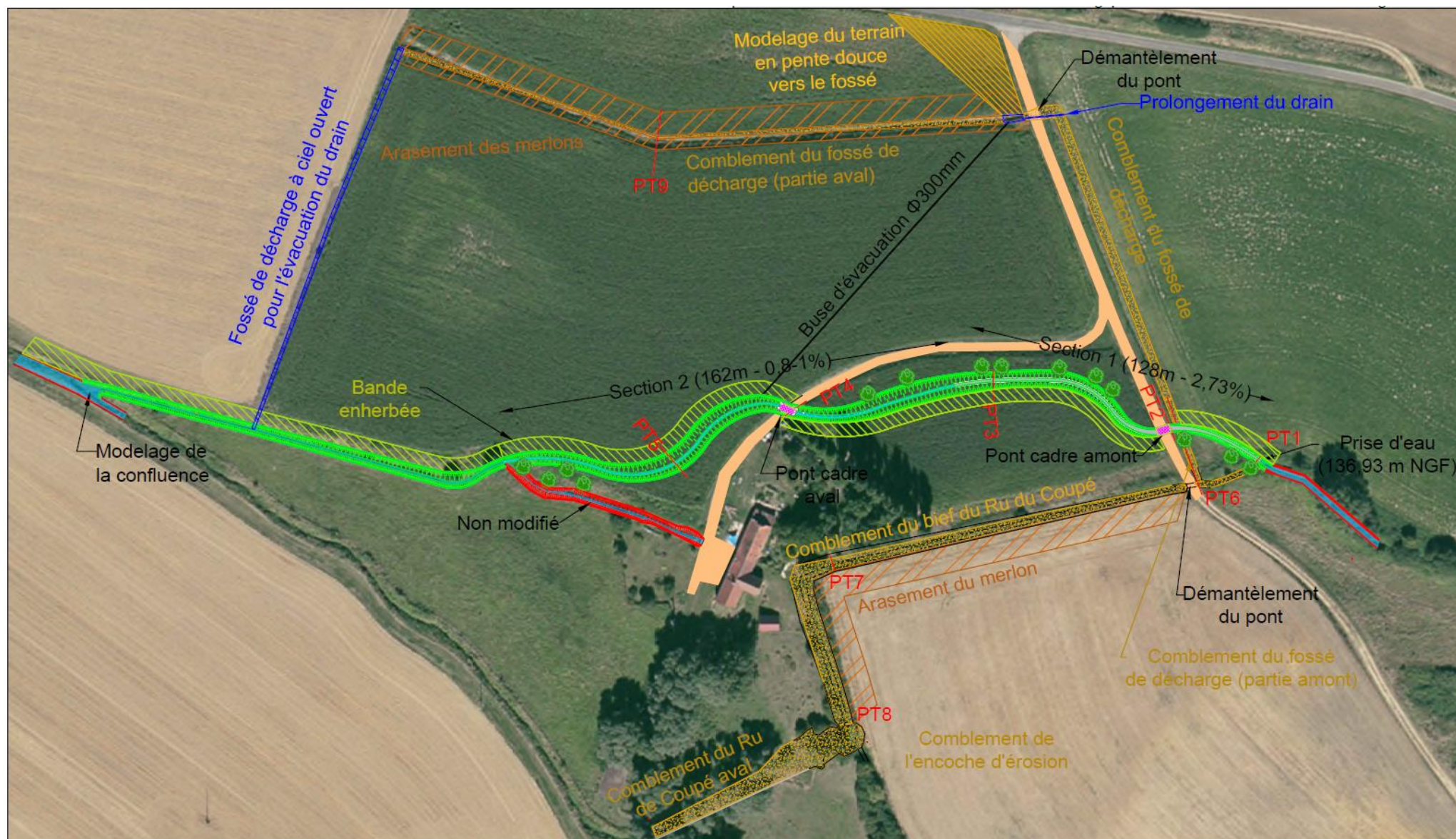


Figure 5 : Plan de masse des aménagements sur photographie aérienne

Ces deux photos aériennes montrent la modification du tracé en plan du lit avant et après travaux.



Figure 6 : Photomontage sur photo aérienne

2.3 Description technique des aménagements

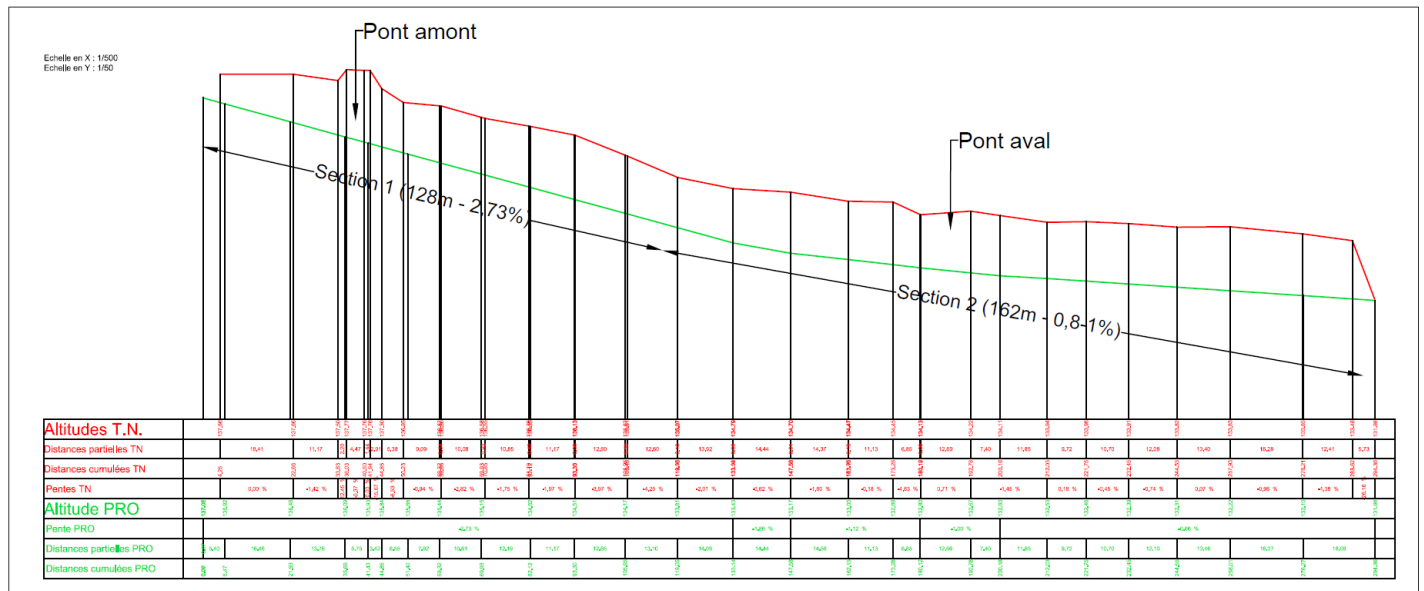
2.3.1 Sectorisation des aménagements

Le nouveau bras possèdera un dénivelé total de 4,95 m entre sa prise d'eau et sa confluence dans le bras de source pour un linéaire total de 290 m.

La pente du nouveau lit du Ru du Coupé ne sera pas constante dans le bras et suivra la topographie du terrain naturel. Ainsi, deux sections seront présentes sur le bras :

- Section 1 (amont du bras) : 128 m et pente d'environ 2,73 % ;
- Section 2 (aval du bras) : 162 m et pente d'environ 0,8-1%.

Le profil en long ci-dessous présente le profil en long du terrain naturel (en rouge) et du nouveau bras (en vert).



Le plan de masse du nouveau lit est présenté ci-dessous.

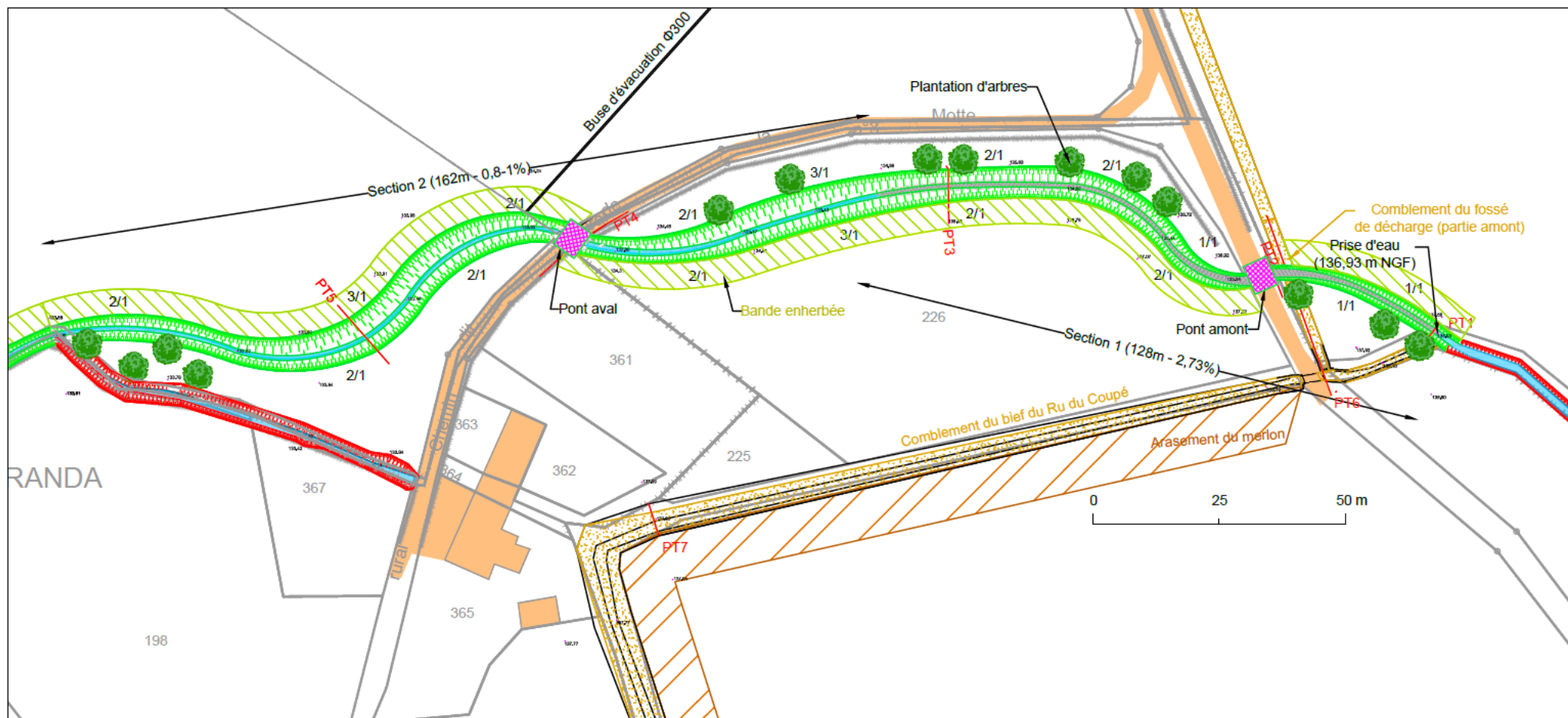


Figure 8 : Plan de masse du nouveau lit

2.3.2 Section 1 : partie amont du nouveau lit

La section 1 s'étendra sur 128 ml avec une pente de 2,73%. Cette pente a été appliquée pour suivre le terrain naturel et permettre le passage sous les deux ponts. Le plan de masse du nouveau lit, zoomé sur la section 1, est présenté ci-dessous.

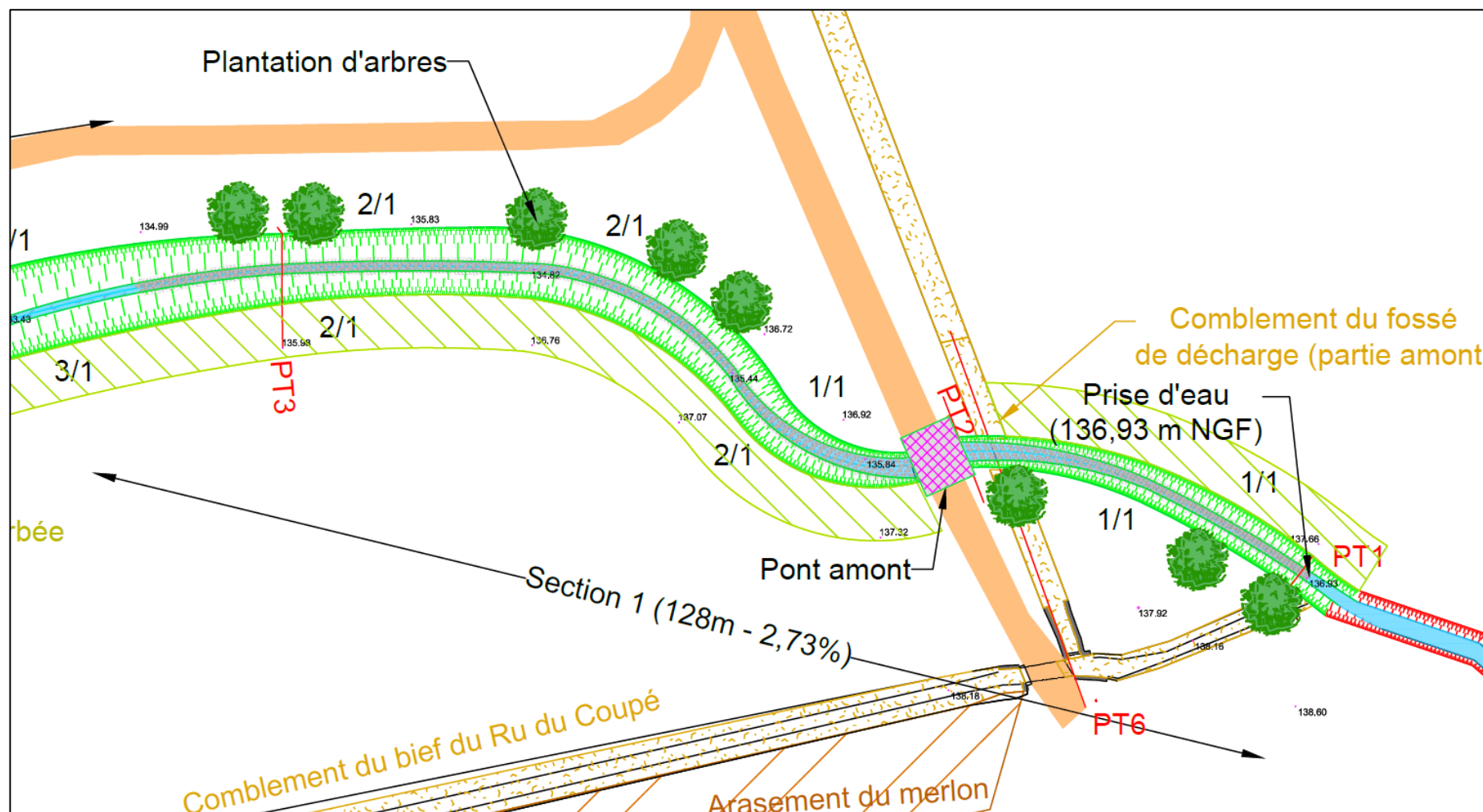


Figure 9 : Plan de masse du nouveau lit sur la section 1

Le fonctionnement hydraulique de la section est présenté ci-dessous avec les résultats d'une rampe à macrorugosités, car il n'est possible de modéliser en 1D un lit avec des macrorugosités en pierres et blocs hétérogènes.

Cependant, le nouveau lit ne sera pas une rampe à macrorugosités mais un lit en chaos pierreux. Les calculs via le tableur de rampe à macrorugosités ont été utilisés afin de s'approcher du fonctionnement hydraulique du nouveau lit. Ils sont présentés ci-dessous.

			Domaine d'application	Gamme courante
Diamètre des blocs D :	0,20	m		0.3 - 0.6
Hauteur émergente des blocs k :	0,25	m		0.4 - 0.8
Concentration des blocs C :	19,8%	%	6% - 16%	
Pente longitudinale de la rampe I :	2,7%	%	1% - 10%	

Hauteur d'eau moyenne sur les tranches (m) et submersion des macrorugosités			Cote du niveau d'eau amont (m)			
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	137,13		137,21	
			h	Sub	h	Sub
1	0,9	136,93	0,20	non	0,28	oui

Cote du niveau d'eau amont (m)	Débit total (m3/s) :	
	FP	FA
137,13	0,05	0,06
137,21	0,12	0,12

Vitesse débitante dans les passages inter-blocs (m/s)			Cote du niveau d'eau amont (m)			
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	137,13		137,21	
			FP	FA	FP	FA
1	0,9	136,93	0,46	0,58	0,86	0,86

Vitesse maximale dans les jets (m/s)			Cote du niveau d'eau			
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	137,13		137,21	
			FP	FA	FP	FA
1	0,9	136,93	0,58	0,70	0,63	0,78

Puissance dissipée (Watt/m ³)			Cote du niveau d'eau			
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	137,13		137,21	
			FP	FA	FP	FA
1	0,9	136,93	68	86	127	127

Figure 10 : Résultats du tableur de rampe à macrorugosités (sur la base du guide technique de conception des passes naturelles (Agence de l'eau Adour Garonne))

Le lit mineur de la section 1 sera aménagé avec une rugosité composée de pierres et blocs émergents de 25 cm placées en quinconce avec un écartement minimal de 45 cm de centre à centre soit des espaces d'écoulements inter-pierres de l'ordre 25 cm. Cette concentration de pierres permet, malgré la pente élevée de la section 1 (2,73%) de proposer des hauteurs d'eau de 20 cm en étiage et 28 cm au module. Les vitesses (de l'ordre de 0,6-0,7 m/s pour les deux régimes) et les puissances dissipées (<130 W/m³ pour les deux régimes) sont satisfaisantes pour le franchissement piscicole.

Les caractéristiques hydrauliques de la section 1 sont satisfaisantes pour le franchissement piscicole avec :

- Des hauteurs minimales de 20 cm (en étiage soit hors période de migration de la truite) ;
- Des vitesses maximales de 0,80 m/s (inférieure à 2 m/s) ;
- Des puissances dissipées maximales de 130 W/m³ (inférieure à 150 W/m³).

Le plan de masse et la coupe en long présentent l'aménagement de la section 1.

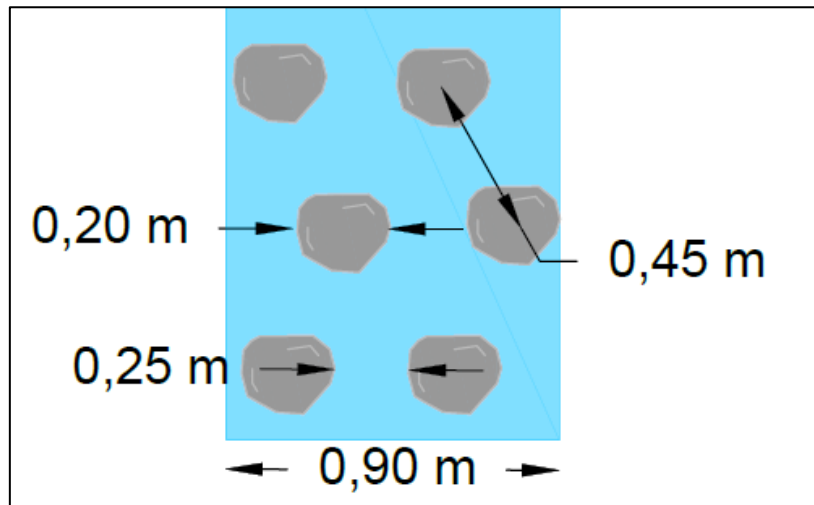


Figure 11 : Zoom sur une partie de la section 1

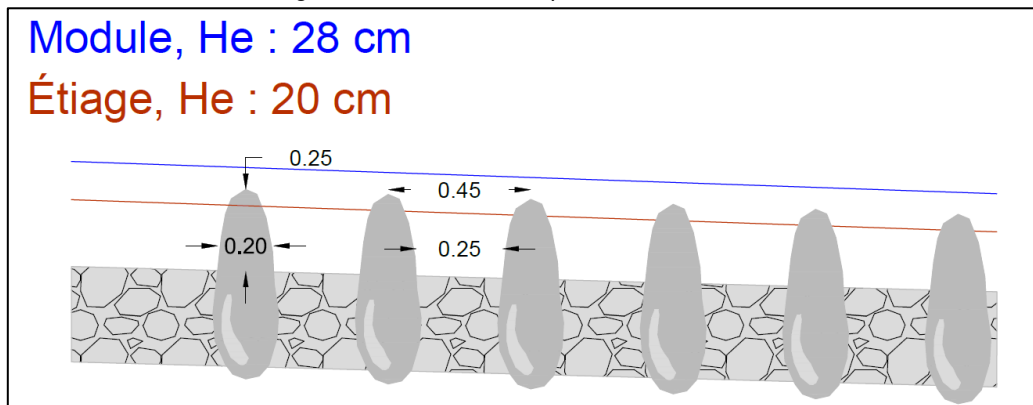


Figure 12 : Extrait du profil en long du nouveau bras

Les berges seront talutées en pente 1/1 entre la prise d'eau et le pont cadre amont. En aval de ce pont, les berges seront talutées en pente 2/1 à 3/1 sur les deux rives. Pour maintenir les berges en 1/1, des pierres de 200-400 mm seront positionnés en pied de berge et un géotextile coco H2M5 740 g/m² sera mis en place. Un mélange spécial berge sera semé sur les berges.

Les profils en travers ci-après présentent une coupe en amont du pont cadre amont et aval de ce dernier.

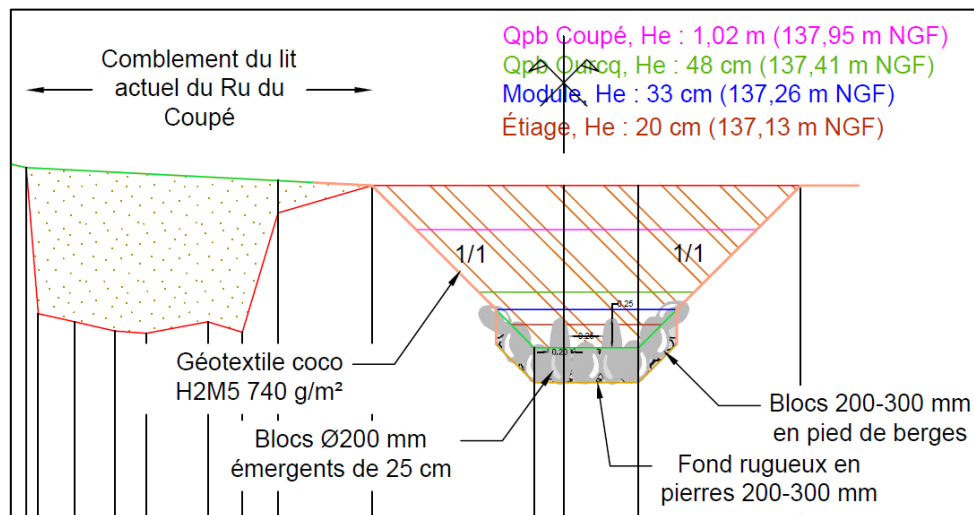


Figure 13 : Prise d'eau de la section 1 (PT1)

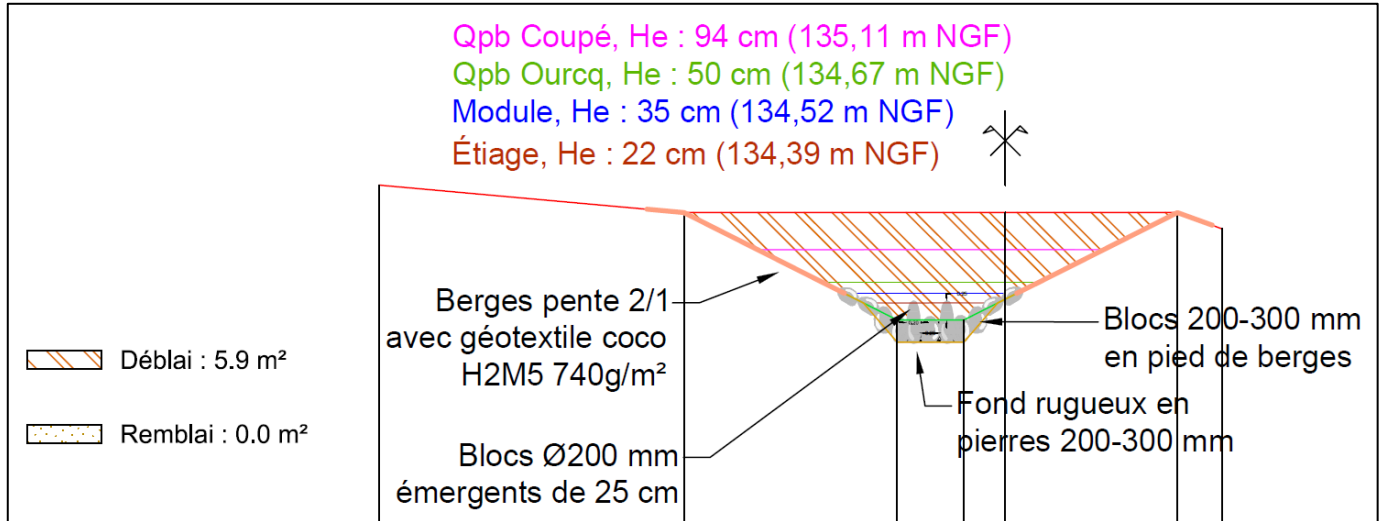


Figure 14 : Nouveau lit sur la section 1 (PT3)

Si le principe d'une rampe à macro-rugosités est conservé, l'agencement des blocs sera réalisé sous la direction du maître d'œuvre de manière à façonner un cours naturel, comme ce nouveau lit du St Gentien (56) qui contourne une chute de 4 m et qui a été réalisé par une entreprise sous notre direction d'exécution de maître d'œuvre CE3E. Ce type d'aménagement garantira le franchissement multi-espèces des espèces cibles (espèces holobiotiques) sur le ru du Coupé. L'AFB56 a validé et salué la qualité et la fonctionnalité de l'aménagement (cf. Annexes IV).



Figure 15 : Photographies du bras de contournement du plan d'eau du moulin Neuf à Malansac/Pluherlin (CC Questembert, 56)



Figure 16 : Photomontage au niveau de la section 1

2.3.3 Pont amont

Le pont amont aura une portée de 6 ml et une largeur de 5 ml. Le pont sera un pont poutre en béton armé. Le tablier du pont sera fixé sur des culées en béton armé avec fondations profondes en palplanches. Un lit emboîté sera mis en œuvre sous le pont afin de maintenir une hauteur d'eau d'environ 20 cm en période d'étiage.

Sur les berges amont / aval du pont, des pierres 300-400 mm seront mises en place sur 5 ml pour éviter l'érosion au droit de l'ouvrage.

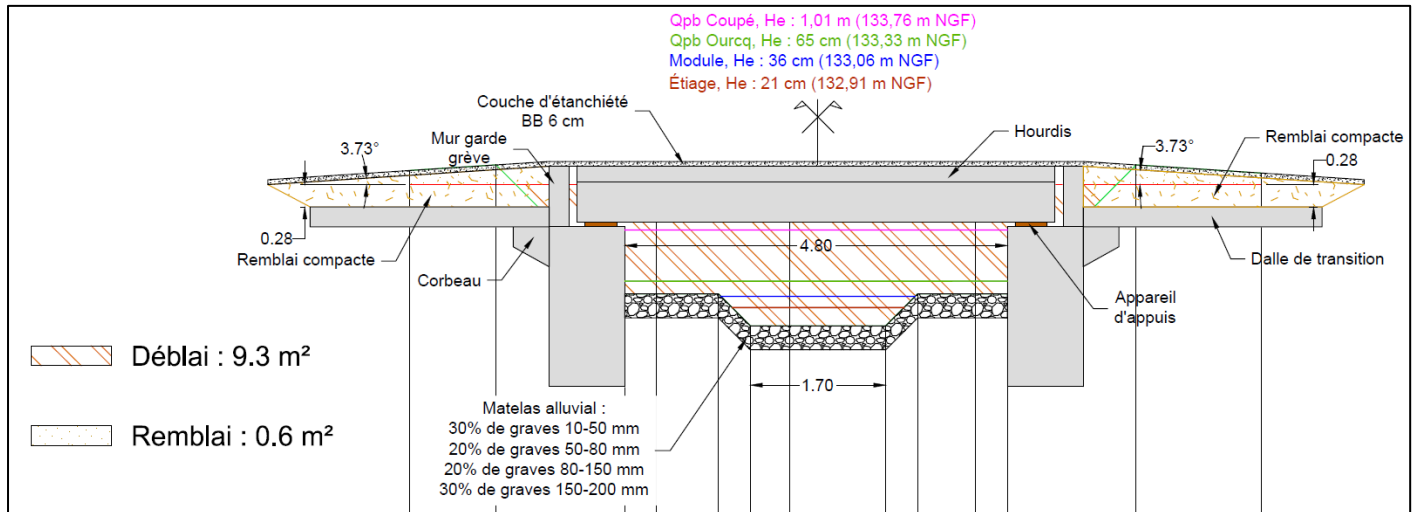


Figure 17 : Pont cadre amont (PT2)

Le pont amont n'est pas en charge pour le débit plein bord état initial du Ru du Coupé (0,950 m³/s). Le tirant d'air sous le pont en crue plein bord est à 10 cm.

Le pont actuel sur le bief n'ayant plus d'usage, sera démantelé. Le comblement du bief permettra de maintenir la continuité du chemin.

2.3.4 Section 2 : partie aval du nouveau lit

La section 2 s'étend sur 162 ml et présente des pentes moins importantes (0,8 à 1 % en moyenne). La concentration en pierres sera réduite avec des pierres 300 mm éparées dans le lit afin de diversifier les écoulements. Les hauteurs d'eau sont satisfaisantes avec, en étiage, une lame d'eau supérieure à 20 cm. Le plan de masse du nouveau lit, zoomé sur la section 2, est présenté ci-dessous.

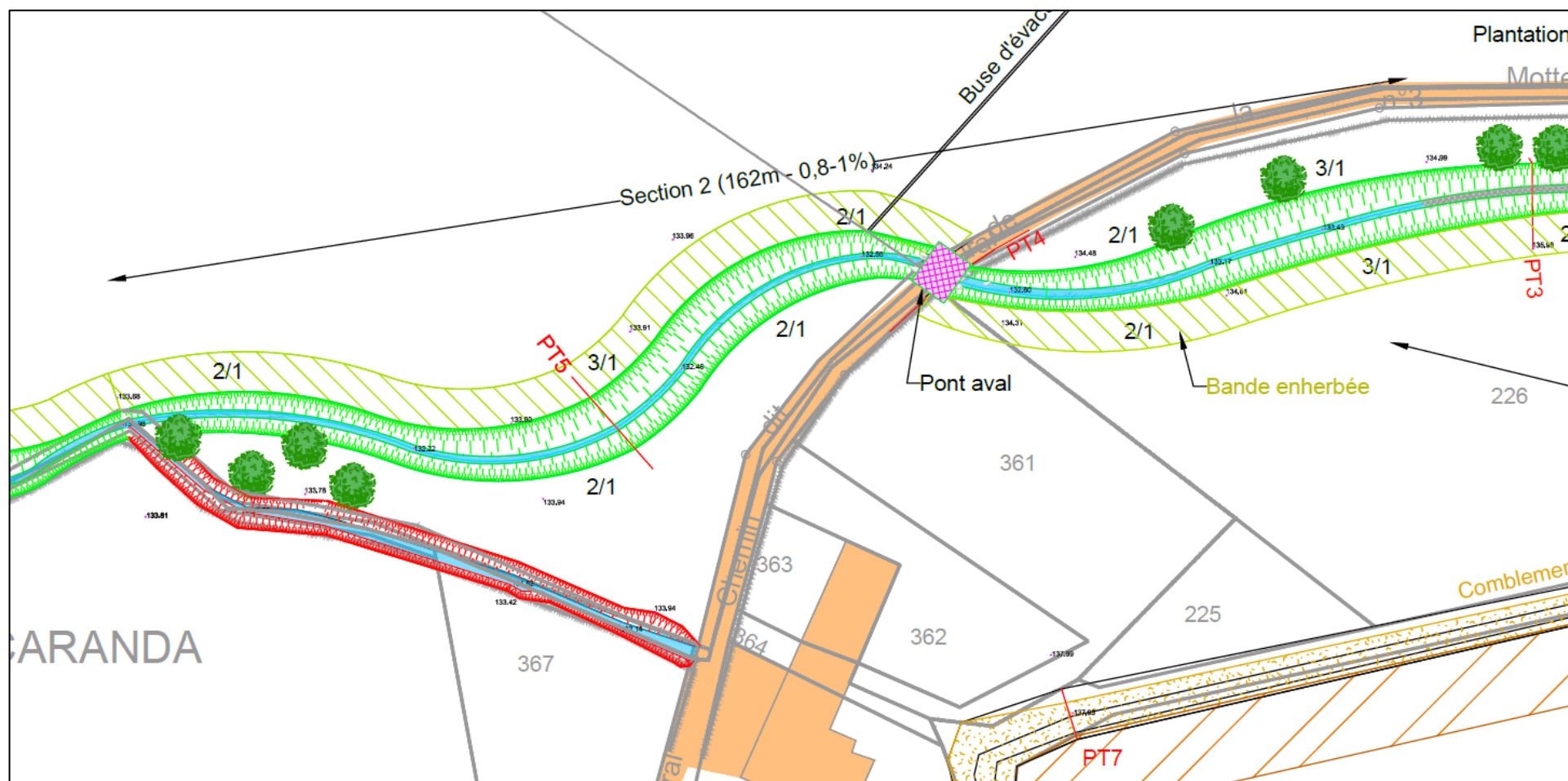


Figure 18 : Plan de masse du nouveau lit sur la section 2

Un matelas alluvial 0-200 mm sera mis en œuvre sur 30 cm d'épaisseur pour proposer une granulométrie grossière dans les faciès lotiques du nouveau lit. Le matelas alluvial se composera des classes granulométriques suivantes :

- 30% de graves 10-50 mm ;
- 20% de graves 50-80 mm ;
- 20% de graves 80-150 mm ;
- 30% de graves 150-200 mm.

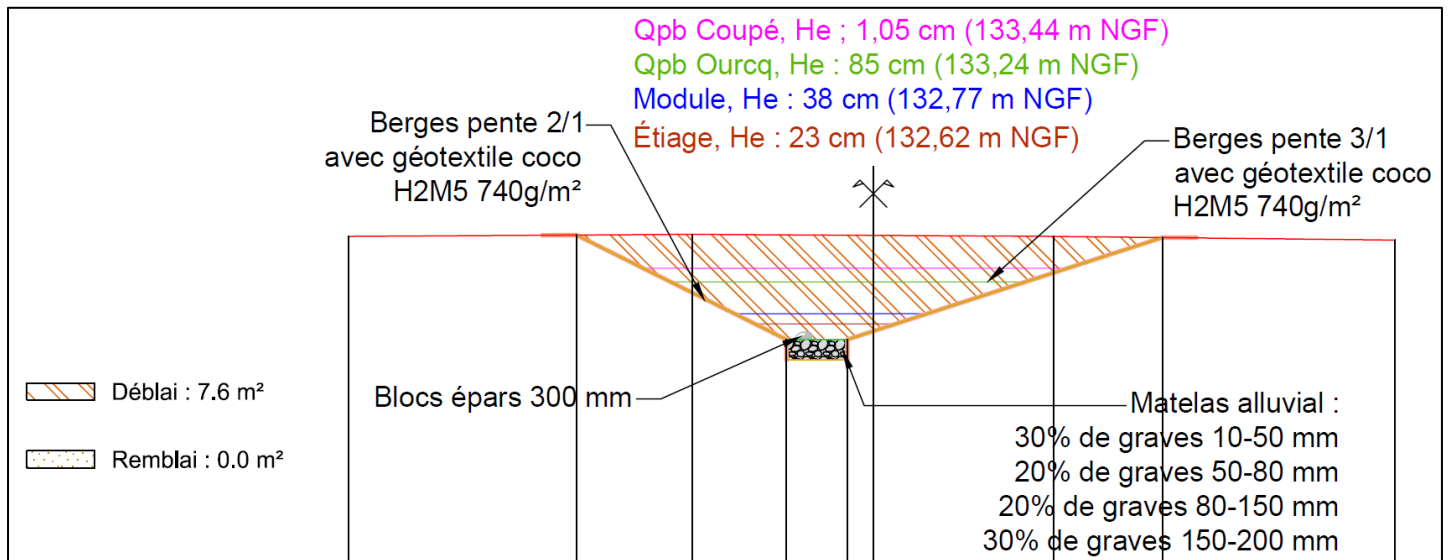


Figure 19 : Nouveau lit sur la section 2 (PT5)

Les berges seront talutées en pente 2/1 à 3/1 et seront recouvertes d'un géotextile coco H2M5 740 g/m². Un mélange spécial berges sera semé.

Le nouveau lit s'inscrira dans l'axe du méandre du bras de source pour favoriser les écoulements notamment en période de crue.

2.3.5 Pont aval

L'ouvrage de franchissement aval sera un pont poutre en béton armé. Le pont aura une portée de 6 ml avec une largeur de 5 ml. Un lit emboîté sera mis en œuvre sous le pont afin de maintenir une hauteur d'eau d'environ 20 cm en période d'étiage.

Des garde-corps métalliques seront installés de part et d'autre de la route.

Sur les berges amont / aval du pont, des pierres 300-400 mm seront mises en place sur 5 ml pour éviter l'érosion au droit de l'ouvrage.

Une conduite du réseau d'eau potable passe le long du chemin au droit du pont. Ce réseau n'apparaît pas sur les retours de DICT (Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux).

La conduite d'AEP a été localisée suite au sondage réalisé dans lors de l'étude géotechnique. Cette conduite est de type PEØ63. Elle sera mise en encorbellement sur le tablier du nouveau pont.

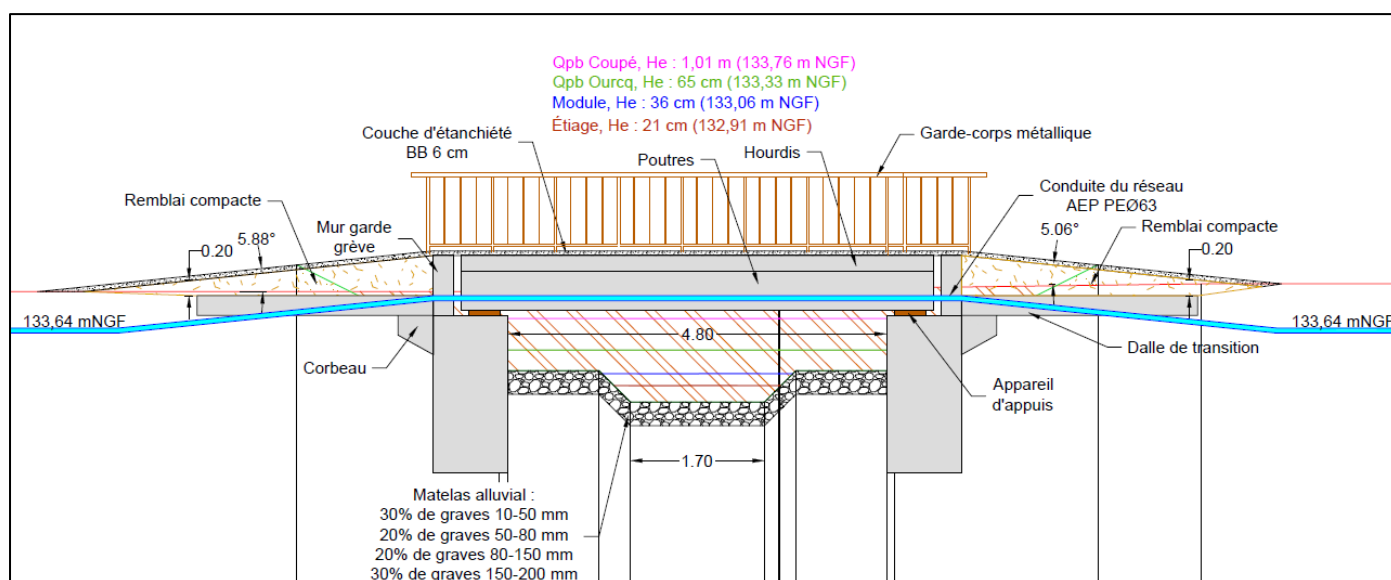


Figure 20 : Pont cadre amont (PT2)

En crue plein bord, le niveau d'eau sous le pont aval sera de 10 cm au-dessous du tablier.



Figure 21 : Photomontage du pont cadre aval en section 2

2.3.6 Bras de source

Le bras de source va être reprofilé et remodelé afin de ne pas aggraver l'envoie aval au droit des habitations. Les aménagements suivants seront réalisés :

- connexion du nouveau lit du Ru du Coupé avec le bras de source dans l'axe des écoulements ;
- reprofilage du bras de source avec une pente positive entre la confluence avec le nouveau lit du Ru du Coupé et l'Ourcq (pente de 0,5 %) ;
- élargissement de 0,5 m sur la rive droite du bras de source en aval de la confluence avec le fossé de décharge ;
- remodelage de la confluence bras de source / Ourcq pour faciliter les écoulements notamment en crue.

Le plan de masse, le profil en long et un profil en travers du bras de source sont présentés ci-dessous.

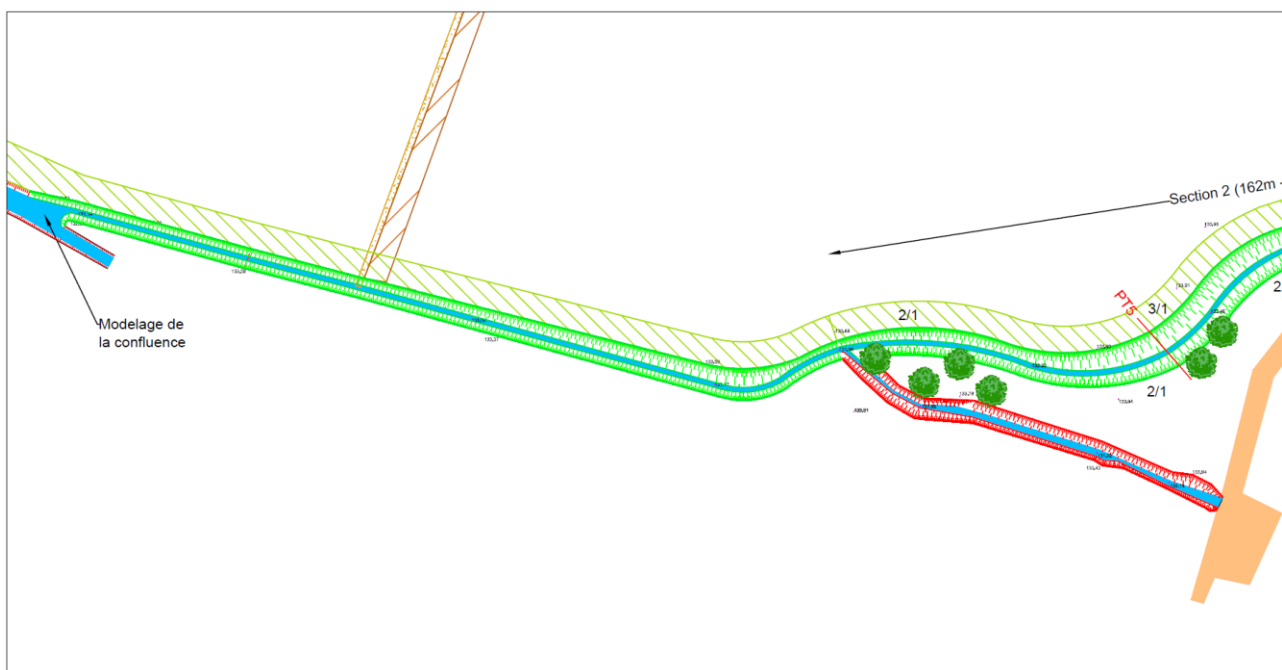


Figure 22 : Plan de masse au droit du bras de source

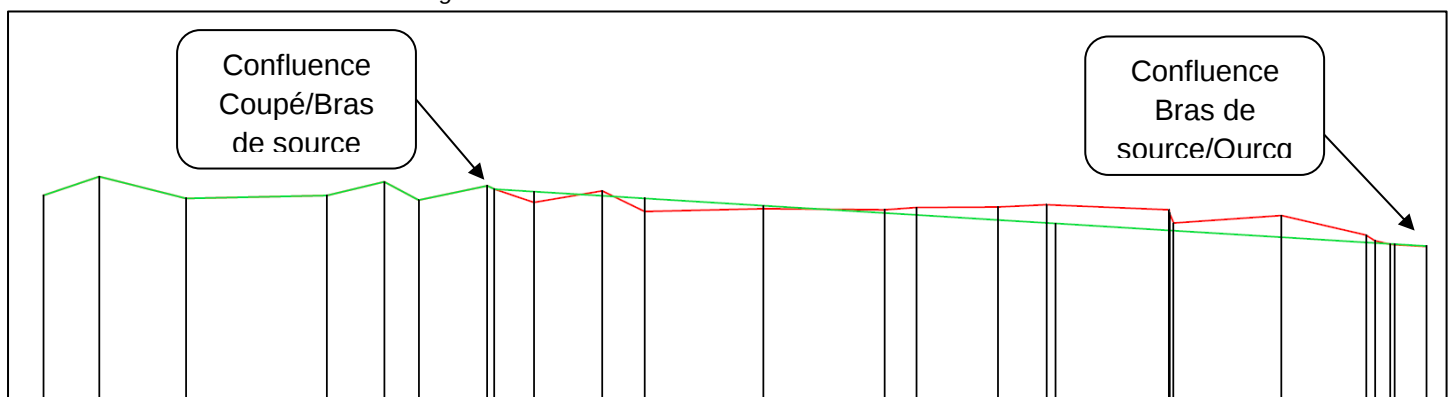


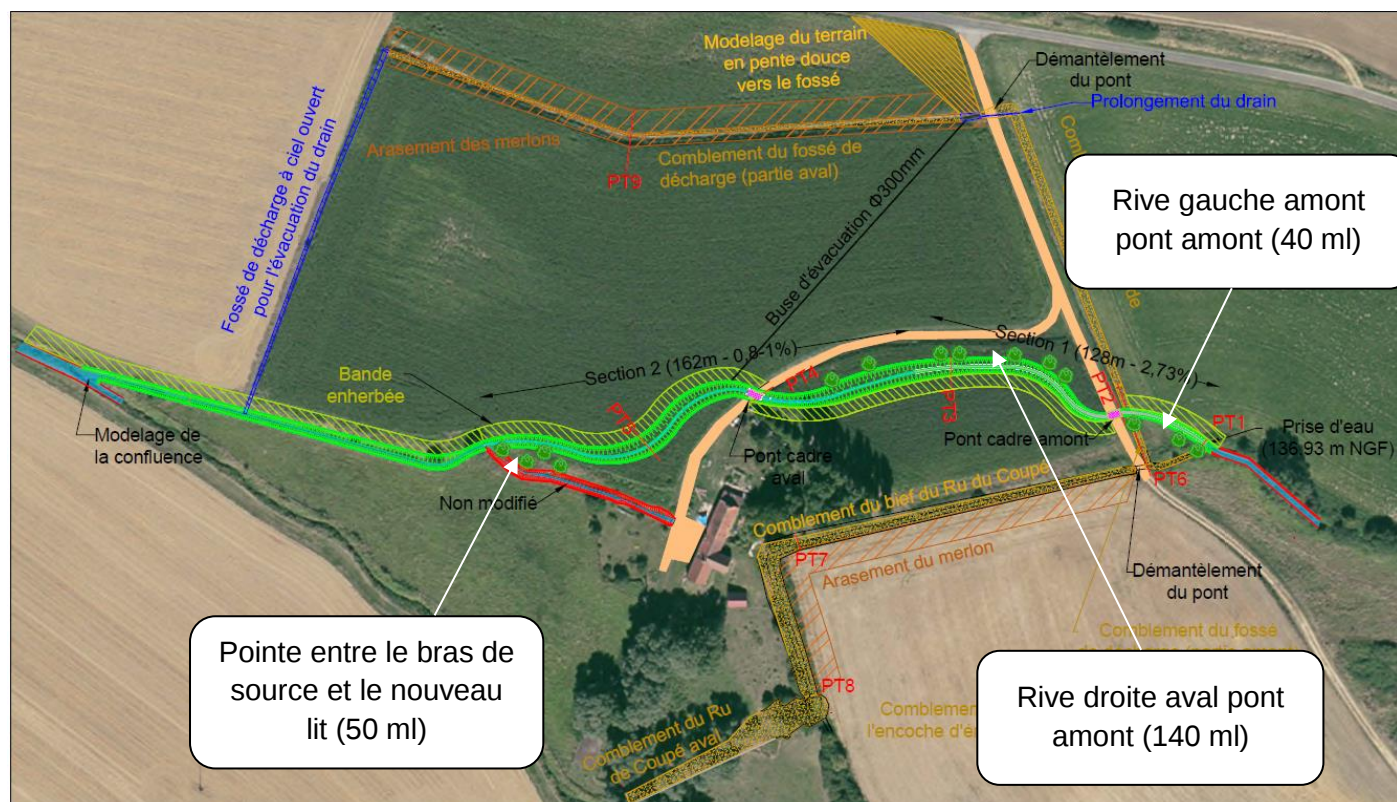
Figure 23 : Profil en long au droit du bras de source

Excepté sur sa rive droite aval, les berges du bras de source, bien qu'elles soient verticales, ne seront pas remodelées. Leur remodelage en pente douce n'apporterait pas un gain écologique significatif et augmenterait l'emprise sur les exploitations autour du bras.

En crue, cette zone est envoyée par l'aval (via l'Ourcq) ce qui réduit les vitesses d'écoulement et l'érosion des berges.

2.3.7 Plantations

Des arbres et arbustes seront plantés sur les berges non concernées par une exploitation agricole. Les linéaires concernés par les plantations sont présentés ci-dessous.



Les arbres / arbustes seront plantés à raison de 1 unité/5 ml sur les 230 ml soit 46 arbres / arbustes avec les essences suivantes :

- <i>Corylus avellana</i> (noisetier commun),	8 unités ;
- <i>Salix viminalis</i> (saule des vanniers),	8 unités ;
- <i>Betula pubescens</i> (bouleau pubescent),	8 unités ;
- <i>Carpinus betulus</i> (charme commun),	5 unités ;
- <i>Acer campestre</i> (érable champêtre),	5 unités ;
- <i>Alnus glutinosa</i> (aulne glutineux),	4 unités ;
- <i>Salix purpurea</i> (saule pourpre),	4 unités ;
- <i>Salix cinerea</i> (saule cendré),	4 unités.

Pour la végétalisation du nouveau lit, des hélophytes seront plantées en pied de berges à raison de 3 unités/ml. Au total, sur les 580 ml de berges, 1 740 hélophytes seront plantées avec les essences suivantes :

- <i>Phalaris arundinacea</i> (Baldingère)	20 %	348 unités
- <i>Juncus effusus</i> (Jonc épars)	20 %	348 unités
- <i>Iris pseudacorus</i> (Iris des marais)	20 %	348 unités
- <i>Carex riparia</i> (Laîche des rives)	20 %	348 unités
- <i>Lythrium salicaria</i> (Salicaire)	10 %	174 unités
- <i>Caltha palustris</i> (Populage des marais)	5 %	87 unités
- <i>Chamerion angustifolium</i> (Epilobe)	5 %	87 unités

2.3.8 Mise en place de la buse d'évacuation

Le bras de décharge, au droit du pont en pierres, collecte les eaux pluviales de la route et un drain de la parcelle Y155. Le pont en pierres étant en mauvais état, ce dernier sera démantelé. Le drain sera prolongé sur 15 ml afin d'arriver en aval de ce pont.

Le fossé de décharge étant comblé sur sa partie aval, il ne pourra plus évacuer les eaux. Une buse d'évacuation sera donc installée entre le bras de décharge et nouveau lit du Ru du Coupé (en aval du pont cadre aval pour éviter le franchissement du chemin).

Cette buse s'étendra sur 135 ml et possèdera une pente d'environ 1,41 % (entre 135,03 à 133,12 m NGF).

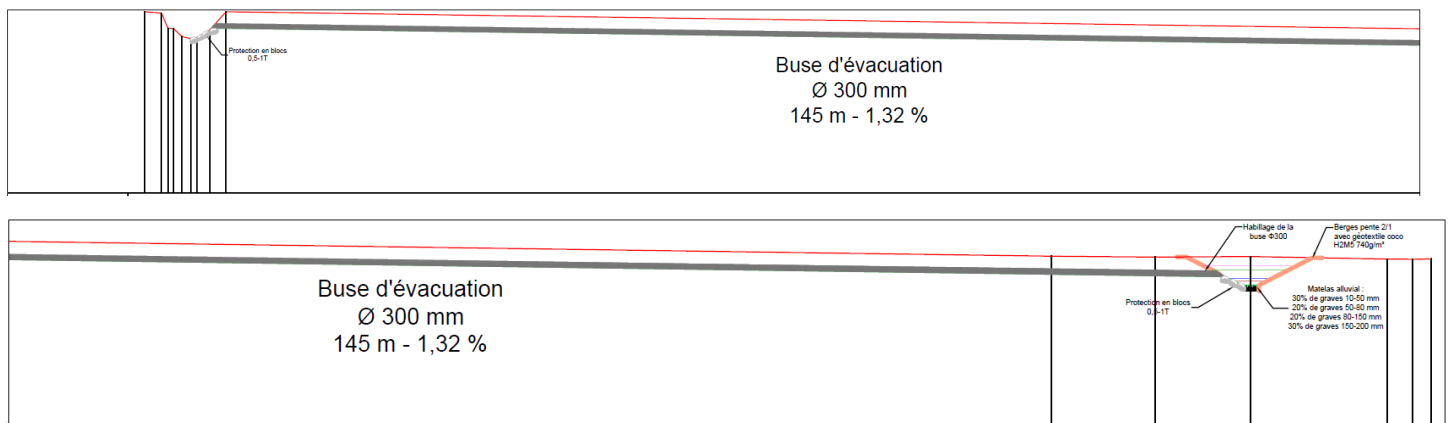


Figure 24 : Profil en long de la buse d'évacuation

La buse d'évacuation a été calée à la ligne d'eau module du fossé de décharge en fonctionnement état initial. Ce positionnement à un peu plus de 60 cm au-dessus du fond du bras permettra au fossé de décharge non comblé de fonctionner comme une zone tampon sans amplifier le caractère humide des parcelles.

Au droit de la prise d'eau de la buse d'évacuation, un modelage en pente douce de l'exploitation sera réalisé pour éviter la rétention d'eau dans cette parcelle.

2.4 Bilan des déblais/remblais

Suite aux aménagements, des bras seront remblayés avec les matériaux de terrassement et leurs merlons. La carte ci-dessous présente les zones concernées par les terrassements en déblais et en remblais.

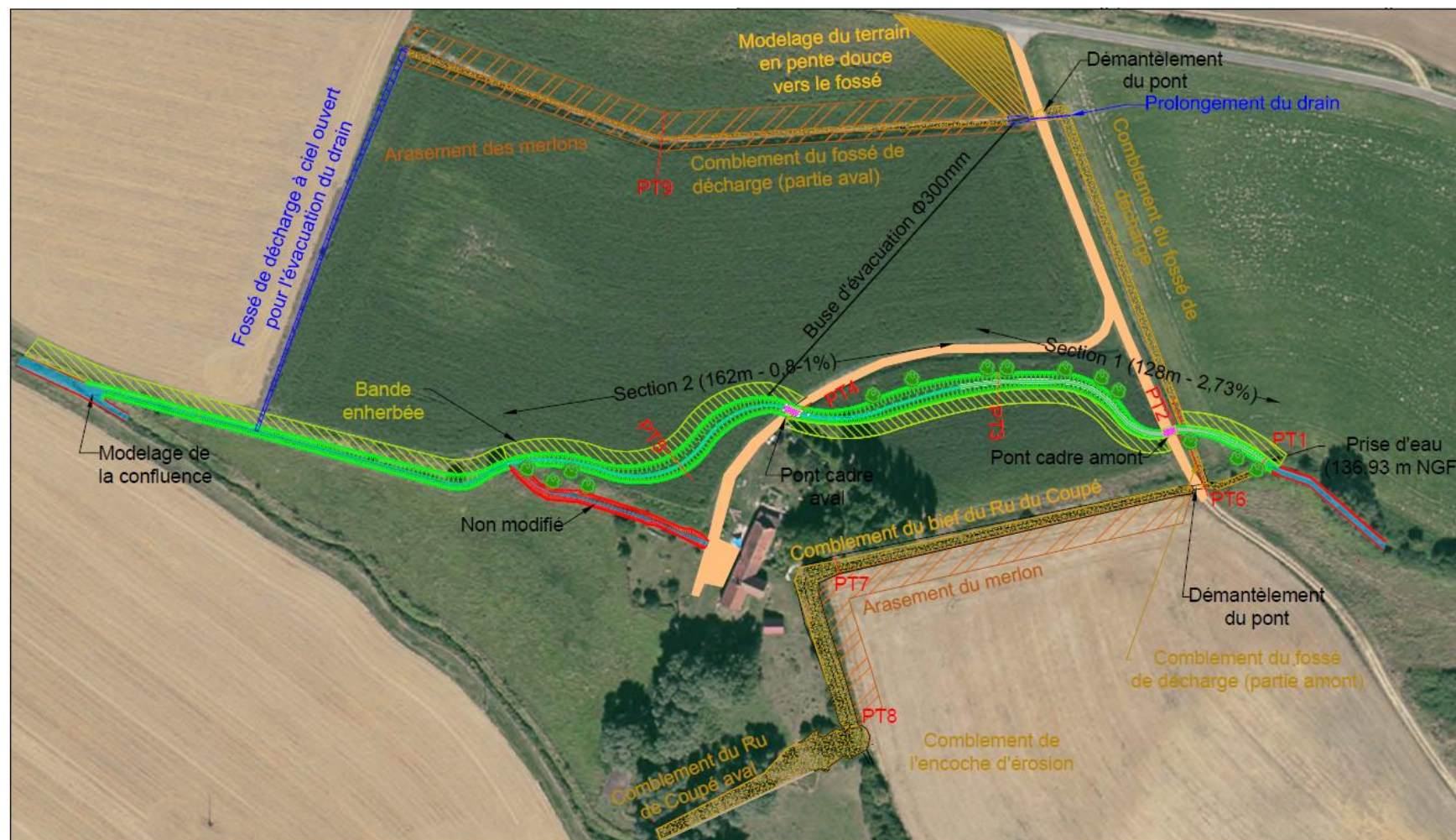


Figure 25 : Zones de déblais et de remblais

Le tableau ci-dessous résume pour l'ensemble des bras concernés les volumes de déblais/remblais.

Tableau I : Bilan des déblais/remblais

Bras ou zone concerné	Volume de déblais (m ³)	Volume total à remblayer (m ³)	Arasement des merlons (m ³)
Nouveau lit	1 850	/	/
Bras de source	100	/	/
Bief du Ru du Coupé	/	1 100	300
Encoche d'érosion	/	270	0
Ru du Coupé aval	/	225	/
Fossé de décharge partie amont	/	300	/
Fossé de décharge partie aval	/	500	220
Ru du Coupé entre le pont et la prise d'eau du nouveau lit	/	75	/
Total	1 950	2 470	520

L'objectif sur les aménagements est d'atteindre un équilibre déblais / remblais pour éviter l'apport ou l'export de matériaux lié au terrassement.

Les remblais proviendront d'une part des opérations de terrassement en déblais du nouveau lit (1 950 m³) et, d'autre part, de l'arasement des merlons du bief et du fossé de décharge (520 m³). Ces matériaux (2 470 m³ au total) seront utilisés pour le comblement des bras obsolètes.

Le Ru du Coupé ne transitant plus par l'ancien seuil, deux pompes à nez seront installées dans la prairie en aval de l'encoche d'érosion pour maintenir l'alimentation en eau du bétail.

Les profils en travers ci-dessous présentent le comblement des différentes zones.

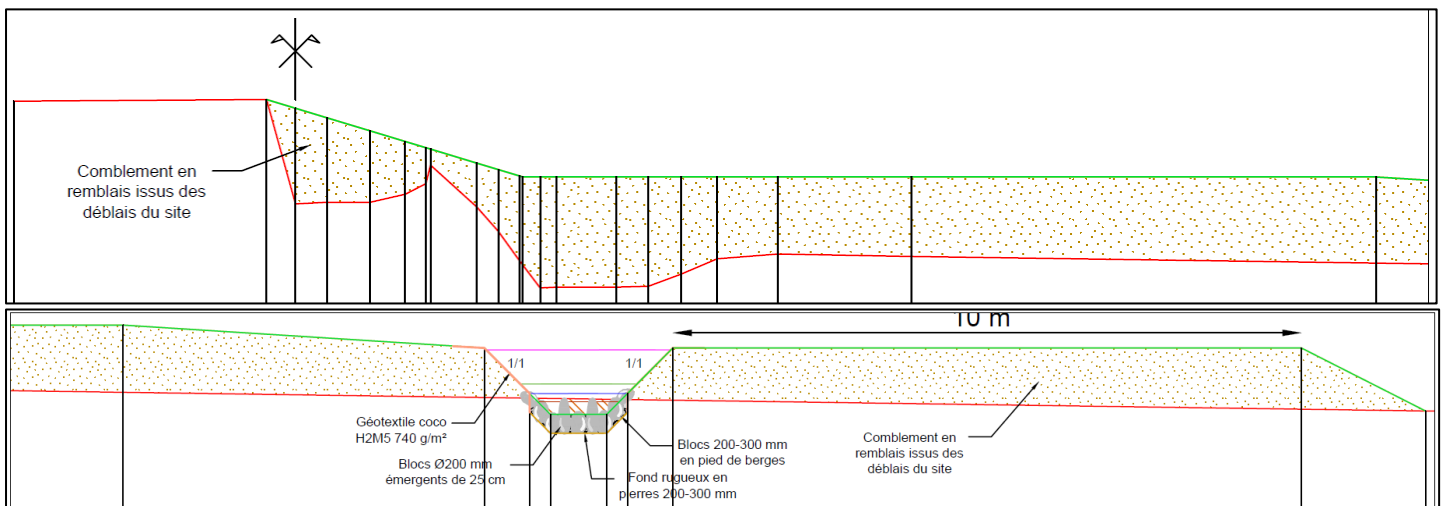


Figure 26 : Comblement du fossé de décharge partie amont (en haut rive gauche et en bas rive droite) (PT6)

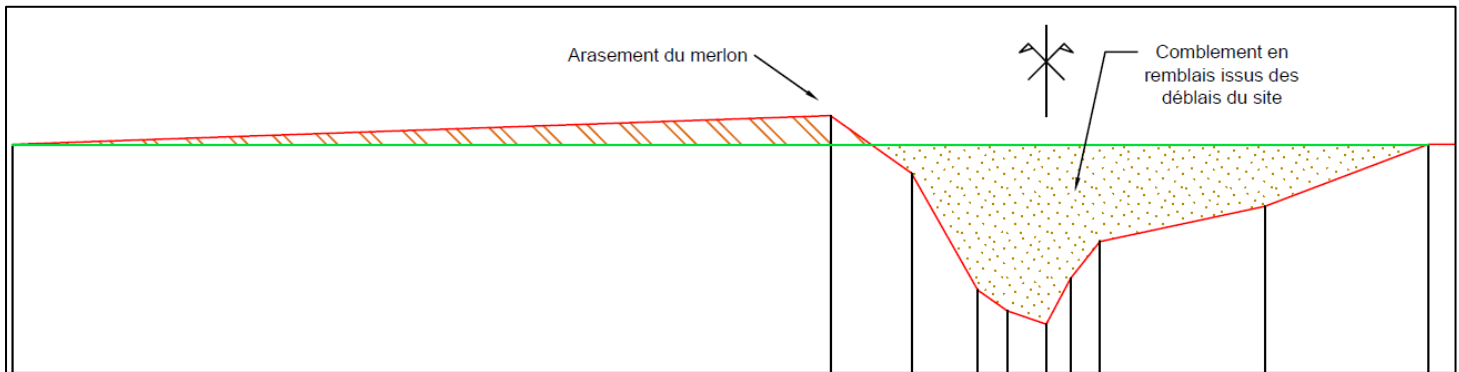


Figure 27 : Comblement du bief du Ru du Coupé (PT7)

A noter que le comblement du bief du Ru du Coupé présentera une rehausse afin d'éviter le ruissellement des eaux vers les habitations situées en contre-bas.

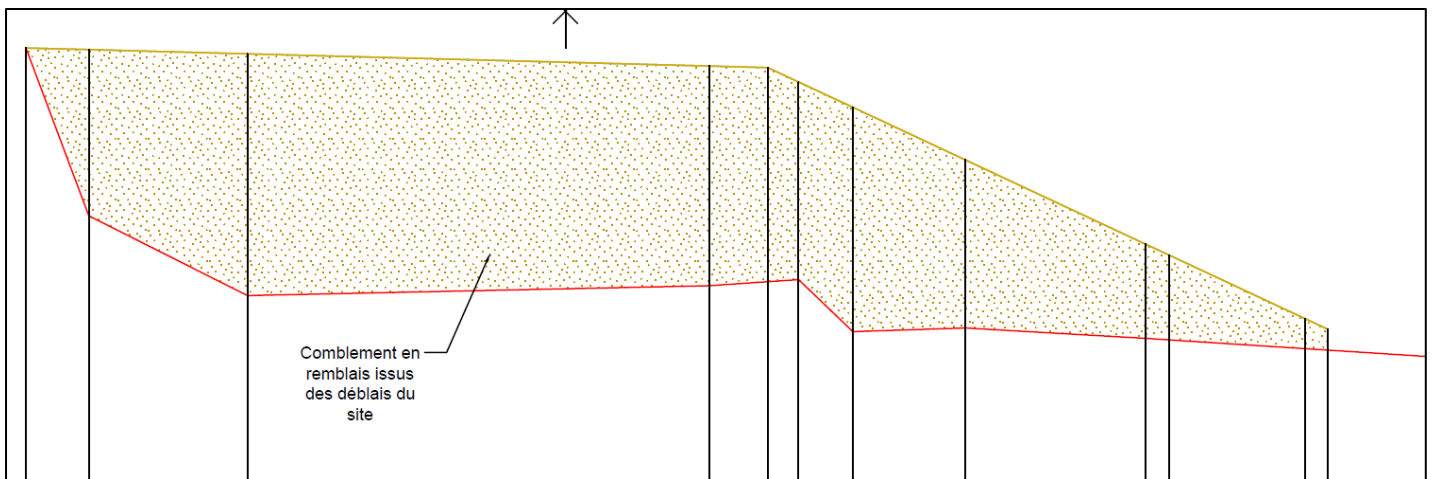


Figure 28 : Comblement de l'encoche d'érosion (PT8)

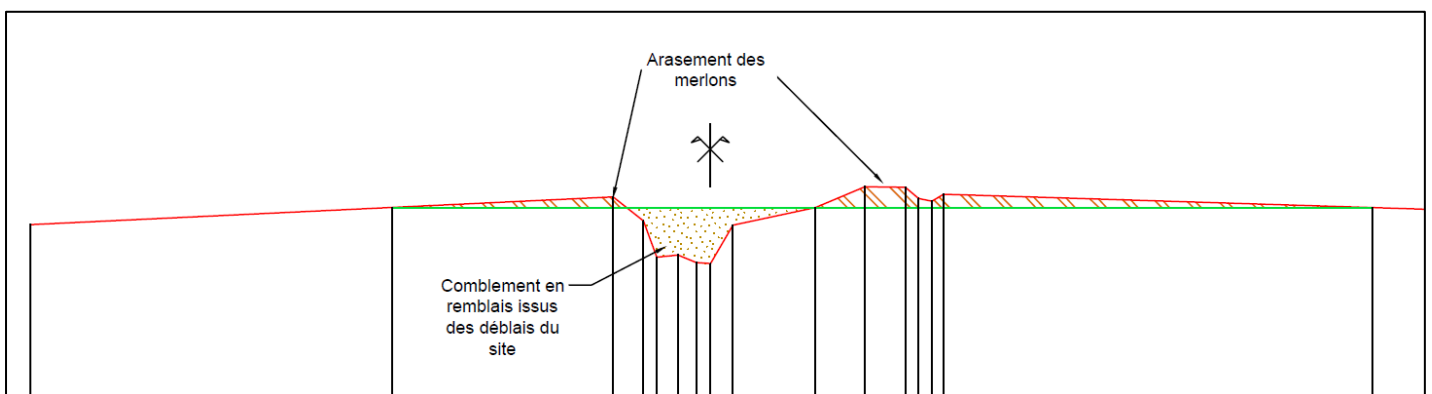


Figure 29 : Comblement du fossé de décharge partie aval (PT9)

2.5 Phasage des travaux

Les travaux RCE se dérouleront selon la chronologie suivante :

1. Installation du chantier
2. Travaux d'élagage et de taille
3. Création du nouveau lit du Ru du Coupé (hors prise d'eau et confluence) ;
4. Comblement de la partie amont du fossé de décharge ;
5. Création des ouvrages de franchissement ;
6. Mise hors d'eau avec batardeaux de la prise d'eau du nouveau lit ;
7. Création de la prise d'eau du nouveau lit ;
8. Mise hors d'eau avec batardeaux de la zone de confluence et du bras de source ;
9. Mise à gabarit du bras de source et modelage de la confluence ;
10. Mise en eau progressive du nouveau lit ;
11. Comblement du bief du Ru du Coupé et de l'encoche d'érosion ;
12. Installation de la buse d'évacuation sur la parcelle A9 ;
13. Comblement du fossé de décharge sur la partie aval ;
14. Remise en état du site

2.6 Chiffrage du scénario RCE

	Descriptif	Quantité	Unité	Coût unitaire	Total
1	Travaux préalables				
1.1	Installation de chantier et remise en état du site	1,00	Forfait	15 000,00 €	15 000,00 €
1.2	Études EXE, piquetage et nivellement	1,00	Forfait	3 500,00 €	3 500,00 €
1.3	Constat d'huissier de justice	1,00	Unité	800,00 €	800,00 €
1.4	Travaux préparatoires de débroussaillage autour de l'encoche d'érosion	1,00	Forfait	1 250,00 €	1 250,00 €
1.5	Mise en œuvre d'un batardeau de type big bags pour le modelage de la prise d'eau, de la confluence et la mise à gabarit du bras de source	1,00	Forfait	3 000,00 €	3 000,00 €
Sous-total du poste 1					23 550,00 €
2	Création du nouveau bras (290 ml)				
2.1	Section 1				
2.1.1	Terrassement en déblais et modelage de la section 1	128,00	ml	103,05 €	13 190,40 €
2.1.2	Fourniture et mise en œuvre d'un lit rugueux et stabilisé et de pierres Ø500-600 mm émergentes de 25 cm avec pierres de blocage interstitielle Ø100-300 mm dans le lit mineur sur 128 ml	55,00	m ³	200,00 €	11 000,00 €
2.1.3	Fourniture et mise en œuvre de blocs 200-300 mm en pied de berge sur 2 rangées pour la protection et le maintien des berges	45,00	m ³	100,00 €	4 500,00 €
2.1.4	Fourniture et mise en œuvre d'un géotextile coco H2M5 740 g/m ² pour la stabilisation des berges	950,00	m ²	3,70 €	3 515,00 €
2.1.5	Fourniture et pose d'agrafes 20 cm en U (3/m ²)	2 850,00	Unité	0,30 €	855,00 €
Sous total section 1					33 060,40 €
2.2	Section 2				
2.2.1	Terrassement en déblais et modelage de la section 2	162,00	ml	103,05 €	16 694,10 €
2.2.2	Fourniture et mise en œuvre d'un matelas alluvial (30% 10-50 mm, 20% 50-80 mm, 20% 80-150 mm et 30% 150-200 mm) sur 30 cm d'épaisseur	50,00	m ³	85,00 €	4 250,00 €
2.2.3	Fourniture et mise en œuvre d'un géotextile H2M5 pour la stabilisation des berges	1 620,00	m ²	3,70 €	5 994,00 €
2.2.4	Fourniture et pose d'agrafes 20 cm en U (3/m ²)	4 860,00	Unité	0,30 €	1 458,00 €
2.2.5	Fourniture et mise en œuvre de pierres 150-300 mm éparses dans le lit mineur	9,00	m ³	100,00 €	900,00 €
Sous total section 2					29 296,10 €
2.3	Végétalisation des berges du nouveau lit				
2.3.1	Fourniture et mise en œuvre d'un mélange spécial berge à 32g/m ² pour la végétalisation des berges	85,00	kg	17,00 €	1 445,00 €
2.3.2	Fourniture et plantation d'hélophytes en pied de berges du nouveau lit à raison de 3u/ml (580 ml de berges)	1 740,00	Unité	2,30 €	4 002,00 €
2.3.3	Fourniture et plantation d'arbustes à raison de 1u/10ml sur 230 ml de berge	23,00	Unité	25,00 €	575,00 €
2.3.4	Fourniture et plantation d'arbres (plants racinés de 120-160 cm avec grillage de protection, paillage et tuteur) à raison de 1u/10ml sur 230 ml de berge	23,00	Unité	45,00 €	1 035,00 €
Sous total végétalisation					7 057,00 €
Sous-total du poste 2					69 413,50 €

3 Création du pont amont					
3.1	Fourniture et mise en œuvre des palplanches battues (Classe 7, [PP, Catégorie 16], PU12 doubles solidarisées) de 7 m de haut sur 6 ml par culée	84,00	m ²	125,00 €	10 500,00 €
3.2	Fourniture et mise en œuvre du béton et d'armatures pour les culées	9,50	m ³	750,00 €	7 125,00 €
3.3	Fourniture et mise en œuvre du béton et d'armatures pour le tablier	10,10	m ³	750,00 €	7 575,00 €
3.4	Fourniture et mise en œuvre du béton et d'armatures pour les dalles de transition	3,75	m ³	750,00 €	2 812,50 €
3.5	Fourniture et mise en œuvre du remblais compacté sur les dalles de transition	12,00	m ³	30,00 €	360,00 €
3.6	Fourniture et mise en œuvre d'une membrane d'étanchéité pour la route en géotextile aiguilleté non tissé 300 g/m ²	80,00	m ²	5,00 €	400,00 €
3.7	Fourniture et mise en œuvre d'une bande roulante enrobée de 6 cm d'épaisseur, 5 m de long et 16 m de large	4,80	m ³	1 250,00 €	6 000,00 €
3.9	Fourniture et mise en œuvre de pierres 300-400 mm pour la protection des berges amont / aval du pont sur 5 ml	6,00	m ³	100,00 €	600,00 €
Total du poste 3					35 372,50 €
4 Création du pont aval					
4.1	Fourniture et mise en œuvre des palplanches battues (Classe 7, [PP, Catégorie 16], PU12 doubles solidarisées) de 7 m de haut sur 6 ml par culée	84,00	m ²	125,00 €	10 500,00 €
4.2	Fourniture et mise en œuvre du béton et d'armatures pour les culées	9,50	m ³	750,00 €	7 125,00 €
4.3	Fourniture et mise en œuvre du béton et d'armatures pour le tablier	10,10	m ³	750,00 €	7 575,00 €
4.4	Fourniture et mise en œuvre du béton et d'armatures pour les dalles de transition	3,75	m ³	750,00 €	2 812,50 €
4.5	Fourniture et mise en œuvre du remblais compacté sur les dalles de transition	12,00	m ³	30,00 €	360,00 €
4.6	Fourniture et mise en œuvre d'une membrane d'étanchéité pour la route en géotextile aiguilleté non tissé 300 g/m ²	80,00	m ²	5,00 €	400,00 €
4.7	Fourniture et mise en œuvre d'une bande roulante enrobée de 6 cm d'épaisseur, 5 m de long et 16 m de large	4,80	m ³	1 250,00 €	6 000,00 €
4.8	Dévoisement et protection avec fourreau en acier de la conduite AEP PEØ63 via sa mise en encorbellement sur le nouveau tablier du pont	1,00	Forfait	5 000,00 €	5 000,00 €
4.9	Fourniture et mise en place de garde-corps de part et d'autre du pont	14,00	ml	250,00 €	3 500,00 €
4.10	Fourniture et mise en œuvre de pierres 300-400 mm pour la protection des berges amont / aval du pont sur 5 ml	6,00	m ³	100,00 €	600,00 €
Total du poste 4					43 872,50 €
5 Mise à gabarit du bras de source					
5.1	Reprofilage et remodelage des berges par terrassement du bras de source pour sa mise au gabarit (100 m3)	160,00	ml	30,00 €	4 800,00 €
5.2	Fourniture et mise en œuvre d'un matelas alluvial (30% 10-50 mm, 20% 50-80 mm, 20% 80-150 mm et 30% 150-200 mm) sur 30 cm d'épaisseur dans le bras de source	75,00	m ³	85,00 €	6 375,00 €
Total du poste 5					11 175,00 €

6	Comblement des bras obsolètes				
6.1	Démantèlement des ponts obsolètes (ponts en pierre et pont sur le bief)	2,00	Unité	750,00 €	1 500,00 €
6.2	Arasement des merlons du bief du Ru de Coupé pour son comblement	300,00	m ³	8,00 €	2 400,00 €
6.3	Utilisation des matériaux de terrassement (nouveau bras et bras de source) pour compléter le comblement du bief du Ru de Coupé jusqu'à l'encoche d'érosion	1 100,00	m ³	5,00 €	5 500,00 €
6.4	Utilisation des matériaux de terrassement (nouveau bras et bras de source) pour le comblement de l'encoche d'érosion	270,00	m ³	10,00 €	2 700,00 €
6.5	Utilisation des matériaux de terrassement (nouveau bras et bras de source) pour le comblement du Ru du Coupé aval	225,00	m ³	10,00 €	2 250,00 €
6.6	Arasement des merlons du fossé de décharge aval pour son comblement	220,00	m ³	8,00 €	1 760,00 €
6.7	Utilisation des matériaux de terrassement (nouveau bras et bras de source) pour compléter le comblement du fossé de décharge et du Ru de Coupé entre le pont et la prise d'eau	875,00	m ³	5,00 €	4 375,00 €
Total du poste 6					20 485,00 €
7	Aménagements complémentaires				
7.1	Prolongement du drain comprenant : - fourniture et mise en œuvre de la buse Ø150 mm ; - fourniture et mise en œuvre d'un lit de pose en sable sur 30 cm	15,00	ml	30,00 €	450,00 €
7.2	Mise en place d'une buse d'évacuation entre le fossé de décharge et le nouveau lit (135 ml) comprenant : - fourniture et mise en œuvre de la buse Ø300 mm ; - habillage du rejet avec blocs 0,5-1 T ; - fourniture et mise en œuvre d'un lit de pose en sable sur 30 cm	135,00	ml	75,00 €	10 125,00 €
7.3	Modelage en pente douce de l'extrémité de la parcelle au droit de la buse d'évacuation	1,00	Forfait	350,00 €	350,00 €
7.4	Fourniture et mise en œuvre de 2 pompes à nez dans la prairie en rive droite aval de l'encoche d'érosion	2,00	Unité	1 000,00 €	2 000,00 €
Total du poste 7					12 925,00 €
8	Dossier des ouvrages exécutés				
8.1	Réalisation des plans	1,00	forfait	3 100,00 €	3 100,00 €
Total du poste 8					3 100,00 €
9	Divers et imprévus				
9.1	Approvisionnement pour les éléments divers et imprévus	10,00	%	21 989,35 €	21 989,35 €
Total du poste 9					21 989,35 €
Cout HT travaux					241 882,85 €
TVA (20%)					48 376,57 €
Cout TTC travaux					290 259,42 €

Coûts annexes liés aux aménagements

10	<i>Indemnités d'occupation temporaire</i>				
10.1	Parcelle Y155	0,07	ha	892,50 €	62,48 €
10.2	Parcelle Y194	0,21	ha	892,50 €	187,43 €
10.3	Parcelle Y226	0,35	ha	892,50 €	312,38 €
10.4	Parcelle ZA9	2,94	ha	892,50 €	2 623,95 €
Total du poste 10					3 186,23 €

11	<i>Indemnités pour privation de jouissance</i>				
11.1	Parcelle Y155	0,04	ha	1 355,20 €	54,21 €
11.3	Parcelle Y226	0,21	ha	1 355,20 €	284,59 €
11.4	Parcelle ZA9	0,18	ha	1 355,20 €	243,94 €
Total du poste 11					582,74 €

12	<i>Provision pour la modification cadastrale</i>				
12.1	Provision pour la modification cadastrale	1,00	forfait	3 500,00 €	3 500,00 €
Total du poste 12					3 500,00 €

<i>Cout HT des coûts annexes</i>					7 268,96 €
TVA (20%)					1 453,79 €
<i>Cout TTC des coûts annexes</i>					8 722,75 €

<i>Cout HT travaux + coûts annexes</i>					249 151,81 €
TVA (20%)					49 830,36 €
<i>Cout TTC travaux + coûts annexes</i>					298 982,17 €

CHAPITRE 3 : FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

3.1 Hydrologie

Contrairement au Ru du Coupé qui est dépourvu de station hydrométrique, l'Ourcq dispose d'une station hydrométrique à Chouy (H5522010).

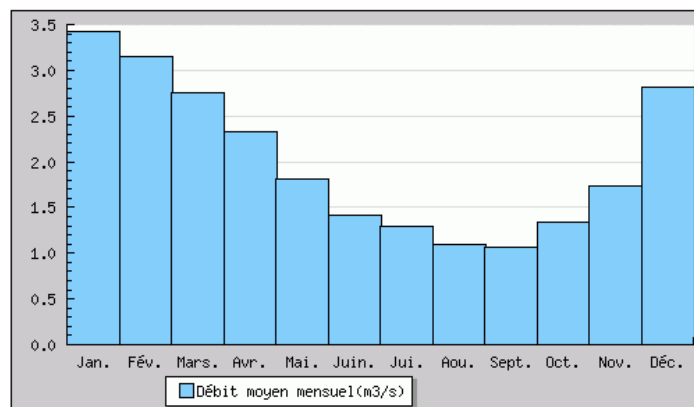


Figure 30 : Hydrogramme annuel de l'Ourcq à Chouy

Des fluctuations saisonnières du débit sont visibles avec une période de basses eaux de juin (1,41 m³/s) à octobre (1,34 m³/s) et une période hautes eaux de novembre (1,73 m³/s) à mai (1,81 m³/s). L'Ourcq possède une amplitude de débit importante (2,35 m³/s) entre la période d'étiage et de crue.

Pour obtenir les débits caractéristiques au droit du site d'étude, des estimations ont été réalisées via la formule de Meyer par rapport aux données de la station hydrométrique et à la taille du bassin versant au droit de l'ouvrage. La station hydrométrique sert ainsi de base à ces calculs.

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

Q_1 : débit recherché en m³/s

S_1 : Superficie du bassin versant considéré en km²

α : 0,8 en France Métropolitaine

Q_2, S_2 : débit et superficie de la station de jaugeage pour laquelle des valeurs sont disponibles

Tableau II : Débits caractéristiques

	Station hydrométrique de Chouy sur l'Ourcq	Ru du Coupé au droit du site d'étude	L'Ourcq au droit du site d'étude
Surface du bassin versant (km²)	345	10	14
QMNA5 (m³/s)	0,77	0,050	0,060
Module (m³/s)	2,01	0,12	0,15
Q2 (m³/s)	11	0,65	0,85
Q5 (m³/s)	15	0,88	1,16
Q10 (m³/s)	18	1,06	1,39
Q50 (m³/s)	25	1,47	1,93

La superficie du bassin versant du Ru du Coupé est de 9,62 km² (calculée à partir des cartes au 1 /25 000 dans la Déclaration d'Intérêt Général). La surface de bassin versant calculé sur SIG est de 10 km².

Par analogie et en se basant sur la nature géologique du bassin versant (S.R.A.E. Picardie 1976), les débits spécifiques d'étiage du ru du Coupé peuvent être estimés à une valeur de l'ordre de 1 l/s/km². Cela représenterait un débit d'étiage de 0,010 m³/s bien inférieur au débit estimé par la formule de Meyer (0,050 m³/s).

Le graphique ci-dessous permet de visualiser les débits moyens mensuels de l'Ourcq amont et du Ru du Coupé au droit du site d'étude.

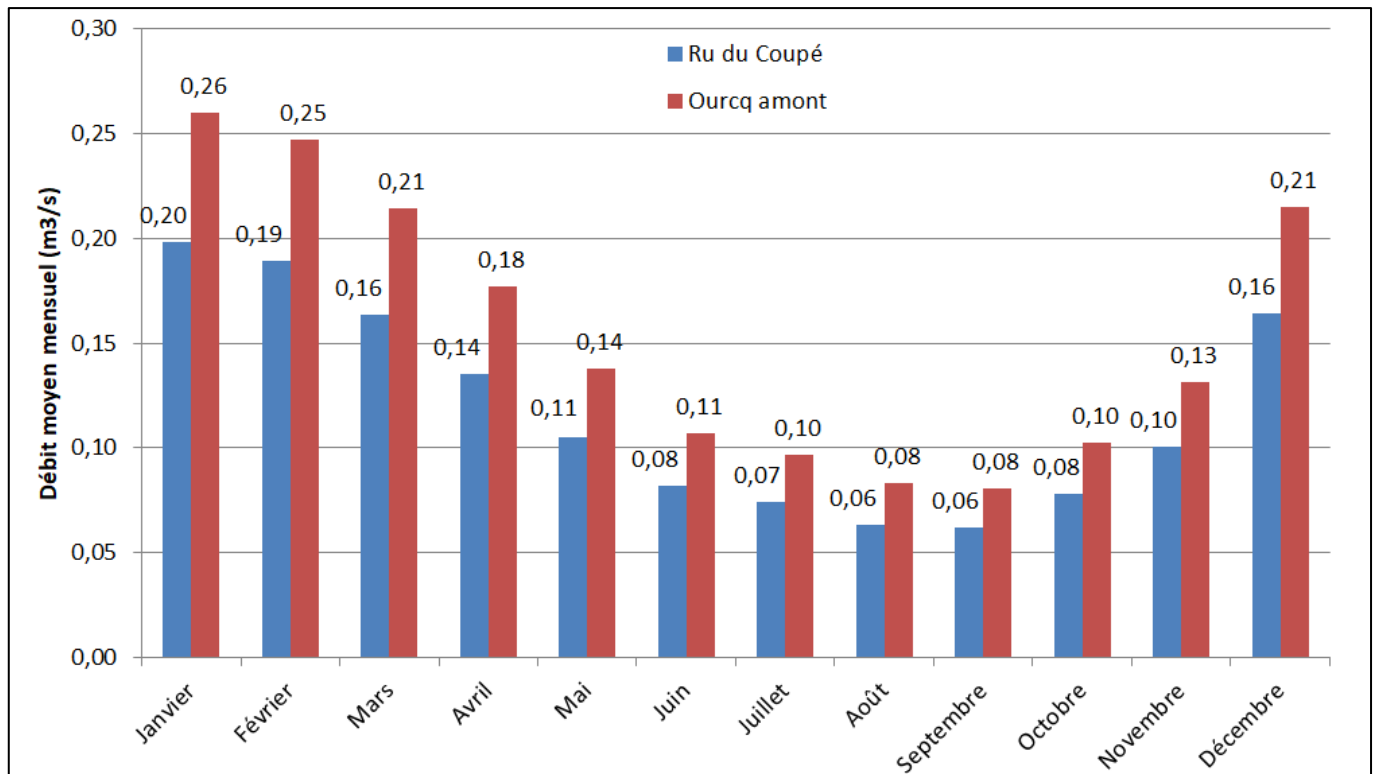


Figure 31 : Débits moyens mensuels de l'Ourcq amont et du Ru du Coupé au droit du site d'étude

3.2 Modélisation hydraulique

3.2.1 Logiciel HEC-RAS

HEC-RAS est un logiciel de modélisation hydraulique capable de modéliser la propagation d'onde de crue en régime transitoire et permanent, quel que soit le régime d'écoulement (fluvial ou torrentiel). La résolution des équations de Barré Saint Venant est réalisée à l'aide d'un schéma implicite en différence finie. HEC-RAS permet de décrire de façon illimitée tous les déversements, notamment ceux qui ont lieu par-dessus des digues. Il permet aussi de décrire l'ensemble des ouvrages aménagés le long du linéaire d'un cours d'eau.

Les points forts de ce logiciel sont :

- La robustesse de son noyau de calcul qui permet d'étudier des écoulements torrentiels ou fluviaux en régime permanent ou transitoire ;
- La puissance et la souplesse des moyens de description du relief des zones à étudier (lits mineurs, ouvrages, digues,...) ;
- Les interfaces de présentation de la topologie du modèle hydraulique mis au point et d'édition des résultats (courbes d'évolution temporelle des hauteurs d'eau ou des débits, profils en travers en long).

La géométrie du cours d'eau est définie par une succession des profils en travers issus des données topographiques et bathymétriques.

3.2.2 Objectif de la modélisation et données de base

L'objectif de l'étude hydraulique est d'étudier le comportement hydraulique des différents bras dans la zone d'étude pour des débits caractéristiques définis. Un modèle hydraulique 1D a été construit à l'aide du logiciel HEC-RAS pour représenter le Ru du Coupé et l'Ourcq amont au droit du site d'étude.

Les simulations de l'état actuel permettent de caractériser le fonctionnement hydraulique des ouvrages et le comportement des différents bras (débits, vitesses, contraintes de cisaillement et lignes d'eau) dans la zone d'étude en état initial.

Ces éléments serviront de base pour l'analyse des incidences hydrauliques des aménagements.

3.2.3 Étendue du modèle et description des ouvrages

La carte présente l'étendue du modèle (en pointillés), l'ouvrage hydraulique (en rouge) et les ouvrages de franchissement (en noir).

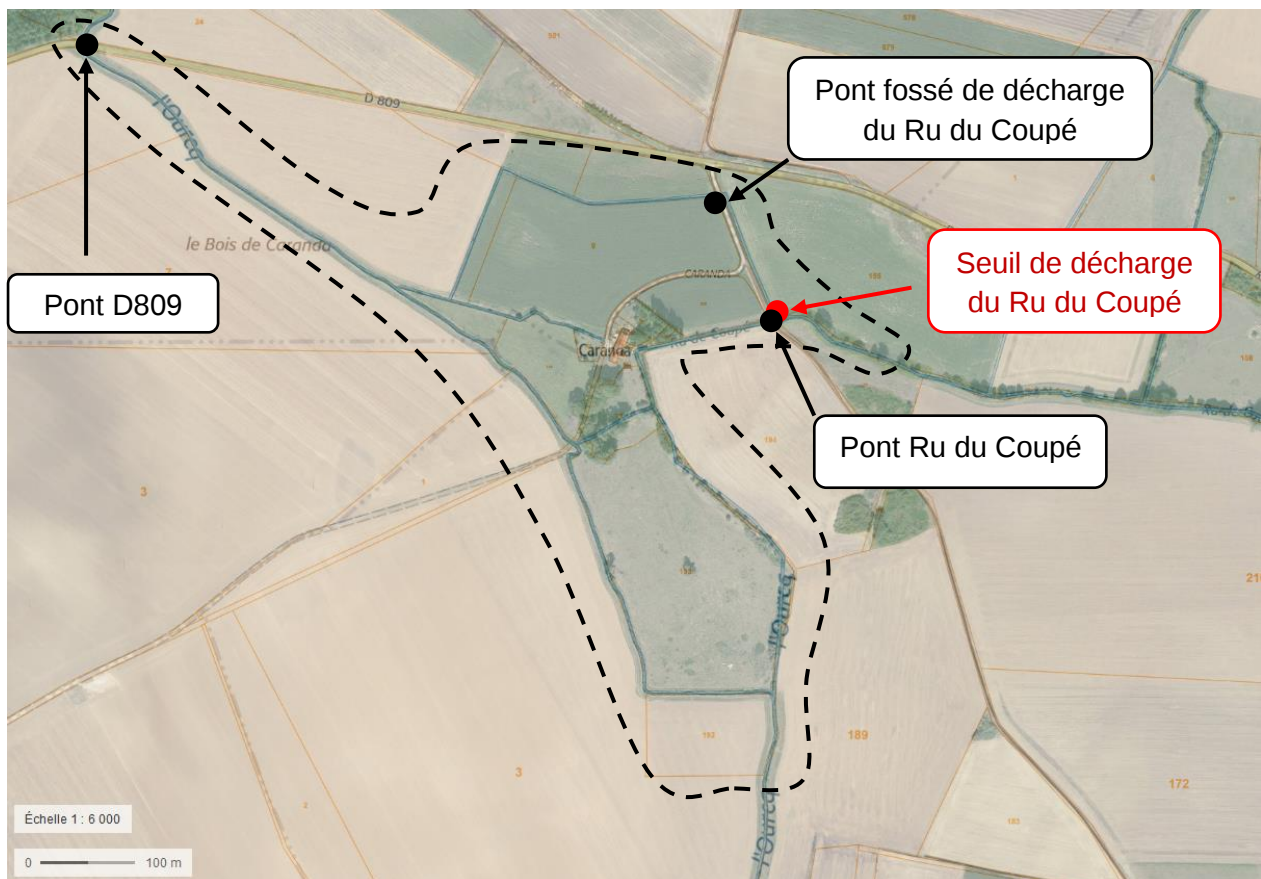


Figure 32 : Étendue du modèle et localisation des ouvrages

L'emplacement des profils en travers a été fait de manière à définir précisément la géométrie des cours d'eau afin de se rapprocher au maximum de la situation réelle et disposer de résultats fiables.

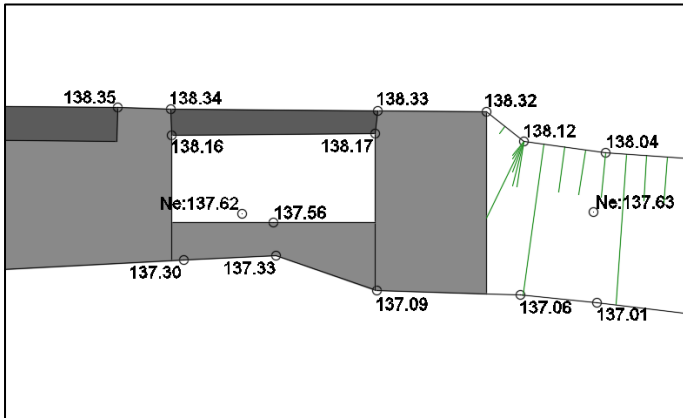
La carte page suivante montre localise les profils réalisés.



Figure 33 : Localisation des profils en travers

Après la définition des différents bras du site d'étude sur le modèle via les profils en travers, les ouvrages hydrauliques et de franchissement sont représentés. Les ouvrages sont représentés selon leur configuration et leurs influences sur l'écoulement pour disposer d'un modèle proche de la réalité.

Ouvrage de décharge du Ru du Coupé :

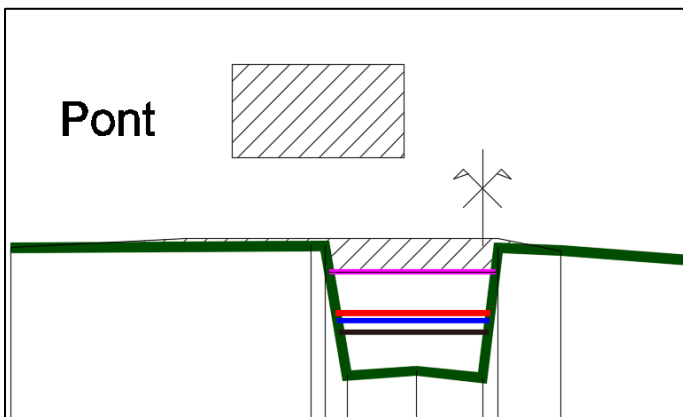


Profil en travers de l'ouvrage



Vue de l'ouvrage

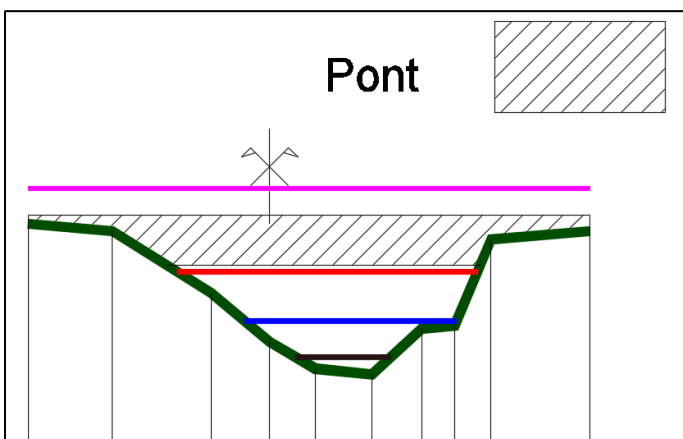
Ouvrages de franchissement :



Profil en travers du pont du Ru du Coupé



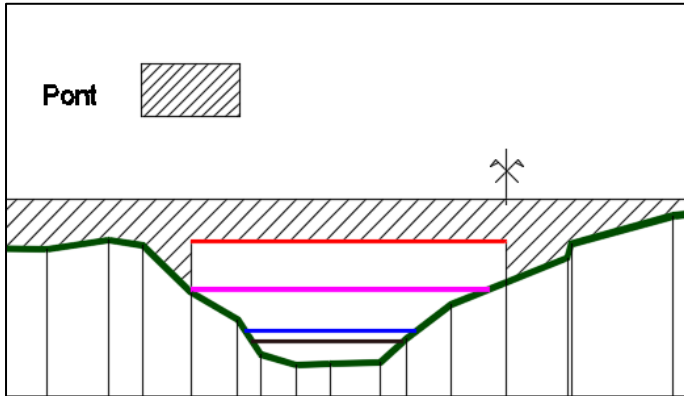
Vue du pont du Ru du Coupé



Profil en travers du pont fossé de décharge du Ru du Coupé



Vue du pont fossé de décharge du Ru du Coupé



Profil en travers du pont D809



Vue du pont D809

3.2.4 Calage du modèle

Afin d'utiliser les différents modules du logiciel HEC-RAS et qu'ils représentent au mieux le fonctionnement hydraulique de la zone d'étude, un calage du modèle doit être effectué. La campagne de jaugeages et le relevé des lignes d'eau effectués lors de la campagne terrain CE3E a permis une corrélation lignes d'eau/débit.

Le bras de sources possède des écoulements faibles. Un débit constant de 0,011 m³/s a été injecté dans ce bras afin d'assurer le bon fonctionnement du modèle.

Le synoptique ci-dessous présente la répartition des débits lors de la campagne de jaugeages et la simulation de calage.

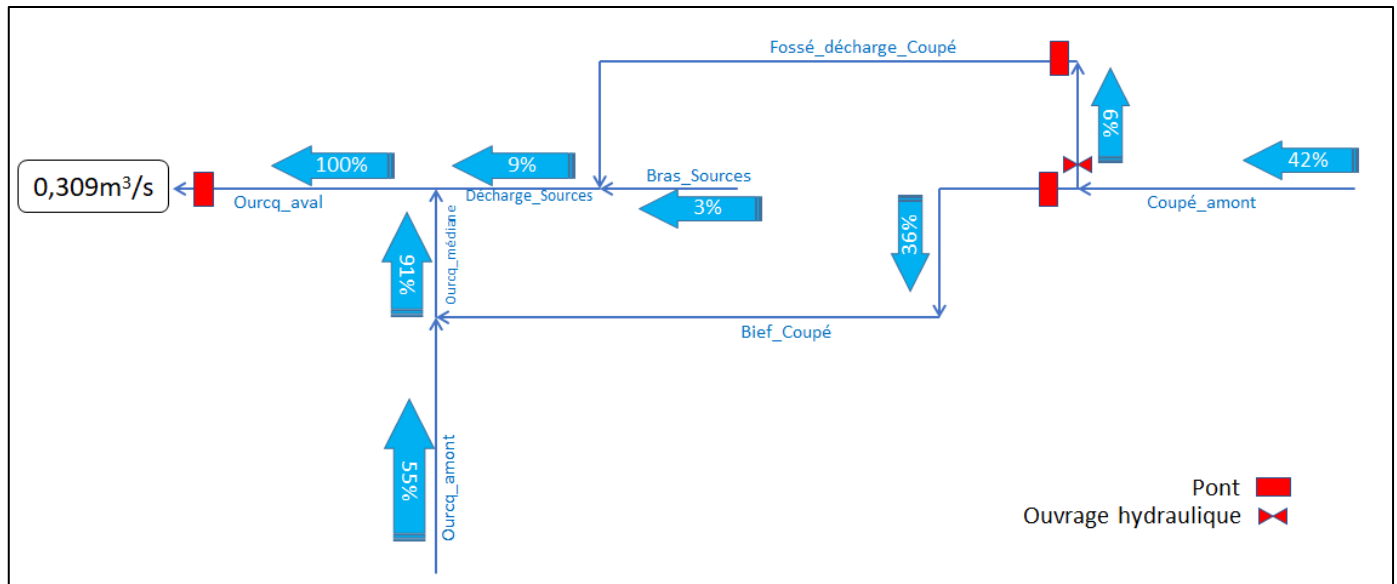


Figure 34 : Répartition des débits lors de la campagne de jaugeage (20/02/2018)

Le tableau ci-dessous présente les résultats de répartition des débits obtenus pour le calage du modèle.

Tableau III : Résultats du calage du modèle (répartition des débits)

Bras	Débit jaugés (m ³ /s)	Débit modèle (m ³ /s)	Erreur (m ³ /s)
Coupé amont	0,129	0,129	0
Bief Coupe	0,110	0,110	0
Bras Source	0,011	0,011	0
Fossé de décharge Coupé	0,019	0,019	0
Décharge Source	0,03	0,03	0
Ourcq amont	0,169	0,169	0
Ourcq médiane	0,279	0,279	0
Ourcq aval	0,309	0,309	0

Le calage concernant la répartition des débits est satisfaisant.

Le calage concernant les lignes d'eau a été vérifié par rapport à plusieurs points répartis sur les différents bras. Pour atteindre des valeurs satisfaisantes, la rugosité dans le lit mineur a été modifié sur certains secteurs en fonction de leur nature (enherbés, embâcles,...) ou de leur substrat.

Les valeurs mesurées et simulées sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau IV : Résultats du calage du modèle (lignes d'eau)

Localisation	Côtes mesurées (m NGF)	Côtes simulées (m NGF)	Erreur (m)
Décharge Coupé	137,60	137,60	0
Aval décharge Coupé	136,70	136,72	-0,02
Pont décharge D 809	135,17	135,15	0,02
Amont chute/érosion	136,26	136,25	0,01
Chute/érosion	134,78	134,78	0
Aval chute/érosion	134,01	133,99	0,02
Amont confluence Ourcq / Coupé	132,80	132,76	0,04
Aval confluence Ourcq / Coupé	132,52	132,54	-0,02
Pont source	132,59	132,59	0
Amont confluence source / Ourcq	131,66	131,68	-0,02
Aval confluence source / Ourcq	131,69	131,69	0
Amont pont D 809	130,57	130,57	0

Les différences entre les valeurs mesurées et simulées ne dépassent pas 5 cm. Le calage du modèle est satisfaisant.

3.2.5 Débits modélisés

Quatre simulations ont été réalisées pour l'état initial :

- Débit d'étiage (QMNA5) pour l'Ourcq et le Ru du Coupé ;
- Débit module pour l'Ourcq et le Ru du Coupé ;
- Crue de plein bord de l'Ourcq aval (pont D809 en charge) et 2xmodule (débit haut) sur le Ru du Coupé ;
- Crue de plein bord du Ru du Coupé (pont du Ru du Coupé en charge) et 2xmodule (débit haut) sur l'Ourcq.

Les différentes simulations et débits correspondants sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau V : Débits pour les différentes simulations

Simulation	Débits sur le Ru du Coupé (m³/s)	Débits sur l'Ourcq amont (m³/s)
Étiage (QMNA5)	0,050	0,060
Module	0,120	0,150
Crue de plein bord sur le Ru du Coupé	0,950	0,300
Crue de plein bord sur l'Ourcq aval	0,240	3,54

3.3 Modélisation hydraulique de l'état initial

3.3.1 Simulation en étiage (QMNA5)

3.3.1.1 Répartition des débits

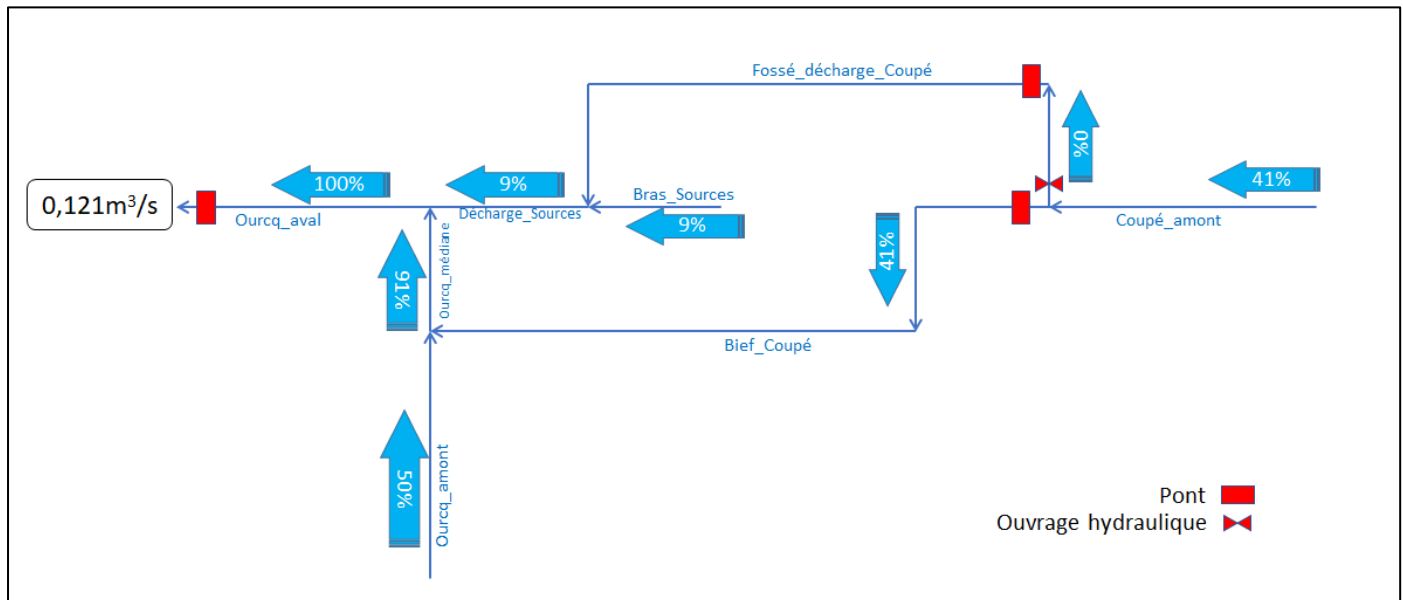


Figure 35 : Répartition des débits en étiage

3.3.1.2 Hauteurs et lignes d'eau

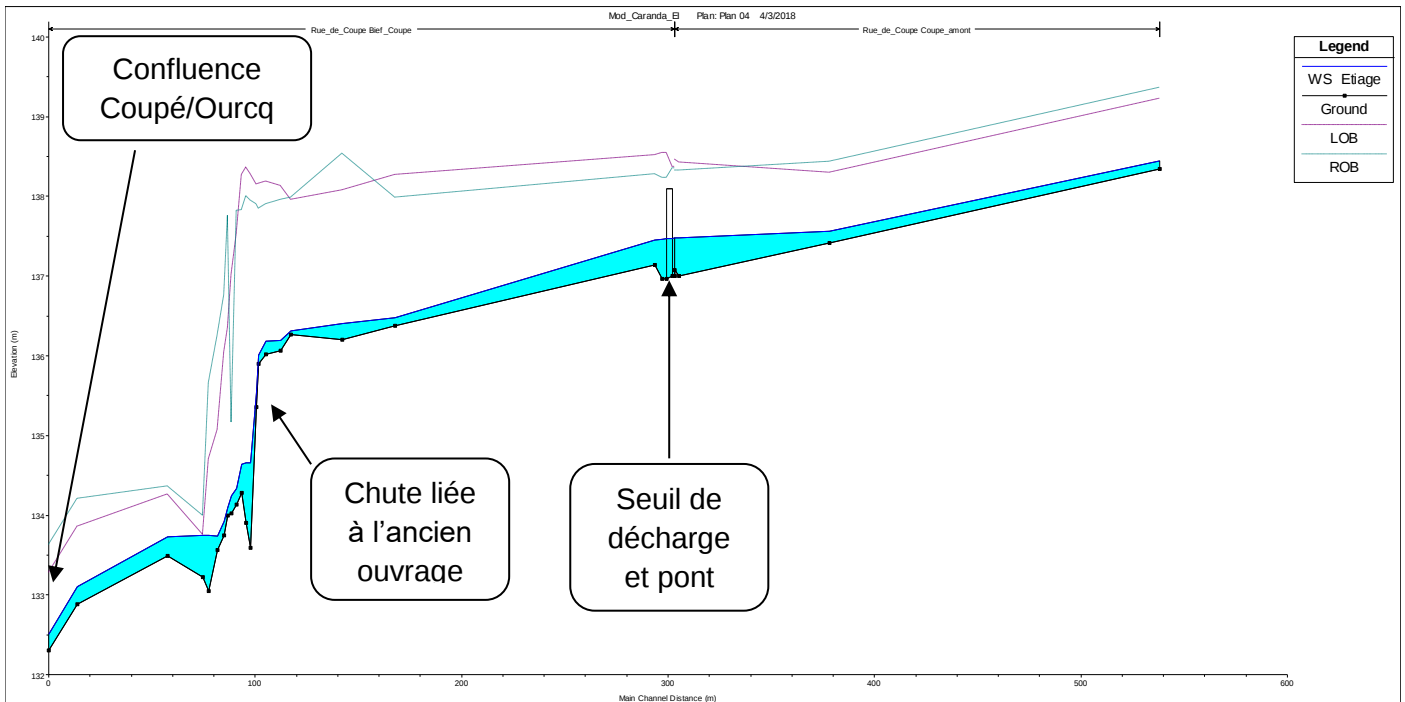


Figure 36 : Profil en long du Ru du Coupé en étiage

Les hauteurs d'eau moyennes sur le Ru du Coupé sont de 10-20 cm en étiage. L'effet d'un point haut en aval du seuil de décharge est visible et les hauteurs atteignent 50 cm.

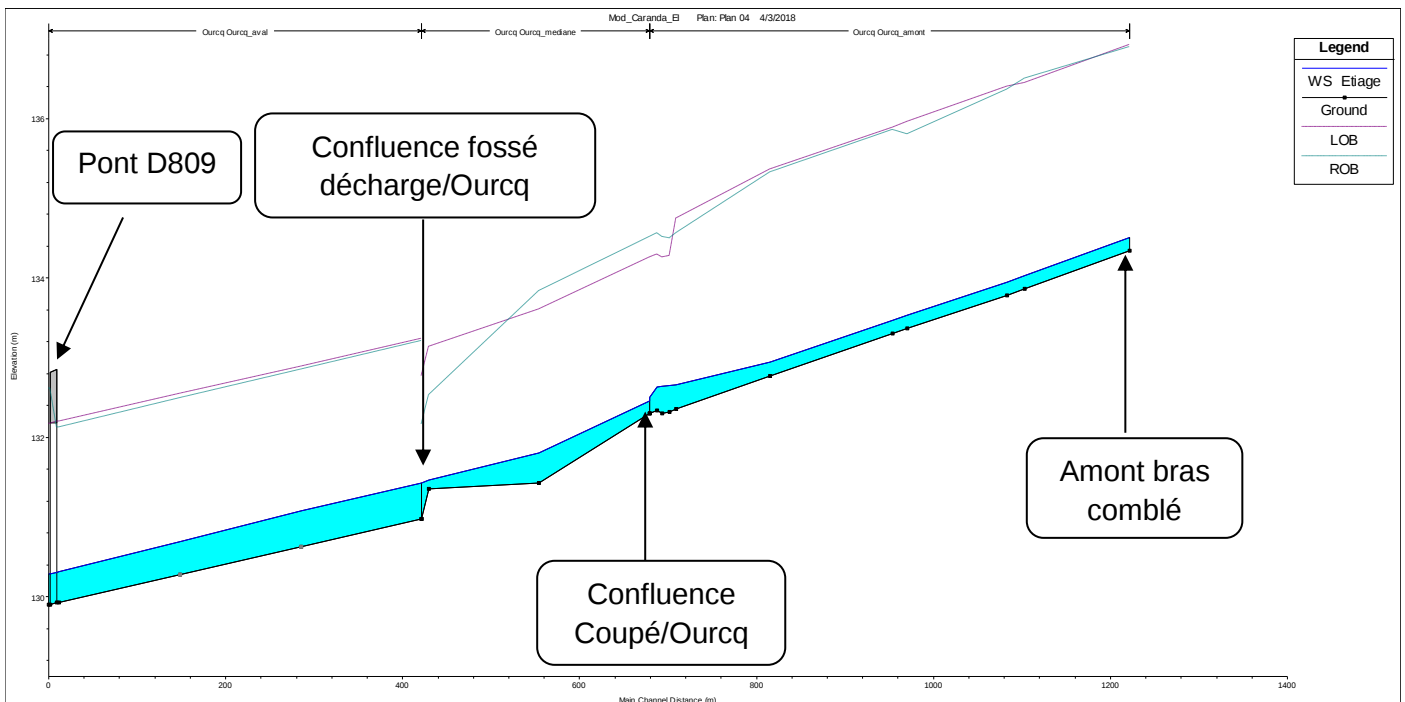


Figure 37 : Profil en long de l'Ourcq en étiage

Sur l'Ourcq amont, les hauteurs d'eau sont de l'ordre de 20 cm puis augmentent à 30 cm suite à la confluence avec le Coupé. Sur la partie aval, la hauteur d'eau est en moyenne de 40-50 cm.

3.3.1.3 Vitesses et contraintes de cisaillement

Les vitesses sont faibles en d'étiage avec des valeurs inférieures à 0,5 m/s sur l'ensemble du site excepté sur le Ru du Coupé autour de la chute et sur l'Ourcq médian. Toutefois, sur ces secteurs, les valeurs restent inférieures à 1 m/s.

Les contraintes de cisaillement sont importantes sur le Ru du Coupé (autour de la chute et en aval) avec des valeurs supérieures à 40 N/m² et un pic à 910 N/m² au droit même de la chute. Des contraintes de cisaillement importantes sont également observées au droit des confluences fossé de décharge/Ourcq (plus de 70 N/m²) et Ru du Coupé/Ourcq (environ 50 N/m²).

3.3.2 Simulation au module

3.3.2.1 Répartition des débits

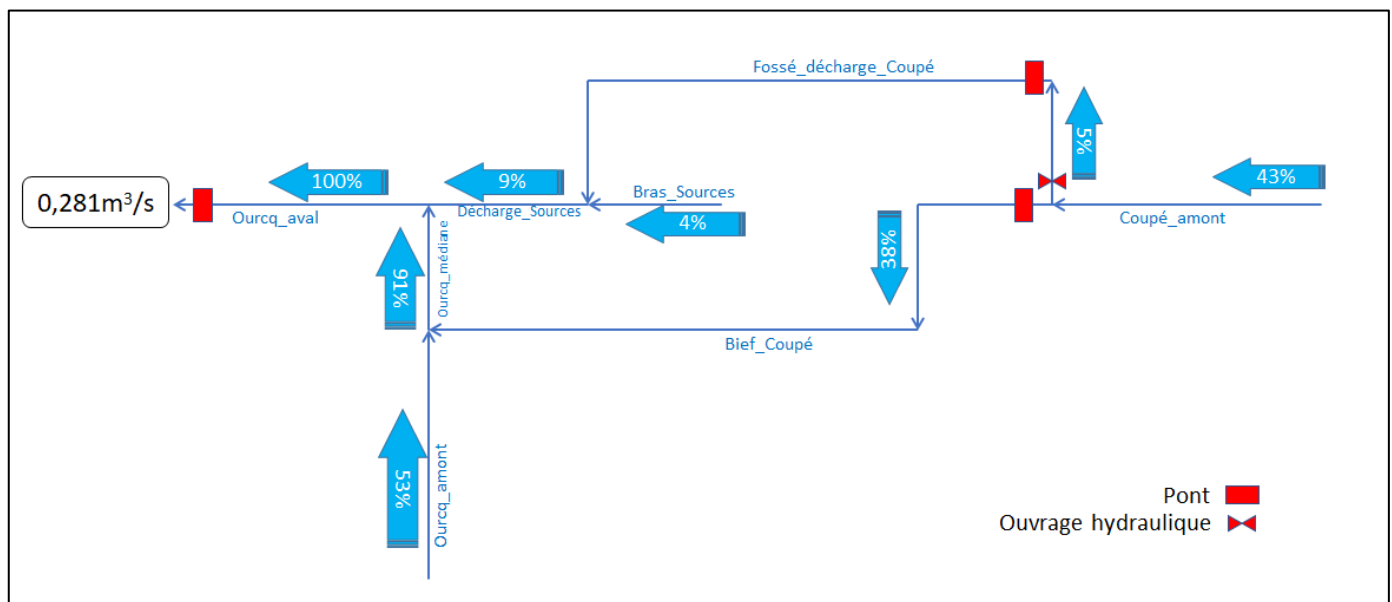


Figure 38 : Répartition des débits au module

3.3.2.2 Hauteurs et lignes d'eau

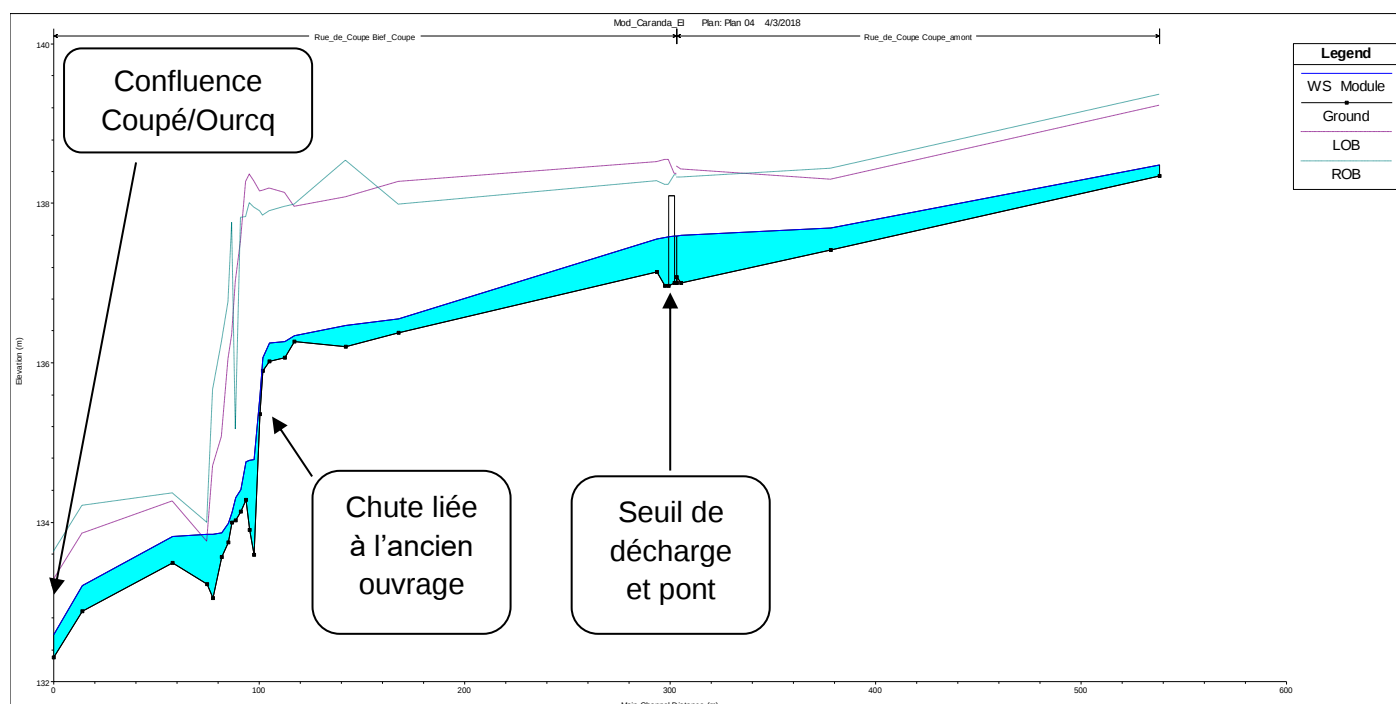


Figure 39 : Profil en long du Ru du Coupé au module

Les hauteurs d'eau moyennes sur le Ru du Coupé sont de 15-30 cm au module. L'effet d'un point haut en aval du seuil de décharge est visible et les hauteurs atteignent 60 cm.

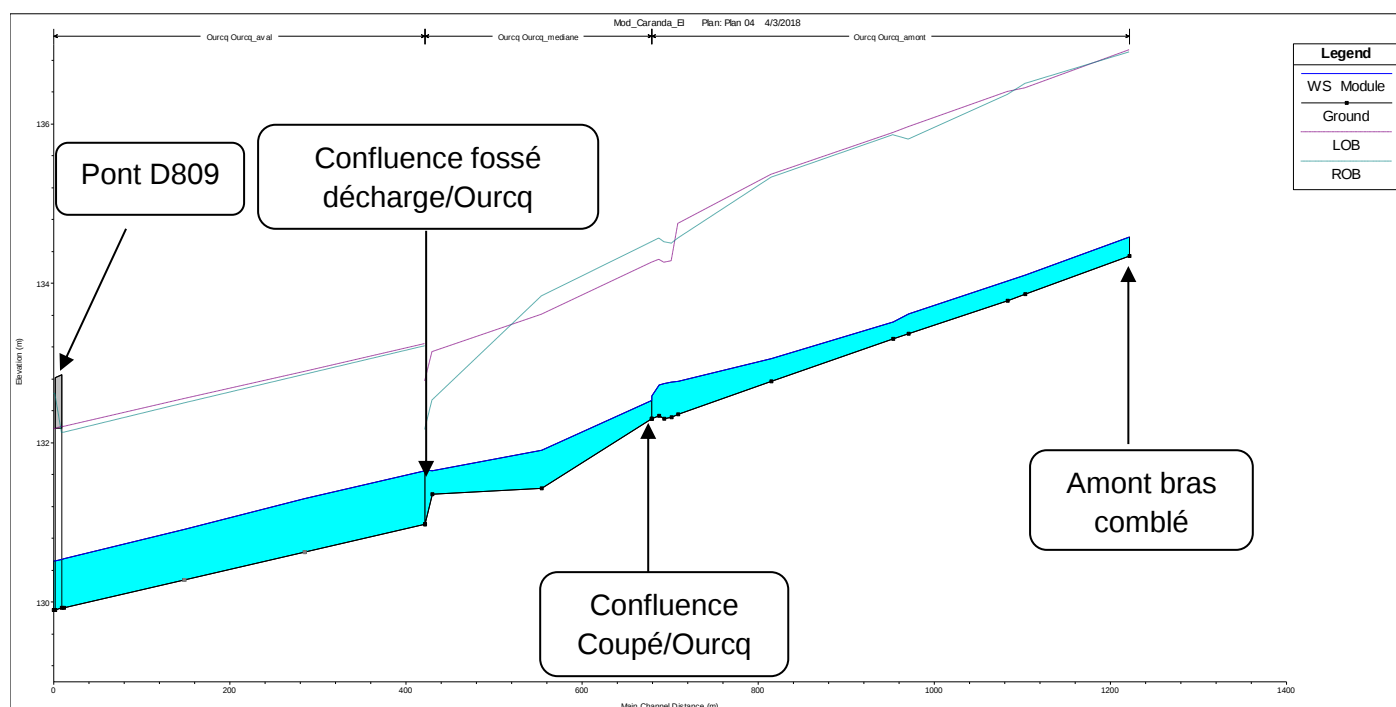


Figure 40 : Profil en long de l'Ourcq au module

Sur l'Ourcq amont, les hauteurs d'eau sont de l'ordre de 25 cm puis augmentent à 30-40 cm suite à la confluence avec le Coupé. Sur la partie aval, la hauteur d'eau est en moyenne de 60-70 cm.

3.3.2.3 Vitesses et contraintes de cisaillement

Les vitesses au module sont faibles sur la majorité des bras (inférieure à 0,5 m/s). Sur le Ru du Coupé en aval du seuil de décharge et sur l'Ourcq médian les vitesses varient entre 0,5 m/s et 1 m/s.

Les plus fortes contraintes de cisaillement sont enregistrées au droit de la chute et en aval (un pic à 700 N/m²). Des contraintes de cisaillement importantes sont également observées au droit des confluences fossé de décharge/Ourcq (environ 50 N/m²) et Ru du Coupé/Ourcq (environ 55 N/m²).

A noter, en aval du seuil de décharge, des contraintes de cisaillement de l'ordre de 70 N/m² induites par la chute.

3.3.3 Simulation en crue plein bord de l'Ourcq aval

3.3.3.1 Répartition des débits

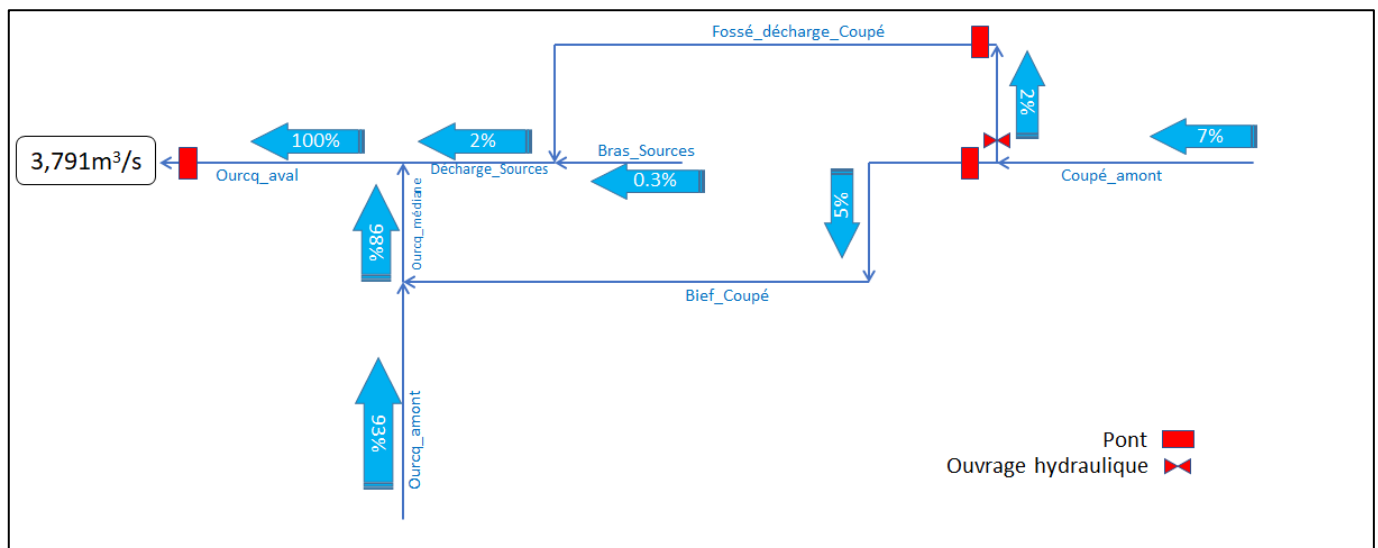


Figure 41 : Répartition des débits en crue plein bords de l'Ourcq aval

3.3.3.2 Hauteurs et lignes d'eau

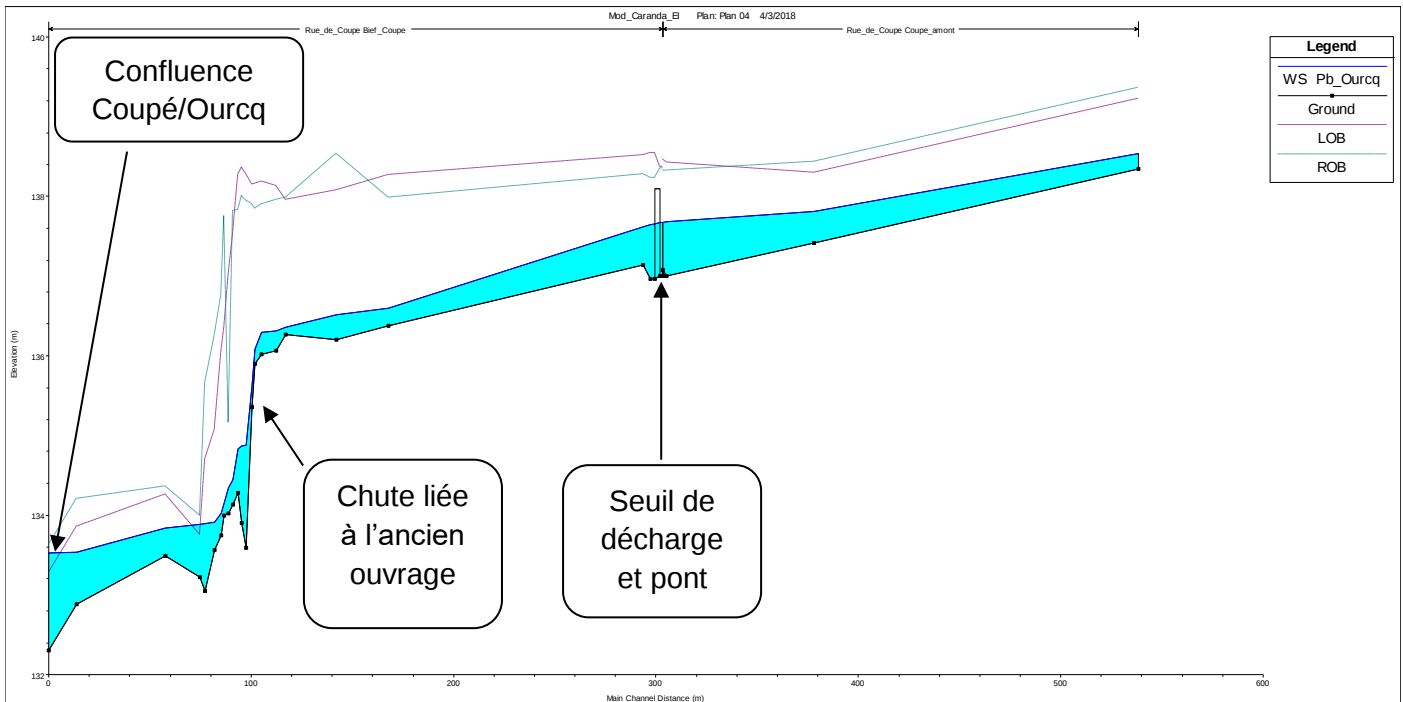


Figure 42 : Profil en long du Ru du Coupé en crue plein bords de l'Ourcq aval

En amont de la chute, les hauteurs d'eau moyennes sur le Ru du Coupé sont de 20-40 cm. L'effet d'un point haut en aval du seuil de décharge est visible et les hauteurs atteignent 70 cm.

En aval de la chute, les hauteurs s'étendent de 60 cm à 1 m et mettent en évidence un léger ennoiment par l'aval lors des crues de l'Ourcq.

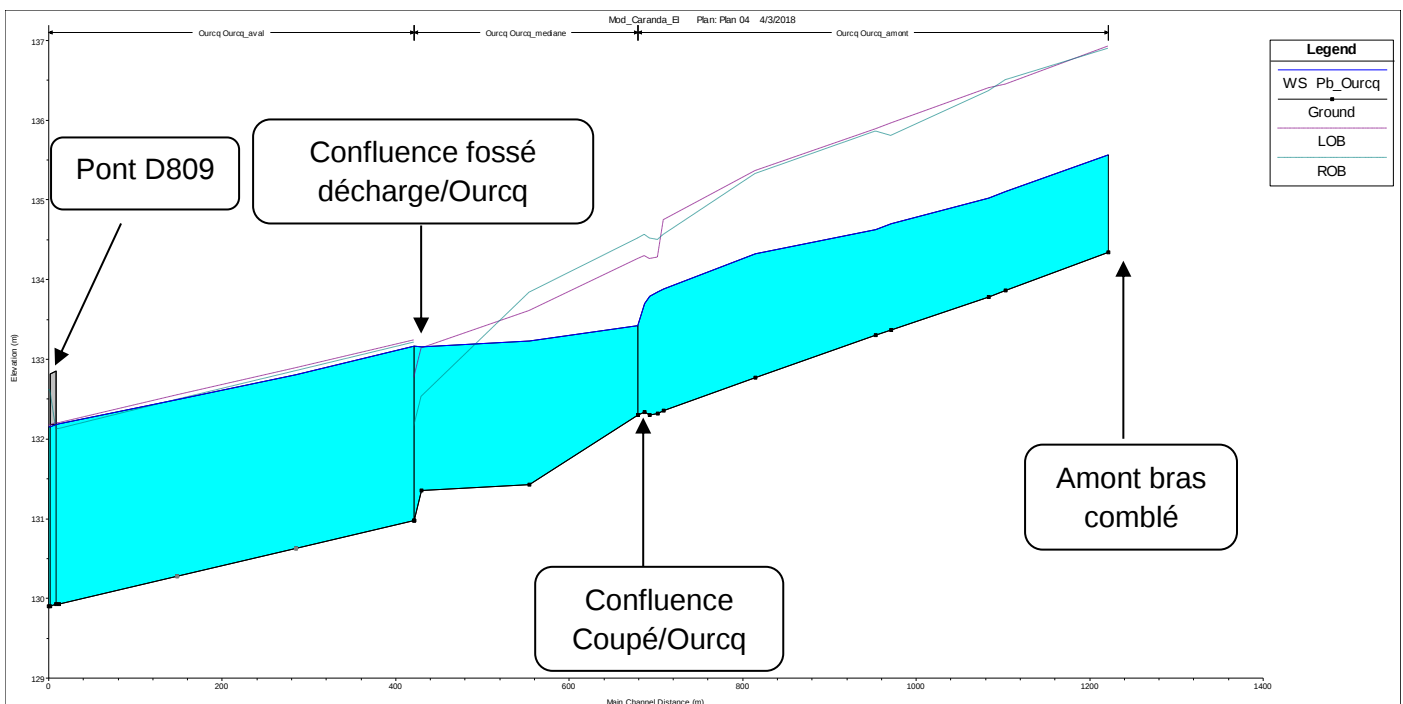


Figure 43 : Profil en long de l'Ourcq en crue plein bords de l'Ourcq aval

Sur l'Ourcq amont, les hauteurs d'eau sont de l'ordre de 1,2-1,4 m puis augmentent à 1,8 m suite à la confluence avec le Ru du Coupé. Sur la partie aval, la hauteur d'eau est en moyenne de 2,2 m.

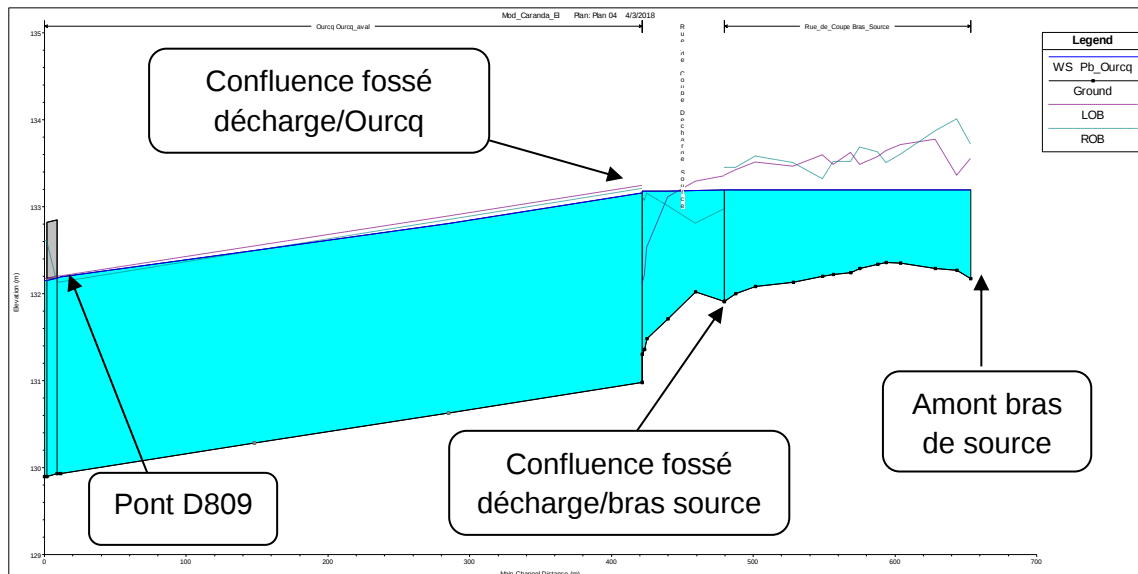


Figure 44 : Profil en long de l'Ourcq aval et du bras de source en crue *plein bords de l'Ourcq aval*

En crue plein bord de l'Ourcq, un ennoïement aval est observé dans le bras de source. La ligne d'eau augmente au droit de l'habitation.

3.3.3.3 Vitesses et contraintes de cisaillement

Les vitesses en crue plein bord de l'Ourcq sont importantes sur l'Ourcq (1 à 1,5 m/s en moyenne). Le Ru du Coupé, le fossé de décharge et le bras de source présentent quant à eux des vitesses inférieures à 1 m/s excepté au droit des chutes (seuil de décharge et chute).

Les plus fortes contraintes de cisaillement sont enregistrées au droit de la chute et en aval (un pic à 840 N/m²). Des contraintes de cisaillement importantes sont également observées sur l'Ourcq (valeurs de 40 à 250 N/m²).

Le fossé de décharge présente des contraintes de cisaillement entre 30 et 80 N/m².

3.3.4 Simulation en crue plein bord du Ru du Coupé

3.3.4.1 Répartition des débits

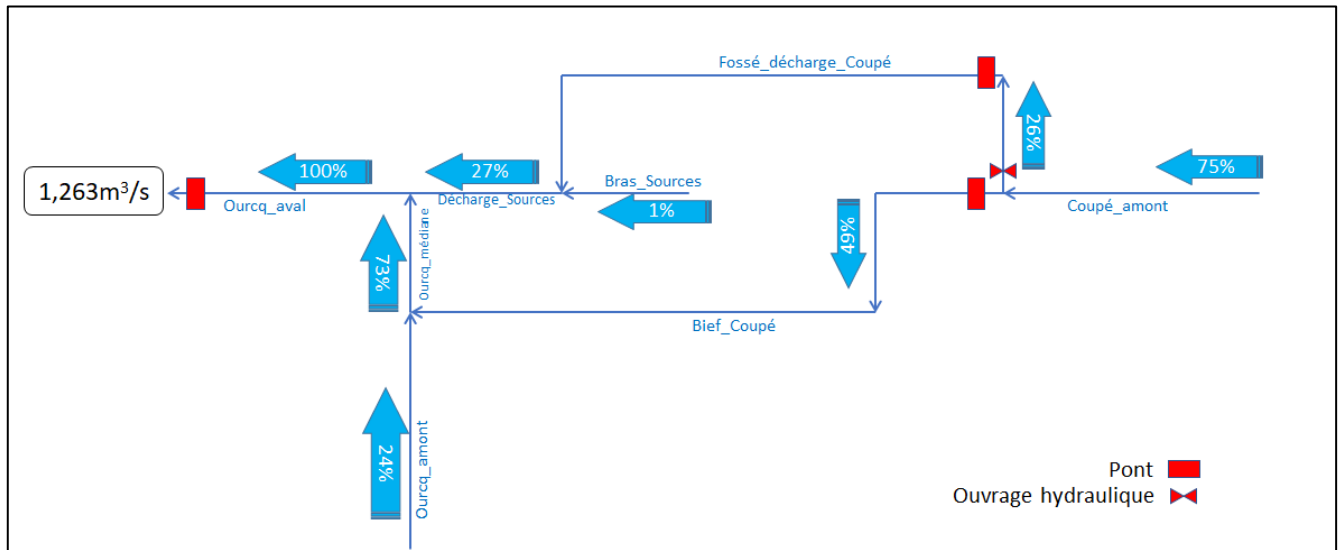


Figure 45 : Répartition des débits en crue plein bords du Ru du Coupé

3.3.4.2 Hauteurs et lignes d'eau

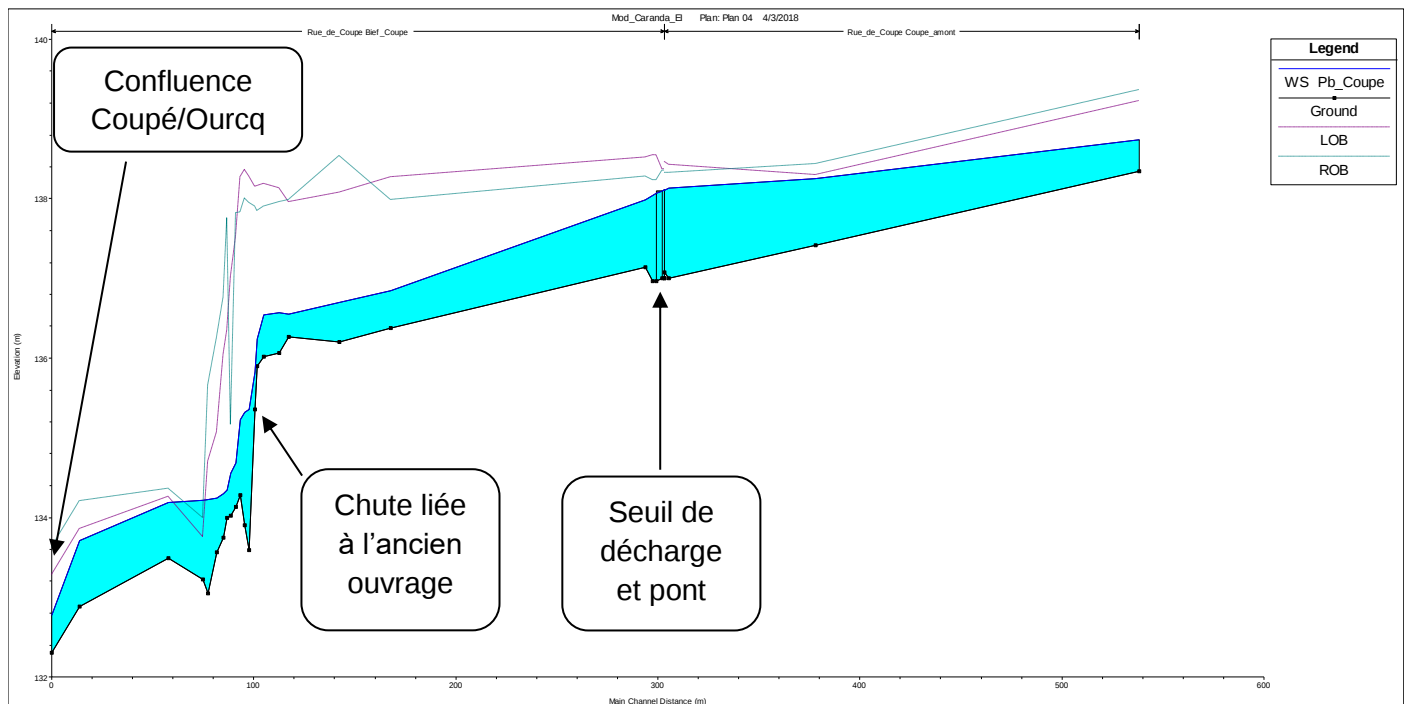


Figure 46 : Profil en long du Ru du Coupé en crue plein bords du Ru du Coupé

En amont de la chute, les hauteurs d'eau moyennes sur le Ru du Coupé sont de 30-50 cm. La mise en charge du pont est visible avec des hauteurs atteignant 1,2 m. En aval de la chute, les hauteurs s'étendent de 30 à 80 cm.

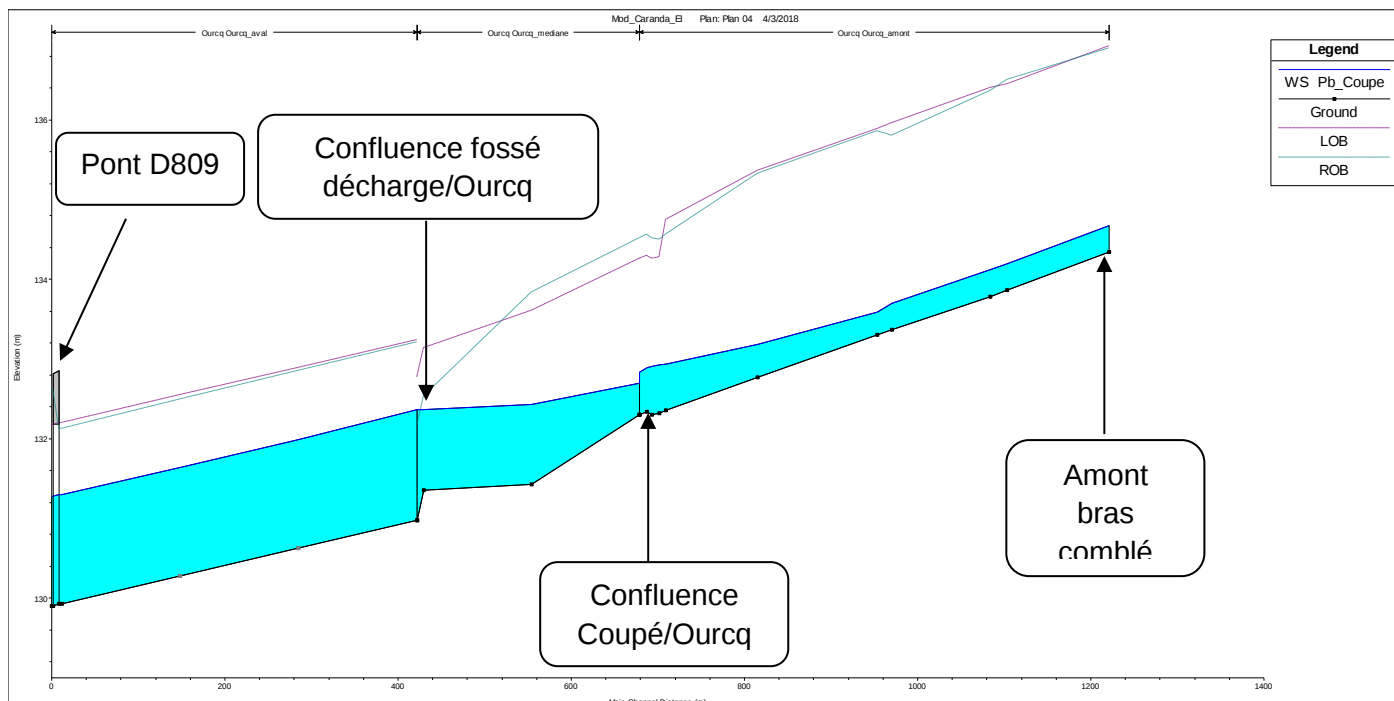


Figure 47 : Profil en long de l'Ourcq en crue plein bords du Ru du Coupé

Sur l'Ourcq amont, les hauteurs d'eau sont de l'ordre de 30 cm puis augmentent à 60 cm suite à la confluence avec le Ru du Coupé. Sur la partie aval, la hauteur d'eau est en moyenne de 1-1,3 m.

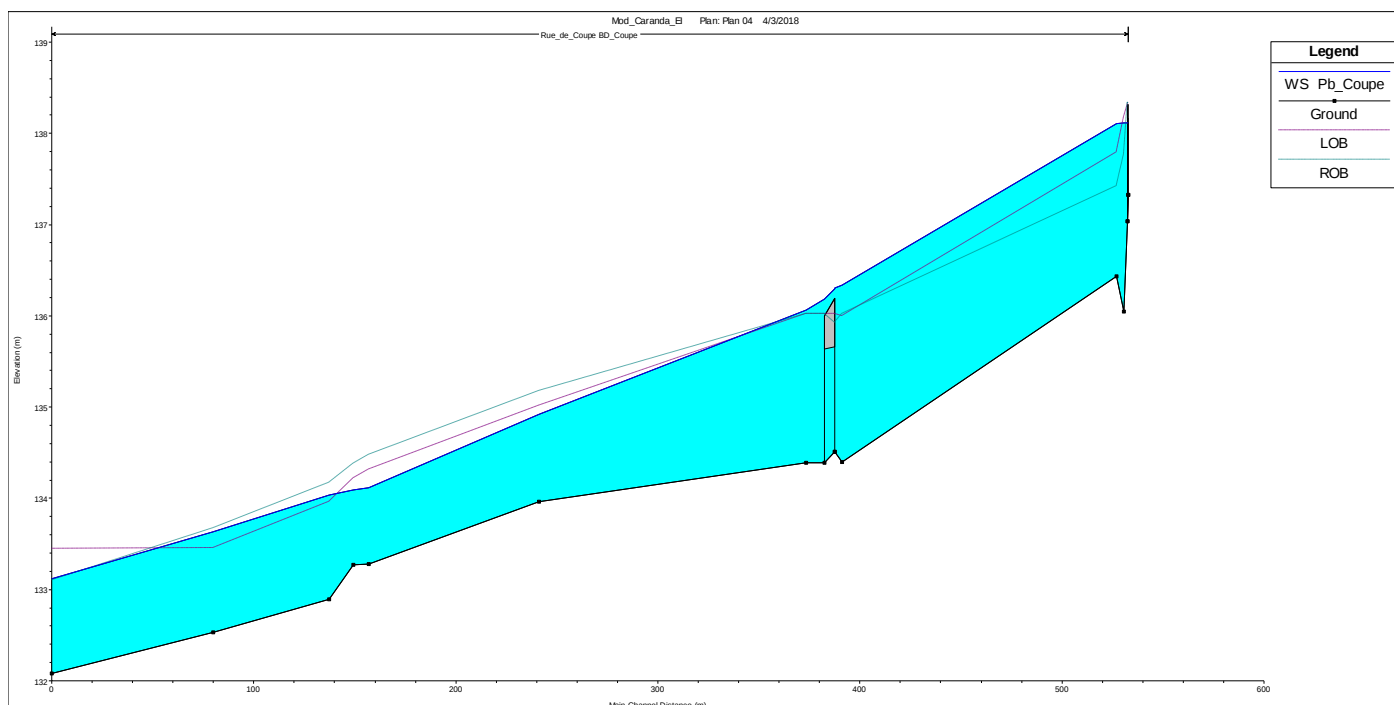


Figure 48 : Profil en long du fossé de décharge en crue plein bords du Ru du Coupé

En crue plein bord du Ru du Coupé, des débordements sont observés sur la partie amont du pont du fossé de décharge. Le pont réduit la capacité d'écoulement du fossé et est sous dimensionné. Globalement, sur l'ensemble du fossé, les niveaux sont très proches de la crête des berges.

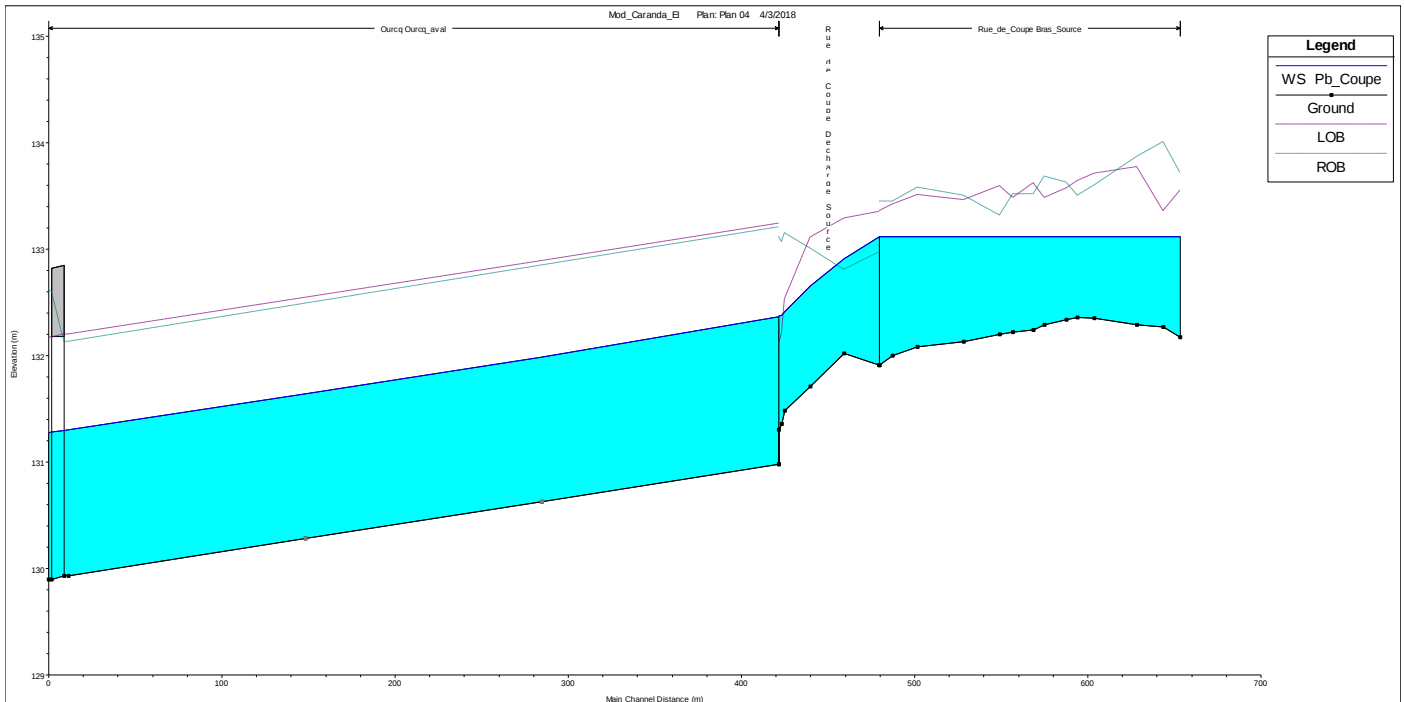


Figure 49 : Profil en long de l'Ourcq aval et du bras de source en crue plein bords du Ru du Coupé

En crue plein bord du Ru du Coupé, un ennoïement aval est observé dans le bras de source. La ligne d'eau augmente au droit de l'habitation. Cependant, l'ennoïement est moins important qu'en crue plein bord de l'Ourcq.

3.3.4.3 Vitesses et contraintes de cisaillement

Les vitesses en crue plein bord de Ru du Coupé sont en moyenne sur le ruisseau (0,5-1 m/s) excepté sur certains radier et au droit de la chute. Le fossé de décharge est lentique. Sur l'Ourcq (débit de 2xModule), les vitesses varient entre 0,5 et 1 m/s avec des vitesses légèrement plus rapides sur l'Ourcq médiane en aval immédiat de la confluence (1,5 m/s).

Les plus fortes contraintes de cisaillement sont enregistrées au droit de la chute et en aval (pic à 875 N/m²). Des contraintes de cisaillement importantes sont également observées sur le fossé de décharge (valeurs de 10 à 220 N/m²). Sur l'Ourcq et le bras de source les contraintes de cisaillement sont faibles.

3.4 Modélisation hydraulique de l'état aménagé

3.4.1 Modifications du modèle

Les modifications apportées dans le modèle état aménagé sont les suivantes :

- Création du nouveau lit du Ru du Coupé ;
- Intégration des ouvrages de franchissement sur le nouveau lit ;
- Reprofilage et mise à gabarit du bras de source ;
- Condamnation du bief et du bras de décharge.

La localisation des profils en travers utilisés pour la modélisation hydraulique état aménagé est présentée sur la carte page suivante.



Figure 50 : Localisation des profils en travers

3.4.2 Répartition des débits en état aménagé

La répartition des débits en état aménagé est simplifiée par rapport à l'état initial avec la suppression ou la non-alimentation de plusieurs bras (fossé de décharge et bief du Ru du Coupé notamment).

D'une manière générale, les débits de l'Ourcq et du Ru du Coupé sont très proches en étiage et au module. En crue plein bord, la majorité du débit transite par le bras en crue et une importante différence de débit est observée pour la crue plein bord de l'Ourcq.

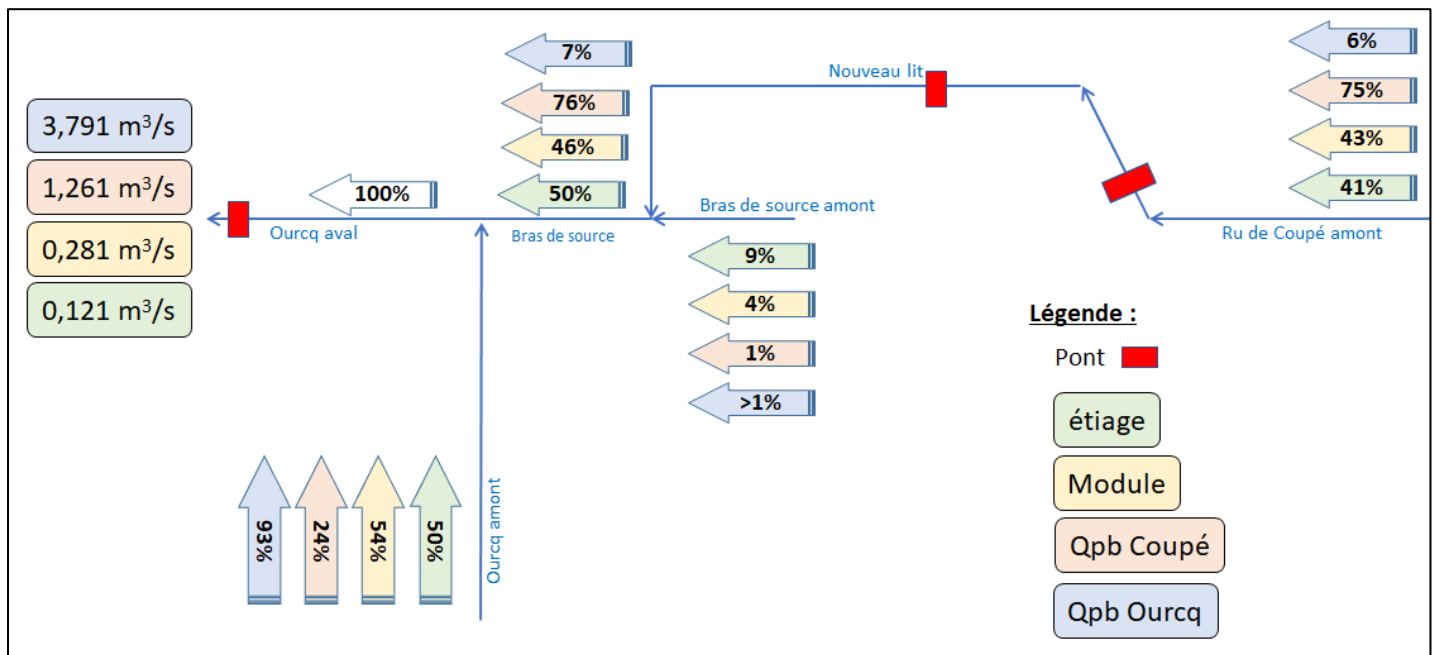


Figure 51 : Répartition des débits état aménagé

3.4.3 Fonctionnement hydraulique du Ru du Coupé

En étiage, les hauteurs d'eau sont de l'ordre de 15 cm sur le Ru du Coupé amont, de 20-25 cm sur le nouveau lit et de 20 à 27 cm dans le bras de source.

Au module, les hauteurs d'eau sont de l'ordre de 20-30 cm sur le Ru du Coupé amont, de 30-40 cm (nouveau lit) et de 35 à 45 cm dans le bras de source.

En crue plein bord du Ru du Coupé, les hauteurs d'eau sont de l'ordre d'un mètre (0,9 à 1,2 m). Les deux ponts cadres ne sont pas en charge (tirant d'air de 8 et 7 cm). La situation est légèrement améliorée par rapport à la situation actuelle. Aucun remous n'est observé sur le nouveau lit qui garde une pente hydraulique y compris sur sa partie aval.

En crue plein bord de l'Ourcq, les hauteurs d'eau sont de l'ordre de 50 à 60 cm dans le nouveau lit jusqu'au pont cadre aval (partie non influencée par le remous de l'Ourcq aval). Sur la section 2, les hauteurs d'eau sont contrôlées par l'Ourcq aval et s'étendent de 0,7 à 1 m.

Le linéaire de bras de source reprofilé est ennoyé par l'aval et présente des hauteurs d'eau entre 1,2 et 2 m. Le profil en long page suivante permet de visualiser les lignes d'eau sur le Ru du Coupé pour les différents régimes hydrauliques.

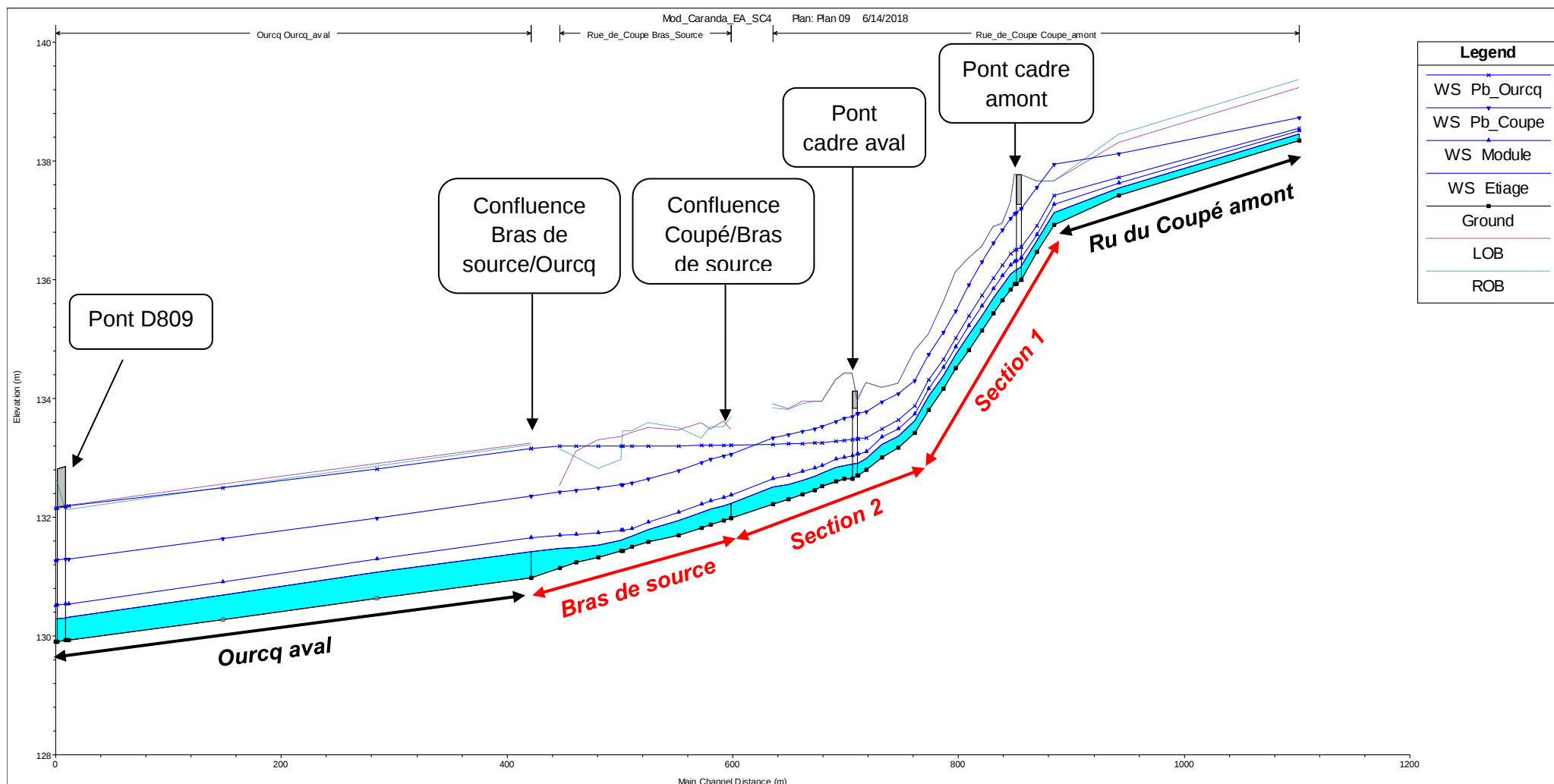


Figure 52 : Profil en long du dispositif RCE

Les vitesses sur le nouveau lit en étiage et au module sont en moyenne de 0,6-0,7 m/s avec au sein de la section 1. Les valeurs sont moins importantes sur la section 2 et le bras de sources où les vitesses varient de autour de 0,2-0,3 m/s.

Dans le nouveau lit, les contraintes de cisaillement sont plus importantes sur la section 1 que sur la seconde. Sur la section 1, elles varient entre 20 N/m² et 200 N/m² selon les régimes hydrauliques. Sur la section 2, où la pente est plus faible, les contraintes de cisaillement ne dépassent pas 70 N/m². Au droit du nouveau pont, les contraintes de cisaillement sont de 16-21 N/m². Sur le linéaire de bras de sources reprofilés les contraintes de cisaillement sont similaires à la section 2 voire plus faibles lorsqu'un ennoiment aval est observé.

3.4.4 Fonctionnement hydraulique de l'Ourcq

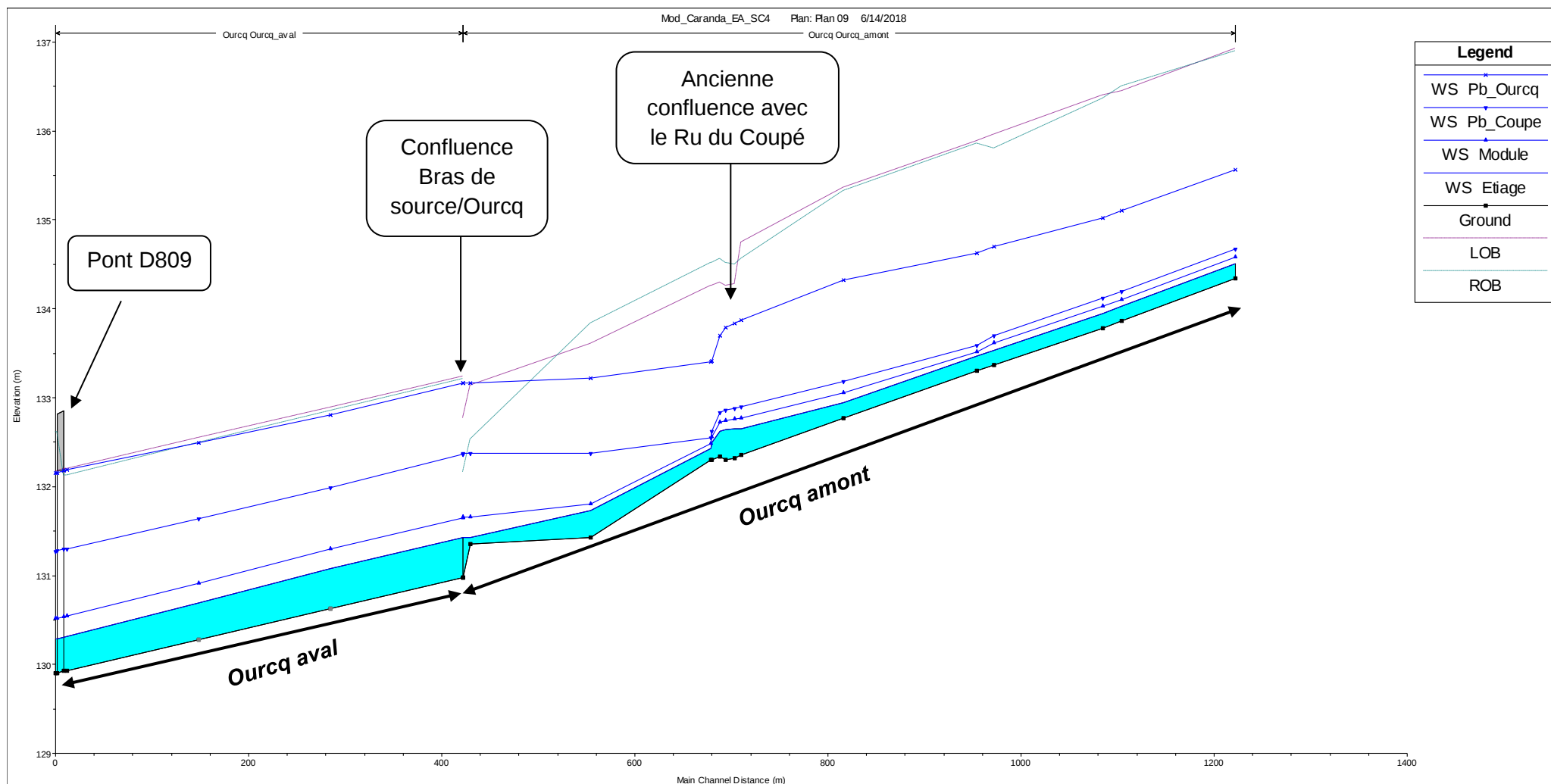
En étiage, les hauteurs d'eau sont de l'ordre de 15-20 cm en amont de l'ancienne confluence Ourcq/Ru du Coupé, de 40 cm sur l'Ourcq aval et de 10 à 30 cm sur la partie intermédiaire.

Au module, les hauteurs d'eau sont de l'ordre de 25-30 cm en amont de l'ancienne confluence Ourcq/Ru du Coupé, de 60 cm sur l'Ourcq aval et de 20 à 40 cm sur la partie intermédiaire.

En crue plein bord du Ru du Coupé, les hauteurs d'eau s'étendent de 0,3 à 1,4 m. Les hauteurs d'eau les plus faibles sont observées sur l'Ourcq amont puis elles augmentent au fur et à mesure jusqu'au pont de la D809 qui n'est pas en charge.

En crue plein bord de l'Ourcq, les hauteurs d'eau s'étendent de 1,2 à 2,3 m. Les hauteurs d'eau les plus faibles sont observées sur l'Ourcq amont puis elles augmentent au fur et à mesure jusqu'au pont de la D809 qui est en charge. Il contrôle la ligne d'eau de l'Ourcq en amont du pont de la D809.

Le profil en long page suivante permet de visualiser les lignes d'eau sur l'Ourcq pour les différents régimes hydrauliques.



3.4.4.1 Vitesses et contraintes de cisaillement

Les vitesses et contraintes de cisaillement sont les suivantes :

- En étiage : les vitesses varient entre 0,15 et 0,4 m/s avec des contraintes de cisaillement généralement inférieure à 15 N/m² ;
- Au module : les vitesses varient entre 0,20 et 0,6 m/s avec des contraintes de cisaillement généralement inférieure à 20 N/m² ;
- En crue plein bord du Ru du Coupé : les vitesses varient entre 0,3 et 0,8 m/s avec des contraintes de cisaillement généralement inférieure à 30 N/m² ;
- En crue plein bord de l'Ourcq : les vitesses varient entre 0,40 et 1,5 m/s avec des contraintes de cisaillement atteignant les 150 N/m².

3.4.5 *Évolution du débit de plein bord du Ru du Coupé*

Le débit de plein bord du Ru du Coupé en état initial était de l'ordre de 0,950 m³/s. Pour ce débit, en état aménagé, les deux nouveaux ponts cadres ne sont pas en charge bien qu'ils présentent des tirants d'air faibles (6-7 cm). Pour mettre en charge les ponts, un débit de 1,050 m³/s est nécessaire. La capacité plein bord du Ru du Coupé est augmentée de 0,1 m³/s.

3.4.6 Fonctionnement du bras de source

En cas de crue plein bord, le bras de source est ennoyé par l'aval jusqu'aux habitations.

Le bras de source a été reprofilé (pente de 0,5%) sur sa partie aval (entre le nouveau lit du Ru du Coupé et l'Ourcq) et élargi en aval de sa confluence avec le fossé de décharge (sur ce linéaire, le bras de source présentait un resserrement). Le profil en long ci-dessous présente le comportement du bras de source en crue plein bord.

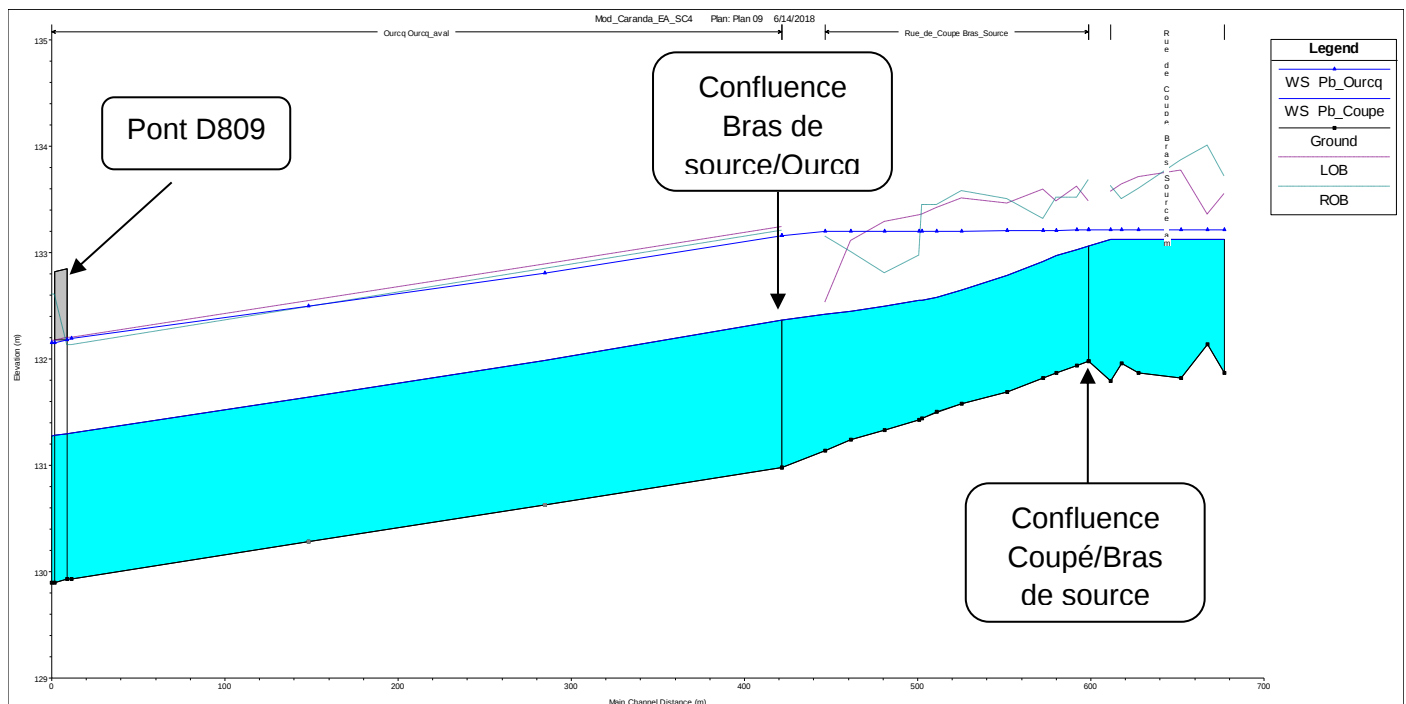


Figure 54 : Profil en long de l'Ourcq aval et du bras de source

En état aménagé, les résultats obtenus sont les suivants :

- En crue plein bord du Ru du Coupé : la ligne d'eau est similaire à celle observée en état initial (133,12 m NGF).
- En crue plein bord de l'Ourcq : la ligne d'eau augmente de 2 cm. Le pont de la D809 en charge, ce dernier contrôle la ligne d'eau et les aménagements du bras n'ont pas d'influence sur la ligne d'eau.

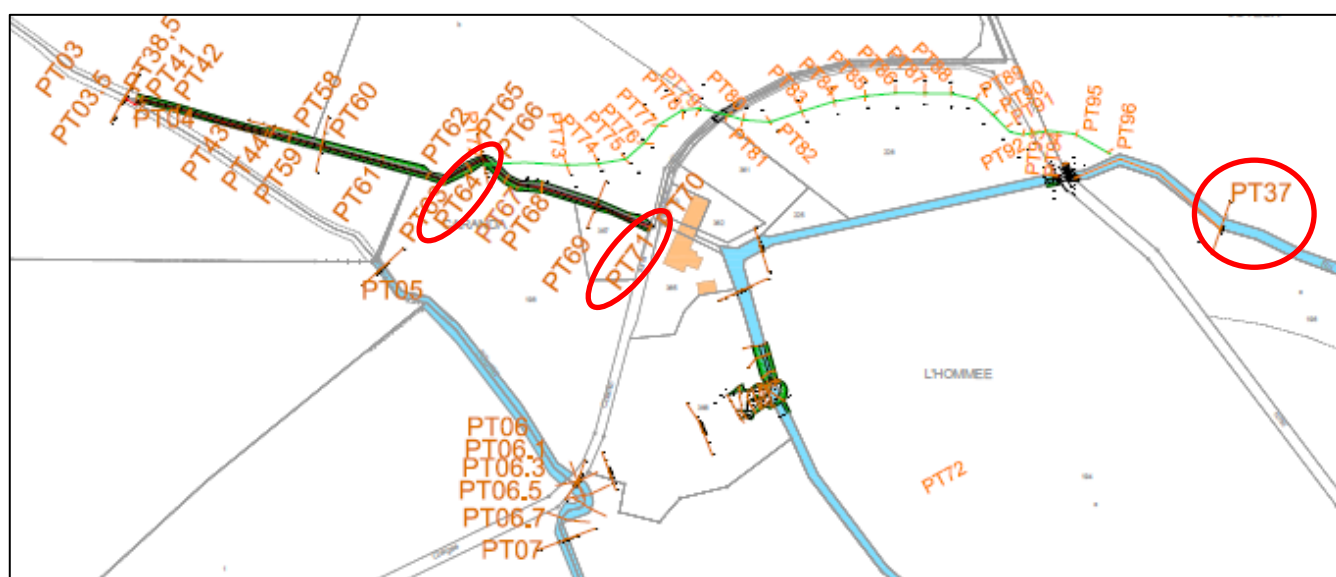
Un élargissement supplémentaire du bras de source ne permettrait pas un abaissement de la ligne d'eau en crue plein bord de l'Ourcq car c'est le niveau de l'Ourcq au droit de la confluence bras de source/Ourcq qui maintient la ligne d'eau du bras de source. A noter, les débordements ont lieu à partir d'environ 133,50 m NGF.

3.4.7 Incidences hydrauliques

Les différentes incidences hydrauliques des aménagements sont présentées ci-dessous :

- La continuité écologique est assurée sur le nouveau lit pour tout régime hydraulique ;
- Le débit plein-bord a augmenté de 0,950 à 1,050 m³/s (+0,1 m³/s) ;
- L'envoie du bras de sources en crue n'est pas amplifié par rapport à l'état initial (contrôle de la ligne d'eau par l'Ourcq) ;
- Le fonctionnement hydraulique du site est simplifié avec la réduction du nombre de bras.

N° Profil	Loc	Débit simulé	Niveau d'eau					Vitesse (m/s)			Contraintes de cisaillement (N/m²)		
			Aménagé		Initial		Δ	Aménagé	Initial	Δ	Aménagé	Initial	Δ
			Fil d'eau (mNGF)	Hauteur (m)	Fil d'eau (mNGF)	Hauteur (m)							
97 (37 dans le modèle de l'état initial)	Amont	QMNA5 (0,121 m ³ /s)	137,55	137,55	137,56	0,14	-0,01	0,43	0,38	+0,05	3,80	2,78	+1,02
		Module (0,281 m ³ /s)	137,63	137,63	137,69	0,27	-0,06	0,53	0,35	+0,18	4,86	1,94	+2,92
		Qpb_Coupé (1,263 m ³ /s)	138,13	138,13	138,25	0,83	-0,12	0,71	0,56	+0,15	6,01	3,59	+2,42
		Qpb_Ourcq (3,791 m ³ /s)	137,72	137,72	137,81	0,39	-0,09	0,6	0,42	+0,18	5,56	2,52	+3,04
64	Aval de l'exutoire du nouveau lit	QMNA5 (0,121 m ³ /s)	132,19	0,25	132,49	0,25	-0,3	0,19	0,03	+0,16	6,42	2,59	+3,83
		Module (0,281 m ³ /s)	132,33	0,39	132,5	0,26	-0,17	0,24	0,03	+0,21	8,74	2,51	+6,23
		Qpb_Coupé (1,263 m ³ /s)	133,03	1,09	133,12	0,88	-0,09	0,4	0,01	+0,39	19,25	0,05	+19,2
		Qpb_Ourcq (3,791 m ³ /s)	133,21	1,27	133,19	0,95	+0,02	0,08	0,01	+0,07	0,77	0,04	+0,73
71	Amont du bras de sources	QMNA5 (0,121 m ³ /s)	132,29	0,42	132,59	0,42	-0,3	0,02	0,02	0	0,34	0,17	+0,17
		Module (0,281 m ³ /s)	132,42	0,55	132,59	0,42	-0,17	0,02	0,02	0	0,15	0,17	-0,02
		Qpb_Coupé (1,263 m ³ /s)	133,12	1,25	133,12	0,95	0	0,01	0,01	0	0,01	0,02	-0,01
		Qpb_Ourcq (3,791 m ³ /s)	133,22	1,35	133,19	1,02	+0,03	0	0,01	-0,01	0,01	0,02	-0,01



CHAPITRE 4 : ÉTUDE GENIE CIVIL DES OUVRAGES D'ART

4.1 Caractéristiques des ouvrages

Les ouvrages de franchissement sur le nouveau lit du Ru du Coupé seront des ponts en poutres béton armé. Les caractéristiques des ponts sont les suivantes :

- Portée du pont : 6 m ;
- Largeur du pont : 5 m ;
- Charge = 19 T.

Les deux ponts sont considérés de classe 2.

4.1.1 Caractéristiques des matériaux

4.1.1.1 Tablier

- Type de béton : B35 Ø, Dosage : 400 kg/m³, f_{c28} = 35 MPa, f_{t28} = 2,4 MPa ;
- Acier à haute adhérence (HA) : Fe E 400 ; f_e = 400 MPa ; E = 210 000 MPa.

4.1.1.2 Autres : culées, chevêtres

- Type de béton : B25, Dosage : 350 kg/m³, f_{c28} = 25 MPa, f_{t28} = 2,1 MPa.
- Acier à haute adhérence (HA) : Fe E 400 ; f_e = 400 MPa ; E = 210 000 MPa

4.2 Prédimensionnement des ouvrages

4.2.1 Culées

La figure suivante présente les dimensions de la culée du pont de Caranda :

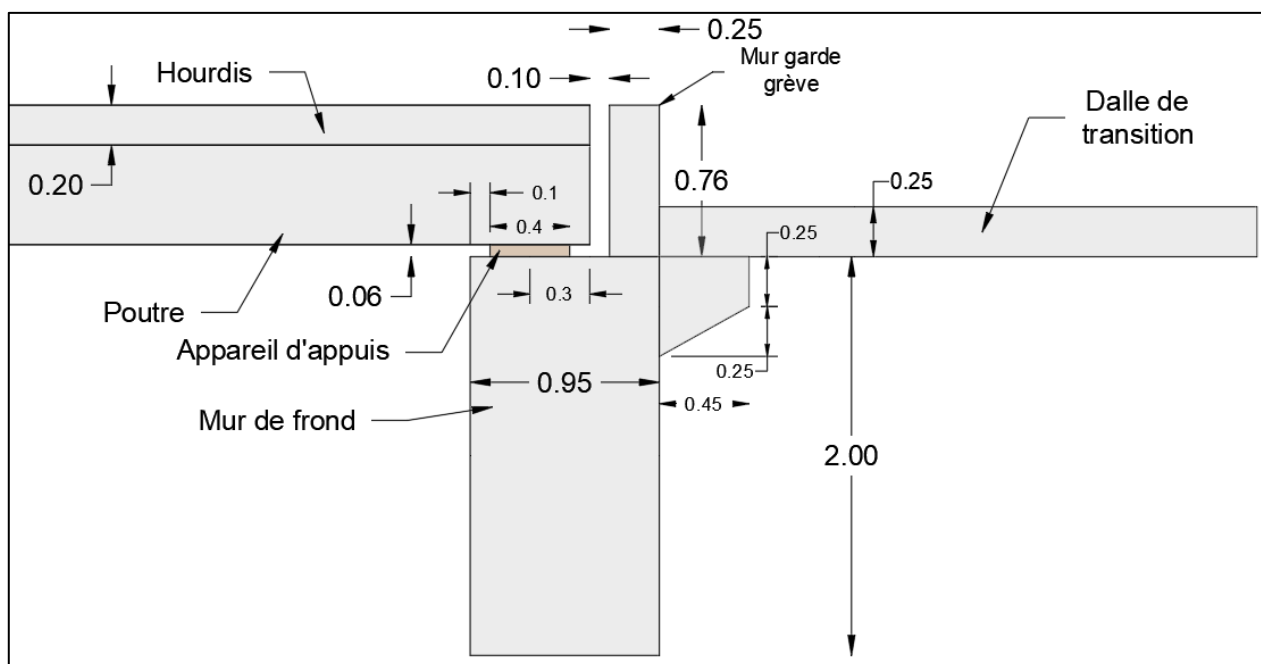


Figure 55 : Pré-dimensionnement de la culée

4.2.2 Tablier

Le tablier présente la partie supérieure du pont qui supporte les charges. Le tablier sera réalisé sur des poutres en béton armée posées sur les culées.

La figure suivante présente les dimensions des éléments du tablier :

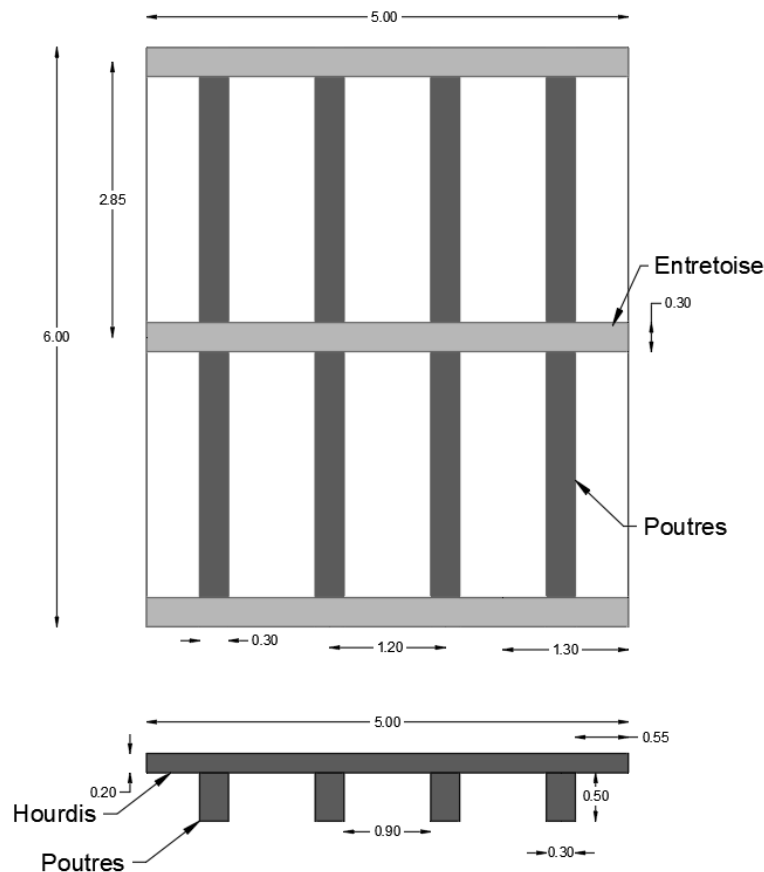


Figure 56 : Pré-dimensions des éléments du tablier

4.3 Calcul des poutres

4.3.1 Charges sur les poutres

Les charges sollicitant une poutre correspondent au poids du tablier, au poids mort de la poutre et aux surcharges de la chaussée.

Les poutres de rives supportent plus de charges que les poutres intermédiaires. Dans la suite des calculs, nous considérons que toutes les poutres subissent les mêmes charges qui correspondent aux charges des poutres de rive.

Le tableau suivant synthétise les résultats des charges pour une poutre :

Tableau VI : Charges permanentes et variables appliquées sur une poutre

		Poutres de rives		
		Source de la charge	Charge	Unité
Efforts permanents (Gi)	Charges linéaires (q)	Poutre	0,38	t/ml
		Hourdis	0,65	t/ml
		Garde-corps	0,05	t/ml
		Total	1,08	t/ml
	Charges ponctuelles (P)	Entretoises	0,33	t
Actions variables (Qi)	Charges linéaires (q)	Surcharge A	1,69	t/ml
		Surcharge du trottoir	0,20	t/ml
		Total	1,89	t/ml
	Charges ponctuelles (P)	Surcharge B	24,51	t

La combinaison des charges en ELS et en ELU suivantes a été appliquée :

$$ELS = \sum Gi + \sum Qi$$

$$ELU = 1,35 \sum Gi + 1,5 \sum Qi$$

4.3.2 Efforts tranchants et moments fléchissant

Les poutres sont sur appui simple avec une charge uniformément répartie et une charge ponctuelle appliquée au centre de la poutre. L'effort tranchant et le moment fléchissant maximum sont présentés dans le tableau suivant :

	À l'ELS	À l'ELU
Effort tranchant (t)	21,28	31,42
Moment fléchissant (t.m)	50,53	75,00

Les graphiques suivants présentent les résultats de répartition des efforts tranchants et des moments de fléchissant sur une poutre :

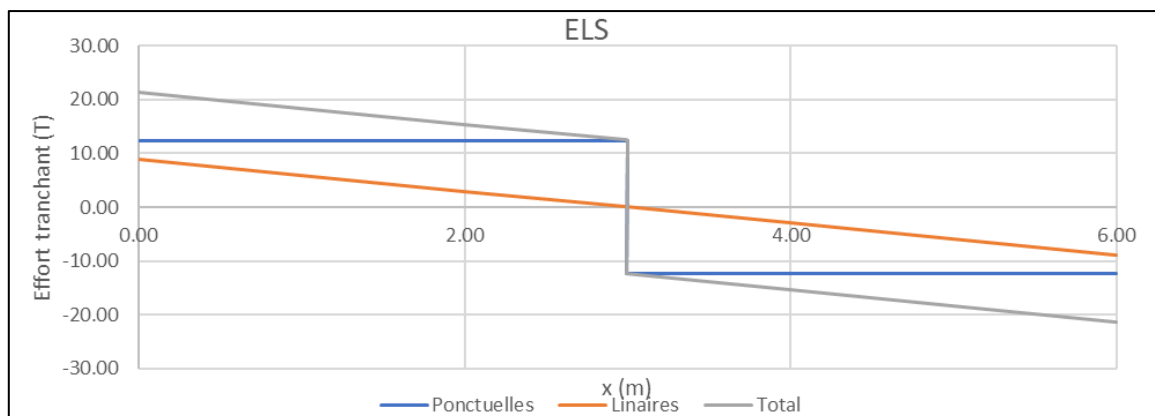


Figure 57 : Efforts tranchants sur les poutres à l'ELS

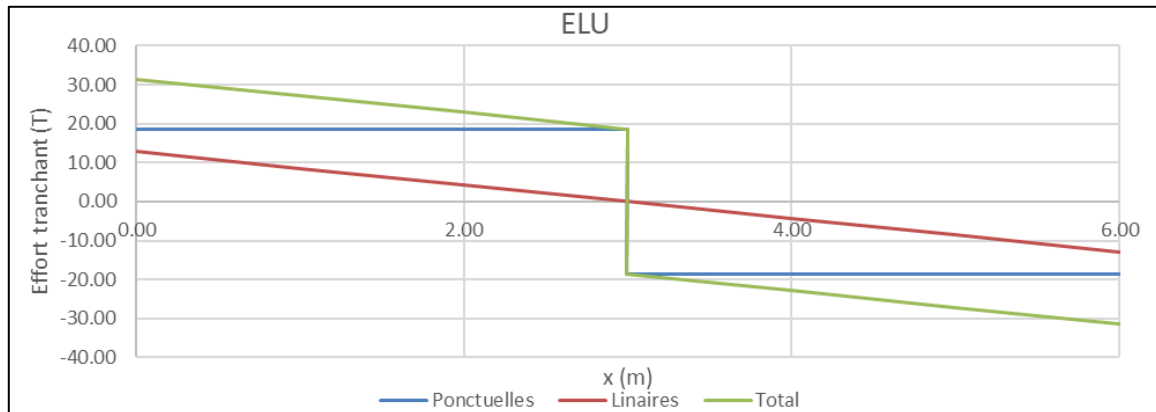


Figure 58 : Efforts tranchants sur les poutres à l'ELU

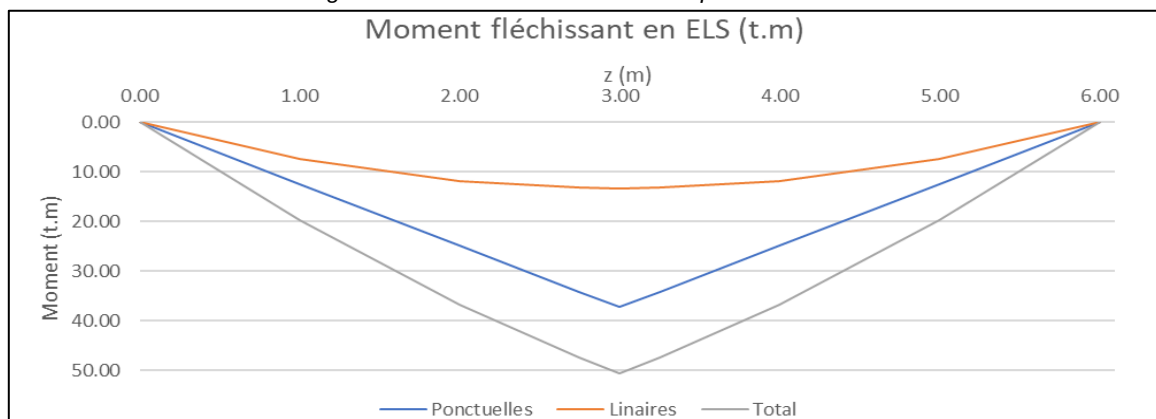


Figure 59 : Efforts tranchants sur les poutres à l'ELS

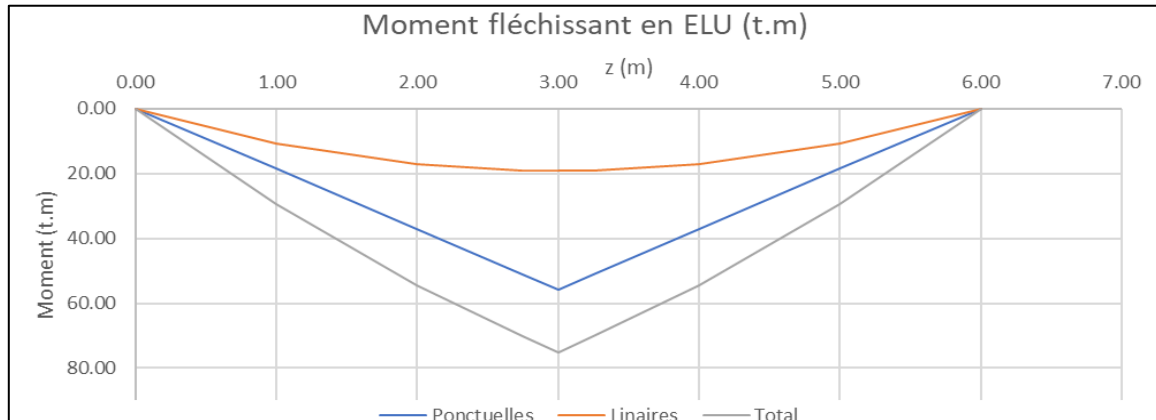


Figure 60 : Efforts tranchants sur les poutres à l'ELU

4.3.3 Ferrailage des poutres

Une poutre du pont possède les caractéristiques suivantes :

- Portée = 6 m ;
- Hauteur = 50 cm ;
- Largeur = 30 cm.

La contrainte caractéristique du béton f_{c28} pour les poutres est de 35 MPa.

L'acier sera à haute adhérence (HA) : Fe E 400 ; $f_e = 400$ MPa ; $E = 210\,000$ MPa.

4.3.4 Ferrailage longitudinale

L'enrobage des armatures est considéré : 3 cm (cas du béton en contact avec liquide).

Le moment réduit : $\mu_u = 0,62 \text{ MN.m}$

Le moment réduit limite : $\mu_l = 0,4 \text{ MN.m}$

$\mu_l < \mu_u$ Donc, les armatures comprimées sont nécessaires.

Armatures Comprimées : $A'_s = 19 \text{ cm}^2$; Choix : 4T25

Armatures tendues : $A_s = 20 \text{ cm}^2$; Choix : 4T25+1T12

4.3.5 Ferrailage transversal

La contrainte de cisaillement : $\tau_u = 232,75 \text{ t/m}^2$

Diamètre d'armatures transversales : $\phi t = 12 \text{ mm}$

Pour un ferrailage transversal en cadre de diamètre $\Phi 12$, la section A_t sera $2,26 \text{ cm}^2$. L'espacement S_t doit être : $S_t \leq 15,55 \text{ cm}$

Choix des armatures transversales : cadre de $\Phi 12$ avec un espacement $S_t = 15 \text{ cm}$.

4.4 Calcul des entretoises

4.4.1 Charges sur les entretoises

Les efforts appliqués sur les entretoises dans le cas du pont de Caranda sont liés au poids propre de l'hourdis, aux charges de chaussée et au poids mort de l'entretoise.

Le tableau suivant présente les résultats du calcul des charges sur une travée de l'entretoise intermédiaire.

Tableau VII : Charges sollicitant l'entretoise intermédiaire

Entretoise				
			Charge	Unité
Efforts permanents	Charges linéaires	Hourdis	1,43	t/ml
		Entretoises	0,23	t/ml
Actions variables	Charges linéaires	Surcharge Al	1,66	t/ml
		Surcharge du trottoir	1,57	t/ml
	Charges ponctuelles	Surcharge Bc	0,18	t

4.4.2 Moment fléchissant maximum

Les entretoises se calculent comme une poutre reposant sur des appuis supportant la réaction des poutres données par le poids propre du tablier.

Le moment fléchissant d'une entretoise a été calculé en appui et en travée. Le tableau suivant présente les résultats des moments maximums :

Tableau VIII : Calcul des moments en travée et en appuis de l'entretoise

			Moment en travée		Moments en Appuis	
			En rive	Intermédiaires	-0,8xMo	Unités
ELS	Efforts permanents	Charges linéaires	0,19	0,06	-0,24	t.m
	Actions variables	Charges linéaires	0,20	0,06	-0,25	t.m
		Charges ponctuelles	1,54	0,48	-1,92	t.m
		Total	1,93	0,60	-2,41	t.m
ELU	Efforts permanents	Charges linéaires	0,26	0,08	-0,32	t.m
		Charges ponctuelles	0,06	0,02	-0,07	t.m
	Actions variables	Charges linéaires	0,30	0,09	-0,38	t.m
		Charges ponctuelles	2,30	0,72	-2,88	t.m
		Total	2,92	0,91	-3,66	t.m

4.4.3 Ferrailage des entretoises

Les caractéristiques des entretoises sont :

- Largeur de 30 cm ;
- Hauteur de 45 cm ;
- Espacement entre axe de 2,85 m.
- La contrainte caractéristique du béton f_{c28} est de 35 MPa.
- Acier à haute adhérence (HA) : Fe E 400 ; $f_e = 400$ MPa ; $E = 210\,000$ MPa.
- L'enrobage des armatures est considéré : 3 cm (c'est le cas du béton en contact avec liquide).

4.4.3.1 Ferrailage supérieur (Appuis)

Le moment réduit : $\mu_u = 0,08$ MN.m

Le moment réduit limite : $\mu_l = 0,4$ MN.m

$\mu_u < \mu_l$, donc l'entretoise ne nécessite pas d'armatures comprimés.

Section des armatures : $A_s = 4,1$ cm²

Le choix des armatures : 4T12

4.4.3.2 Ferrailage inférieur (En travée)

Le moment réduit : $\mu_u = 0,07$ MN.m

Le moment réduit limite : $\mu_l = 0,4$ MN.m

$\mu_u < \mu_l$, donc l'entretoise ne nécessite pas d'armatures comprimés.

Section des armatures : $A_s = 3,24$ cm²

Le choix des armatures : 3T12

4.5 Hourdis

4.5.1 Charges sur l'hourdis

Le calcul des charges a été réalisé pour une bande de 1 m de largeur.

L'hourdis subira des charges liées au poids mort de la dalle et aux surcharges de la chaussée. Le tableau présente les résultats de calculs des charges de l'hourdis (par 1 mètre linéaire) :

Tableau IX : Charges sur l'hourdis

		Élément	Charge	Unité
Efforts permanents	Charges linéaires	Hourdis (Dalle) t/m²	0.5	t/ml
		Total	0.50	t/ml
Actions variables	Charges linéaires	Surcharge Al	1.31	t/ml
		Surcharge du trottoir	0.15	t/ml
		Total	1.46	t/ml
	Charges ponctuelles	Surcharge Bc	8.00	t

4.5.2 Moment fléchissant maximum

La dalle supérieure repose sur 4 poutres. Donc, les charges provoquent un moment fléchissant positif en travée et un moment négatif en appui. Le tableau suivant montre les résultats du moment Mo :

Tableau X : Moment fléchissant maximum des hourdis

Moment fléchissant Mo				
ELS	Charges linéaires	Efforts permanents	0,09	t.m
	Charges linéaires	Actions variables	0,26	t.m
	Charges ponctuelles		2,40	t.m
	Total		2,75	t.m
ELU	Charges linéaires	Efforts permanents	0,12	t.m
	Charges linéaires	Actions variables	0,39	t.m
	Charges ponctuelles		3,60	t.m
	Total		4,12	t.m

Les moments en travée et en appui ont été calculés par la méthode de Macquart. Le tableau suivant montre les résultats de calcul des moments.

Tableau XI : Moments fléchissants des hourdis en travée et en appui

			En travée		En Appuis	Unité
			En rive	Intermédiaires	-0,8xMo	
ELS	Charges linéaires	Efforts permanents	0,06	0,02	-0,07	t.m
	Charges linéaires	Actions variables	0,17	0,05	-0,21	t.m
	Charges ponctuelles		1,54	0,48	-1,92	t.m
	Total		1,76	0,55	-2,20	t.m
ELU	Charges linéaires	Efforts permanents	0,08	0,02	-0,10	t.m
	Charges linéaires	Actions variables	0,25	0,08	-0,32	t.m
	Charges ponctuelles		2,30	0,72	-2,88	t.m
	Total		2,63	0,82	-3,29	t.m

4.5.3 Ferrailage de l'hourdis

Le ferrailage a été calculé pour une bande de 1 m. les caractéristiques de l'hourdis sont :

- Largeur (bande de 1m) : $b = 100 \text{ cm}$;
- Hauteur : $h = 20 \text{ cm}$;
- La contrainte caractéristique du béton f_{c28} est de 35 MPa ;
- Le moment ultime maximal est de $2,63 \text{ t.m}$ en travée et $-3,29 \text{ t.m}$ en appui ;
- Acier à haute adhérence (HA) : Fe E 400 ; $f_e = 400 \text{ MPa}$; $E = 210\,000 \text{ MPa}$;
- L'enrobage des armatures est considéré : $e=3\text{cm}$ (c'est le cas du béton en contact avec liquide).

4.5.3.1 Armatures inférieures (en travée)

Le moment réduit : $\mu_u = 0,05 \text{ MN.m}$

Le moment réduit limite : $\mu_l = 0,4 \text{ MN.m}$

$\mu_u < \mu_l$, donc l'entretoise ne nécessite pas d'armatures comprimés.

Section des armatures en travée : $A_s = 4,57 \text{ cm}^2$

Le choix des armatures tendues inférieures : 5T12

4.5.3.2 Armatures supérieures (en appuis)

Le moment réduit : $\mu_u = 0,06 \text{ MN.m}$

Le moment réduit limite : $\mu_l = 0,4 \text{ MN.m}$

$\mu_u < \mu_l$, donc l'entretoise ne nécessite pas d'armatures comprimés.

Section des armatures en appuis : $A_s = 5,74 \text{ cm}^2$

Le choix des armatures tendues supérieure : 5T14

4.6 Appuis (culées)

Le tablier repose sur deux culées. Les charges verticales, que doivent supporter les culées, sont liées au poids du tablier et aux surcharges de la chaussée.

Pour les surcharges concentrées sur les culées, la totalité des efforts ont été considérés appliqués sur chaque culée. Donc, pour une culée, Bc égal à 24,51 T.

Le tableau suivant présente les efforts verticaux sollicitant les culées.

Tableau XII : Résultats des charges sur les appuis

		Élément	Charges ELS	ELU	Unité
Efforts permanents	Charges linéaires	Poutre	0,38	0,51	t/ml
		Hourdis	2,50	3,38	t/ml
		Garde-corps	0,10	0,14	t/ml
		Total	2,98	4,02	t/ml
	Charges ponctuelles	Entretoises	1,13	1,52	t
Actions variables	Charges linéaires	Surcharge Al	6,50	9,76	t/ml
		Surcharge du trottoir	0,75	1,13	t/ml
		Total	7,25	10,88	t/ml
	Charges ponctuelles	Surcharge Bc	24,51	36,77	t

La réaction des appuis R a été définie par la formule suivante :

$$R = B_c + \frac{3P_e}{2} + \frac{qL}{2}$$

Donc :

En ELS, R = 56,89 t

Et en ELU, R = 83,74 t.

4.6.1 Appareils d'appui

L'appareil d'appui est une structure placée entre le tablier et les appuis (culées) afin de transmettre les actions verticales.

Les dimensions des appareils d'appui doivent respecter les conditions de non cheminement et de non écrasement. Donc, vérifier l'inégalité suivante :

$$2 \text{ MPa} \leq \sigma_m = \frac{N_{max}}{a \times b} \leq 15 \text{ MPa}$$

- σ_m : La contrainte moyenne de compression due à l'effort N_{max} ;
- N_{max} : Réaction d'appui ;
- 15 MPa : Condition de non cheminement ;
- 2 MPa : Condition de non écrasement ;
- $a \times b$: Dimensions en plan de l'appareil d'appuis.
- **Dimensions en plan de l'appareil d'appuis**

L'appareil d'appui doit vérifier la condition suivante :

$$a \times b > \frac{N}{\sigma_{moy}} \quad \text{Avec : } \sigma_{moy} : \text{Contrainte moyenne de compression 150 bars}$$

$$\text{Donc : } a \times b > \frac{83,74 \times 10^4}{150 \times 10^5} = 0,00558 m^2 = 558 cm^2$$

Pour $a=0,3m$ et $b=0,4 m$, $axb=1200$

- Hauteur de néoprène de l'appareil d'appui

Selon la condition de non flambement, la hauteur T doit vérifier :

$$\frac{a}{5} \leq T \leq \frac{a}{10} \quad \text{Donc } 6 \leq T \leq 3$$

La hauteur T = 6cm

4.6.2 Mur garde grève

Le mur garde grève est encastrée sur le mur de front, il est soumis aux surcharges horizontales du remblai et à la masse des terres. Les charges verticales ont été négligées. Les charges sollicitant le mur garde grève sont :

- Poussée de terres ;
- Poussée de la surcharge de remblais ;
- Effort de freinage.

4.6.2.1 Sollicitations

- La poussée des terres :

Et le moment lié à la poussée des terres par rapport au point d'encastrement est :

$$M_t = \frac{h_t}{3} \cdot F_t \quad \text{Avec} \quad F_t = \frac{1}{2} * A_p * \gamma_t * h_t^2$$

- h_t : hauteur du mur sur lequel la poussée des terres s'applique (76 cm) ;
- $A_p = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)$: Coefficient de poussée et φ : l'angle de frottement considérée = 30° ;

Donc, $M_t = 0,06 t.m.$

- Poussée des charges locales

La poussée des charges locales se calcule pour le cas le plus défavorable. L'effort concerne deux roues de 6 t chacune distante de 50 cm. La charge équivalente sera de 12 t sur une surface de 25x75cm. Les résultats de calcul du moment d'encastrement sont :

$M_p \text{ (ELS)} = 7,91 t.m$ et $M_p \text{ (ELU)} = 10,55 t.m.$

- Effet de freinage :

Les moments due aux forces de freinage sont de :

$$M_f(ELS) = 3,09 \text{ t.m} \quad \text{et} \quad M_f(ELU) = 4,12 \text{ t.m}$$

- **Combinaison des charges**

$$ELS = M_t + M_p(ELS) + M_f(ELS) = 11,06 \text{ t.m}$$

$$ELU = 1,35M_t + 1,5(M_p(ELU) + M_f(ELU)) = 22,09 \text{ t.m}$$

4.6.2.2 [Ferrailage vertical du mur garde grève](#)

- **Caractéristiques des murs garde grève**

Le ferrailage a été calculé pour une bande de 1 m de largeur. Donc, la largeur $b = 1 \text{ m}$.

L'épaisseur du mur garde grève $h = 0,25 \text{ m}$ et l'enrobage est de 3 cm.

Le moment réduit $\mu_u = 0,31$

$$\mu_l = 0,4$$

$\mu_u < \mu_l$, Donc pas d'armatures comprimées

La section d'aciers sera : $A_s = 34,85 \text{ cm}^2/\text{ml}$.

Choix des armatures : 4T25 et 5T20 avec espacement 11 cm.

4.6.2.3 [Ferrailage horizontal du mur garde grève](#)

$$A_s' = \frac{A_s}{4} = 8,72 \text{ cm}^2$$

Avec un choix de 8T12 avec espacement de 11 cm, la condition du ferrailage minimal préconisé par le PP73 (T10 avec espacement 15cm).

4.6.3 [Dalle de transition](#)

Les charges sollicitant la dalle de transition sont :

- Poids propre de la dalle : $0,25 \times 2,5 = 0,75 \text{ t/m}^2$;
- Poids des terres : $(0,76-0,25) \times 2,2 = 1,13 \text{ t/m}^2$
- Revêtement de chaussée : $0,08 \times 2,2 = 0,18 \text{ t/m}^2$.
- Surcharges des remblais : $1,2 \text{ t/ml}$;

Donc, pour une bande de 1 m de la dalle de transition, les charges seront :

$$ELS = 0,75 + 1,13 + 1,2 + 0,18 = 3,12 \text{ t/ml}$$

$$ELU = 1,35 \cdot (0,75 + 1,13 + 0,18) + 1,5 \times 1,2 = 4,40 \text{ t/ml}$$

Les charges provoquent une flexion simple :

$$M = \frac{PL^2}{8} \quad \text{Donc les moments} \quad M(ELS) = 3,52 \text{ t.m/ml} \quad \text{et} \quad M(ELU) = 4,95 \text{ t.m/ml}$$

4.6.3.1 Ferraillage de la dalle de transition

- **Caractéristiques de la dalle**

Le ferraillage a été fait pour une bande de 1 m de largeur. Donc, la largeur $b = 1\text{m}$.

L'épaisseur du mur garde grève $h = 0,25\text{ m}$ et l'enrobage est de 3 cm.

Le moment réduit $\mu_u = 0,07$

$\mu_l = 0,4$

$\mu_u < \mu_l$, Donc pas d'armatures comprimées

La section d'aciers sera : $A_s = 6,56\text{ cm}^2/\text{ml}$.

Choix des armatures : 6T12 par 1 m mètre.

4.6.4 Corbeau

Les charges appliquées sur les corbeaux sont liées à :

- Poids de la dalle de transition ;
- Poids des terres ;
- Poids propre du corbeau ;
- Surcharges sur remblai.

Le tableau suivant présente les résultats de calculs des réactions et des moments en ELS et en ELU :

Réaction par 1 ml	Valeur
Réaction de dalle de transition (t/ml)	0,94
Réaction Poids des terres (t/ml)	2,51
Réaction Revêtement de chaussée (t/ml)	0,60
Réaction poids propre du corbeau (t/ml)	0,21
Surcharge des remblais (t/ml)	1,80
Réactions en ELS R_s (t/ml)	6,06
Réactions en ELU R_u (t/ml)	8,45
Moment en ELS (t.m/ml)	1,36
Moment en ELU (t.m/ml)	1,90

4.6.4.1 Ferraillage des corbeaux

Le corbeau a été calculé comme une console coudée avec :

$d = 50\text{ cm}$; $a = 25\text{ cm}$ et $b = 1\text{ m}$;

Contrainte de cisaillement ultime : $\tau_u = \frac{R_u}{b.d} = 0,19\text{ MPa}$

Contrainte de cisaillement admissible : $\tau_{adm} = \min(4 ; 0,03 \cdot f_{c28} \cdot (2 + \varphi) \cdot \min(f_{c28}; 30)) = 4\text{ MPa}$ Avec

$$\varphi = \min\left(\frac{d}{a}; 4\text{ MPa}\right) = 1,88\text{ MPa}$$

$\tau_u < \tau_{adm}$ Vérifié

Armatures tendues : $A_s = \frac{M_u}{\beta \cdot \sigma_s} = 1,55\text{ cm}^2$ Avec $\beta = \left[0,75d \left(1 + \frac{\varphi}{10}\right); 1,2a \left(0,8 + \frac{\varphi}{5}\right)\right] = 0,35$

- Vérification d'armatures minimales

Vérification de la condition de non fragilité de béton :

$$A_{min} = 0,23 \cdot \frac{f_{tj}}{f_e} \cdot b \cdot d$$

Avec : $f_{tj} = 0,6 + 0,06f_{cj} = 2,1$ Donc : $A_{min} = 6,04 \text{ cm}^2$ la condition n'est pas vérifiée

Donc, la section sera $A_s = 6,04 \text{ cm}^2$

- Choix des armatures

$A_s = 6,04 \text{ cm}^2/\text{ml}$; donc les armatures seront 6T12 par ml

- Armatures de répartition (horizontales)

$$A'_s = \frac{A_s}{4} = 1,51 \text{ cm}^2 \quad ; \quad 7\text{T12/ml}$$

4.6.5 Le mur frontal

Le mur frontal subit des sollicitations verticales et horizontales. Les efforts verticaux sont liés au poids du tablier et des éléments de la tête de la culée, aux surcharges de la chaussée et au poids propre de la culée. Les charges horizontales sont liées à la poussée des terres, aux forces sismiques et aux forces de freinage. Le pont de Caranda se situe dans une zone sismique de classe 1 (très faible). Donc, il n'y a pas de prescription parasismique particulière.

Le tableau suivant présente les résultats des charges sur le mur frontal.

Tableau XIII : Charges sur le mur frontal

Désignation	P(t)	V (m)	H (m)	M _R (t.m)	M _S (t.m)
Poids du tablier	13,99		0,20	/	2,80
Poids du mur garde grève	2,38		0,40	/	0,95
Poids de la dalle de transition	9,38		2,38	/	22,31
Poids de terres sur la DT	19,47		2,38	/	46,34
Efforts de freinage	24,51	2,76		67,65	/
Poussée des terres	29,18	0,92		26,85	/
Total	98,90			94,49	72,40

- Effort normal par ml du mur

L'effort normal pour le cas du mur frontal présente la somme des charges verticales. Donc, pour 1 ml :

$$N = \frac{\sum P}{L} = \frac{98,90}{5} = 19,78 \text{ t} \quad \text{Avec } L : \text{largeur du mur frontal}$$

$$ELS = \sum Gi + \sum Qi = 19,78 \text{ t}$$

$$ELU = 1,35 \sum Gi + 1,5 \sum Qi = 27,44 \text{ t}$$

- Moment par ml du mur

Le moment d'encastrement présente la somme des moments :

$$M = |\sum M_R - \sum M_S|$$

Donc, à l'état limite de service : $M (ELS) = 4,42 \text{ t.m}$

Et à l'état limite ultime : $M (ELU) = 39,97 \text{ t.m}$

4.6.5.1 Ferraillage du mur frontal

Les culées sont soumis à une flexion composée.

Section du béton : La hauteur $h = 95 \text{ cm}$; largeur $b = 1\text{m}$; largeur $d = 90 \text{ cm}$;

- L'excentricité

$$e = \frac{M}{N} = 1,46 \text{ m} > \frac{h}{6} = 0,16 \text{ m}$$

- Moment par rapport aux aciers tendus

$$M_a = M + N(d - \frac{h}{2}) \quad \text{Donc : } M_a = 51,64 \text{ t.m}$$

- Section d'aciers nécessaire pour l'équilibre du moment M_a

On calcul la section nécessaire pour une flexion simple :

$$\mu_u = 0,045$$

$$\mu_l = 0,3956$$

$\mu_u > \mu_l$ pas de nécessité d'aciers comprimés

La section d'aciers $A = 16,89 \text{ cm}^2$

On réduit la section pour répondre à la flexion composée

$$A_s = A - \frac{N}{\sigma_{st}} = 9 \text{ cm}^2$$

- Section minimale

Vérification de la condition de non fragilité de béton :

$$A_{min} = 0,23 \cdot \frac{f_{tj}}{f_e} \cdot b \cdot d$$

$$\text{Avec : } f_{tj} = 0,6 + 0,06 f_{cj} = 2,1 \quad \text{Donc : } A_{min} = 10,87 \text{ cm}^2$$

Donc, la section sera $A_s = 10,87 \text{ cm}^2$

Choix des armatures : 8T14 par mètre avec espacement de 12,5 cm.

- Ferraillage horizontale

$$A_s' = \frac{A_s}{4} = 2,72 \text{ cm}^2$$

On optera pour 5T10.

CHAPITRE 5 : MODALITES DE REALISATION DES TRAVAUX

5.1 Accès à la zone de travaux

L'accès à la zone de travaux se fera par la rue de Fère (RD809) puis par le chemin de Caranda. La base vie et la zone de stockage pourront en amont de la zone de travaux, rive gauche.



Figure 61 : Accès à la zone de travaux



Figure 62 : Entrée vers la zone de travaux par le chemin de Caranda

5.2 Installation de chantier

L'installation de chantier comprendra :

- L'amenée et le repli du matériel ;
- Les baraques de chantier et installations sanitaires réglementaires ;
- La zone de stockage étanche ;
- La signalisation du chantier et toutes les mesures nécessaires liées à la circulation ;
- La mise en place de protections afin d'interdire au public l'approche du chantier ;
- L'établissement d'un panneau d'information précisant la nature des travaux, la durée du chantier ainsi que la désignation des différents intervenants (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprises,...) ;
- La remise en état à la fin des travaux des terrains ayant servis d'accès aux berges ainsi que l'enlèvement de tous les matériaux excédentaires.

Cette installation de chantier se fera dans les règles de l'art et n'est pas de nature à porter atteinte aux milieux aquatiques. Toutes les installations seront autonomes en eau et en électricité.

5.3 Période de réalisation des travaux

Les travaux sur les rivières de première catégorie piscicole sont réalisables de mi-juin à mi-octobre. Cette période permet d'éviter d'impacter la migration des espèces piscicoles et correspond également aux régimes de basses eaux qui facilitent la réalisation des travaux (hors crues d'orage).

Les travaux seront réalisés **entre mi-mai et mi-octobre 2021**. La durée des travaux est estimée à **2,5 mois** (hors préparation de chantier).

A noter que ces travaux seront à réaliser en même temps que les travaux de renaturation aval afin de permettre la connexion entre la passe et le nouveau lit en fond de vallée.

5.4 Travaux préparatoires

Les travaux préparatoires correspondent aux travaux de traitement de la végétation nécessaire pour accéder convenablement à la zone de travaux notamment sur les zones à combler. Ces opérations seront à réaliser en dehors de la période de nidification (mars à juillet).

Ces travaux consistent à débroussailler la zone autour de l'encoche d'érosion.



Figure 63 : Zone à débroussailler autour de l'encoche d'érosion

5.5 Prise en compte des réseaux

Des réseaux électriques aériens longent le chemin de Caranda : ces derniers devront être pris en considération lors de la réalisation des travaux.



Figure 64 : Réseau électrique aérien longeant le chemin de Caranda

Les résultats de la DT (déclaration de travaux) ont montré l'absence de réseaux publics sur l'emprise du nouveau lit. Cependant, les propriétaires des habitations indiquent que des réseaux sont présents le long du chemin d'accès et donc potentiellement sur le tracé du nouveau lit (au droit du pont aval).

Des sondages à la pelle seront réalisés courant janvier en localisant précisément le réseau.

5.6 Mise hors d'eau de la zone de travaux et mesures préventives

Le nouveau lit du Ru du Coupé ainsi que les deux ouvrages de franchissement seront réalisés hors d'eau.

Seules les extrémités (prise d'eau et confluence avec l'Ourcq) nécessiteront d'être mis hors d'eau :

- Prise d'eau : la mise hors d'eau sera réalisée via un batardeau en big-bag en rive droite du Ru du Coupé sur 7 ml et 80 cm de haut. Le débit du Ru du Coupé sera concentré en rive gauche et il n'y aura pas de rupture d'écoulement.
- Confluence et bras de source : la mise hors d'eau sera réalisée via un batardeau en big-bag en rive droite de l'Ourcq sur 12 ml et 1 m de haut. Le débit de l'Ourcq sera concentré en rive gauche et il n'y aura pas de rupture d'écoulement.

Afin de maintenir l'évacuation du débit provenant du bras de sources, un pompage pourra mis en œuvre. Cette solution est à préconiser pour un faible débit. Si ce dernier devient plus conséquent, une buse annelée devra être mise en œuvre (buse de 300 mm à 0,1 % de pente soit une capacité d'évacuation de 100 l/s).

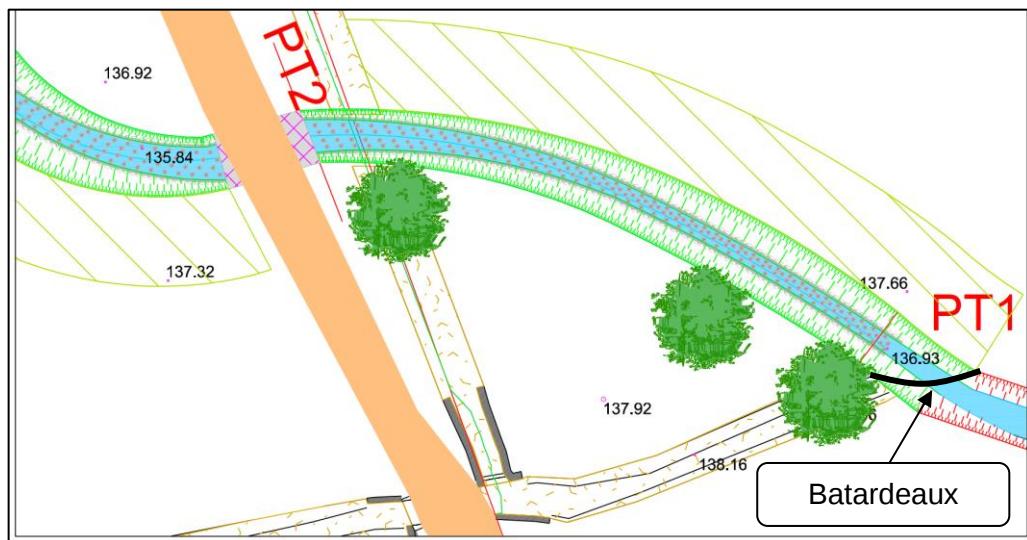


Figure 65 : Batardage pour la réalisation de la prise d'eau

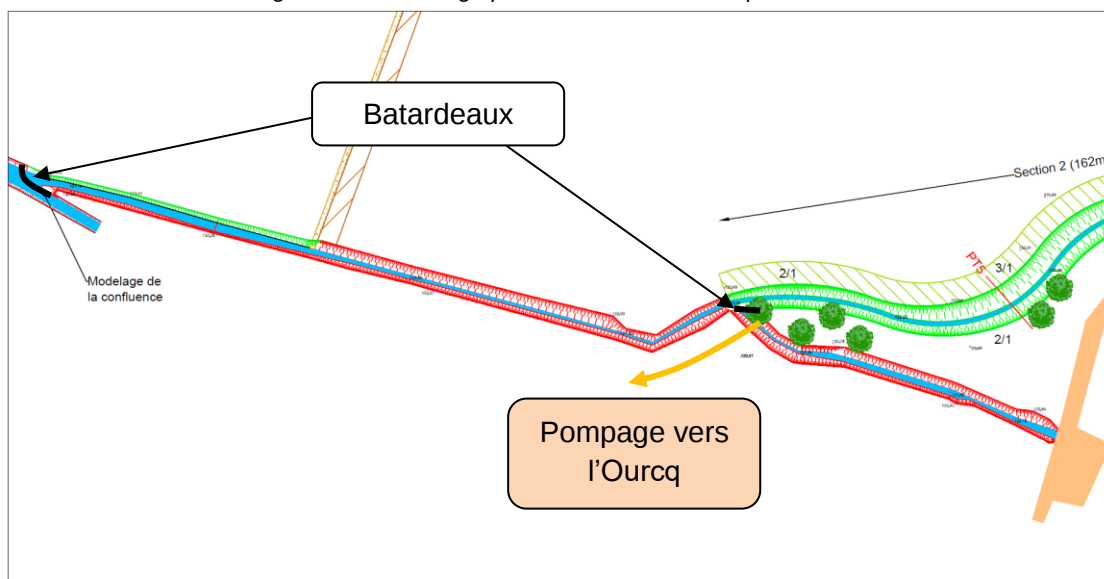


Figure 66 : Batardage pour la confluence et le reprofilage de du bras de source

5.7 Moyen de surveillance et d'entretien pendant la durée des travaux

Des moyens seront mis en place pour limiter les nuisances liées au chantier :

Signalisation. Le chantier et l'itinéraire d'accès seront matérialisés selon un chemin préférentiel, afin d'éviter au maximum les nuisances pour les riverains. Un affichage sera réalisé en mairie et une information adressée directement aux riverains concernés. La signalisation du chantier et toutes les mesures nécessaires liées à la circulation seront réalisées par l'entreprise. Lors de la mise en place du chantier et durant les travaux, des périmètres de protection des zones sensibles du cours d'eau et du lit majeur seront délimités afin de ne pas porter atteinte aux habitats et aux espèces.

Les accès permettront également d'amener le matériel et les matériaux nécessaires.

Sécurité des personnes. Le chantier sera balisé et interdit au public sur toute sa durée, ceci afin de limiter les risques d'accidents.

La base de vie sera aménagée en dehors de la zone des travaux et comportera tous les équipements sanitaires nécessaires (toilettes, point d'eau, électricité).

Risques de pollution. Le matériel de lutte anti-pollution sera disponible sur le site des travaux (barrage flottant, produits dispersants). Le matériel utilisé sera en bon état de fonctionnement et entretenu afin de limiter tout risque de fuite. Les hydrocarbures seront stockés en zone de sûreté afin de limiter au maximum les risques de pollution. Aucun produit dangereux ne sera laissé sur place. Les carburants seront confinés sur des sites bénéficiant de bacs de récupération en cas de pollution ou de ruissellement lors d'épisodes pluvieux.

Toutes les précautions seront prises afin de récupérer les produits ruisselant durant les travaux pour ne pas les laisser se déverser dans le cours d'eau.

Les matériaux et produits dangereux seront stockés chaque soir en fin de journée dans des endroits non sensibles afin d'éviter leur entraînement si des crues importantes intervenaient.

Risques à l'environnement. Si les travaux engendrent une turbidité trop importante de l'eau risquant de mettre en péril la faune et la flore aquatique, la cadence des travaux sera ralentie voire arrêtée provisoirement jusqu'à un retour à la normale.

Gestion des déchets. Tous les déchets de chantier seront stockés et traités de manière à en assurer une élimination respectueuse de l'environnement et de la santé humaine en privilégiant les filières de valorisation et de tri en vue d'une valorisation.

Le bruit. Concernant les nuisances sonores, l'article R. 1334-36 du code de la santé publique concerne « *les chantiers de travaux publics ou privés, ou les travaux intéressant les bâtiments et leurs équipements soumis à une procédure de déclaration ou d'autorisation* ». Il prévoit une réduction du bruit à la source et une réduction de la propagation du bruit. Lors de la réalisation du chantier, les horaires de travaux seront adaptés de manière à ne pas entraver le bien être des riverains entre 20h00 et 7h00. Le Maire pourra prendre un arrêté municipal en ce sens. Il vérifiera également la conformité des émissions sonores des engins avec la réglementation et le décret d'application du 23 janvier 1995.

Le passage des engins et le bruit sont susceptibles d'occasionner une légère gêne temporaire pour les habitants durant la période du chantier. Il convient de signaler que ces travaux auront lieu pendant la journée de travail (hors week-end et jours fériés).

Les entreprises devront élaborer et suivre un Plan d'Assurance Qualité Hygiène et Environnement.

CHAPITRE 6 : INCIDENCES DU SCENARIO RCE

6.1 Résumé des incidences

Thématique	Incidences
Continuité piscicole	La libre circulation des espèces piscicoles holobiotiques sera assurée à travers le nouveau lit du Ru du Coupé qui présente des hauteurs d'eau et vitesses satisfaisantes.
Transport solide	Le transport solide restera effectif mais ne provoquera plus d'érosion régressive (absence de chute).
Continuité hydraulique	Le tracé en plan du nouveau lit sera plus naturel et ne disposera pas d'angle à 90°. Les nombreuses pierres/blocs dans le nouveau lit pourront provoquer ponctuellement des embâcles en période d'étiage.
Hydromorphologie	Un gain significatif sur l'hydromorphologie du Ru du Coupé sera obtenu avec la mise en place d'une pente d'équilibre, la suppression des angles à 90°, la résolution des problématiques d'érosion progressive et régressive, un bras davantage en fond de vallée et concentrant l'intégralité du débit du ruisseau.
Habitats aquatiques	Les faciès dans le nouveau lit seront lotiques et offriront des habitats non colmatés.
Inondations	La capacité plein bord du Ru du Coupé augmente de 0,950 à 1,050 m ³ /s (+0,1 m ³ /s). L'enneigement du bras de sources en crue n'est pas amplifié par rapport à l'état initial.
Usages	Les aménagements permettront de stopper le phénomène d'érosion régressive (menaçant les habitations à terme) et progressive (provoquant une perte de foncier) au droit de la chute. Le comblement du bief du Ru du Coupé permettra la jonction des parcelles Y226/Y194 et facilitera leur exploitation. Le comblement du fossé de décharge facilitera l'exploitation de la parcelle ZA9. Deux ponts cadres seront mis en œuvre au droit des franchissements du chemin. Le fossé de décharge, le bief du Ru du Coupé et l'encoche d'érosion seront comblés. Suite aux opérations de comblement, une buse sera installée afin d'évacuer les eaux arrivant au nord du fossé de décharge.
Incidences réglementaires	Au titre de l'article L.214-1 du code l'environnement, les aménagements sont concernés par : - la rubrique 3.1.2.0 « Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m » [Autorisation] - la rubrique 3.2.2.0 « Installation, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau sur une surface soustraite supérieure ou égale à 400 m² et inférieure à 10 000 m² » [Déclaration] Le dossier réglementaire sera une autorisation.
Coût	249 151,81 € HT
Programme de financement prévisionnel	Agence de l'eau Seine Normandie : 80% soit 199 321,45 € HT FEDER : 20% soit 49 830,36 € HT

6.2 Incidences foncières de l'aménagement

La réalisation du nouveau lit du Ru du Coupé va provoquer des modifications foncières sur trois parcelles.



Figure 67 : Incidences foncières des aménagements

Si les parcelles ZA9 et Y226 perdent une surface foncière avec le nouveau lit, ces dernières voient leur exploitation facilitée via :

- le comblement du bief du Ru du Coupé qui permettra de mettre en commun les parcelles Y226 et Y194 tout en gagnant en surface d'exploitation ;
- le comblement du fossé de décharge qui permettra à la parcelle ZA9 d'être d'un seul tenant tout en gagnant en surface d'exploitation.

Lors des travaux, des indemnisations pour occupation temporaire pourront être perçues par les exploitants. Elles sont de l'ordre de 892,50 €/ha.

Les zones de parcelles inexploitable suite à la mise en place du nouveau lit du Ru du Coupé feront elles, l'objet d'indemnité pour privation de jouissance. Elles s'élèvent à 1 355,20 €/ha soit :

- pour la parcelle Y155 : 54,21 € ;
- pour la parcelle Y226 : 284,59 € ;
- pour la parcelle ZA9 : 243,94 €.

Le barème d'indemnités pour l'aménagement d'une infrastructure linéaire est présenté en annexe.

Des solutions alternatives peuvent également être envisagées :

- acquisition des parties de parcelles non exploitables ;
- modification des parcelles suite au remembrement ;
- mise en MAE des parties de parcelles non exploitables ;
- ...

Des évolutions foncières pourront être prévues dans le remembrement des communes de Cierges et Sergy pour faciliter la gestion ou acquérir des zones inexploitable à proximité de cours d'eau. Les décisions quant à l'évolution foncière des parcelles concernées devront être prises en concertation avec les propriétaires et exploitant de parcelles, le Conseil Départemental (menant le remembrement) et la Chambre d'agriculture.

6.3 Incidences sur le transport solide

Pour qu'un sédiment soit mis en mouvement, la contrainte de cisaillement du fond doit être supérieure à la force tractrice critique. Le tableau présente, pour les différentes parties du nouveau lit, ces deux paramètres pour un débit de crue plein bord.

Tableau XIV : Transport solide en crue plein bord du nouveau lit du Ru du Coupé

	Pente (m/m)	Masse volumique solide (kg/m ³)	Taille moyen des particules (m)	Contraintes de cisaillement (N/m ²)	Force tractrice critique (N/m ²)
Section 1	0,027	2 650	0,11	82,23	80,12
Section 2	0,009	2 650	0,07	53,26	50,98
Bras de source	0,0054	2 650	0,03	22,26	21,85

En crue plein bord du Ru du Coupé, la section 1 des pierres fines de 11 cm peuvent être mis en mouvement. C'est pour cela qu'un pavage en pierres grossières et des blocs de protection de berge ont été proposés.

Sur la section 2 et le bras de source, les particules pouvant être mises en mouvement sont de tailles inférieures (3 à 7 cm) correspondant à des cailloux fins/grossiers.

ANNEXES

Annexe I : Résultats complets de la modélisation hydraulique état initial

Annexe II : Résultats complets de la modélisation hydraulique état aménagé

Annexe III : Barème d'indemnités pour l'aménagement d'une infrastructure linéaire (Chambre d'Agriculture de l'Aisne)

Annexe IV : Propriétaires et exploitants des parcelles cadastrales du site d'étude

Annexe V : Photographies du bras de contournement du plan d'eau du moulin Neuf à Malansac/Pluherlin (CC Questembert, 56)

Annexe VI : Plans au stade PRO

Annexe I : Résultats complets de la modélisation hydraulique état initial

Carte de localisation des profils en travers



Ruisseau de Coupé (Coupé amont et bief)

Profil en travers	Régime	Ligne d'eau (m NGF)	Hauteur d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Contraintes de cisaillement (N/m ²)
38	Etiage	138.45	0.11	0.63	8.67
	Module	138.48	0.14	0.95	17.8
	Pb_Coupe	138.74	0.4	1.66	38.73
	Pb_Ourcq	138.54	0.2	1.14	22.89
37	Etiage	137.56	0.14	0.38	2.78
	Module	137.69	0.27	0.35	1.94
	Pb_Coupe	138.25	0.83	0.56	3.59
	Pb_Ourcq	137.81	0.39	0.42	2.52
36	Etiage	137.48	0.48	0.06	2.01
	Module	137.6	0.6	0.12	6
	Pb_Coupe	138.14	1.14	0.28	30.48
	Pb_Ourcq	137.68	0.68	0.19	15.26
35	Etiage	137.48	0.4	0.06	2.02
	Module	137.59	0.51	0.11	5.88
	Pb_Coupe	138.11	1.03	0.4	61.46
	Pb_Ourcq	137.67	0.59	0.19	16.2
34	Etiage	137.48	0.48	0.08	2.9
	Module	137.59	0.59	0.13	7.51
	Pb_Coupe	138.11	1.11	0.34	48.23
	Pb_Ourcq	137.67	0.67	0.16	12.27
33.5	Pont Ru de Coupé				
33	Etiage	137.47	0.5	0.1	5.37
	Module	137.57	0.6	0.16	12.72
	Pb_Coupe	138.04	1.07	0.37	58.77
	Pb_Ourcq	137.64	0.67	0.21	20.14
32	Etiage	137.45	0.31	0.12	7.44
	Module	137.55	0.41	0.17	14.79
	Pb_Coupe	137.99	0.85	0.36	53.17
	Pb_Ourcq	137.62	0.48	0.21	21.4
31	Etiage	136.48	0.1	0.81	14.4
	Module	136.55	0.17	0.8	11.71
	Pb_Coupe	136.85	0.47	1.12	17.13
	Pb_Ourcq	136.6	0.22	0.82	11.33

30	Etiage	136.41	0.21	0.29	1.49
	Module	136.47	0.27	0.43	2.92
	Pb_Coupe	136.69	0.49	1.09	16.17
	Pb_Ourcq	136.51	0.31	0.53	4.25
29	Etiage	136.31	0.04	0.63	10.13
	Module	136.34	0.07	0.79	13.96
	Pb_Coupe	136.55	0.28	0.98	13.91
	Pb_Ourcq	136.36	0.09	0.9	16.68
28	Etiage	136.19	0.13	0.18	0.61
	Module	136.26	0.2	0.24	0.92
	Pb_Coupe	136.57	0.51	0.49	2.99
	Pb_Ourcq	136.31	0.25	0.28	1.21
27	Etiage	136.18	0.16	0.23	20.23
	Module	136.25	0.23	0.31	32.45
	Pb_Coupe	136.54	0.52	0.61	103.23
	Pb_Ourcq	136.3	0.28	0.36	43.16
26	Etiage	136.01	0.11	0.64	189.99
	Module	136.06	0.16	0.71	222.23
	Pb_Coupe	136.24	0.34	1.28	527.3
	Pb_Ourcq	136.09	0.19	0.81	269.56
25	Etiage	135.53	0.17	0.92	384.53
	Module	135.59	0.23	1.07	473.63
	Pb_Coupe	135.82	0.46	1.52	756.25
	Pb_Ourcq	135.63	0.27	1.16	527.29
24	Etiage	134.66	1.07	0.02	5.05
	Module	134.78	1.19	0.04	14.58
	Pb_Coupe	135.36	1.77	0.12	123.08
	Pb_Ourcq	134.88	1.29	0.05	24.4
23	Etiage	134.65	0.75	0.02	6.74
	Module	134.78	0.88	0.04	18.03
	Pb_Coupe	135.32	1.42	0.11	134.46
	Pb_Ourcq	134.87	0.97	0.05	29.12
22	Etiage	134.64	0.36	0.05	315.93
	Module	134.75	0.47	0.07	565.11
	Pb_Coupe	135.23	0.95	0.16	2284.21
	Pb_Ourcq	134.84	0.56	0.08	755.16

21.5	Etiage	134.34	0.21	0.37	115.71
	Module	134.41	0.28	0.45	156.25
	Pb_Coupe	134.69	0.56	0.62	268.96
	Pb_Ourcq	134.45	0.32	0.53	200.65
21	Etiage	134.24	0.22	0.16	20.58
	Module	134.3	0.28	0.2	30.69
	Pb_Coupe	134.56	0.54	0.39	88.97
	Pb_Ourcq	134.34	0.32	0.23	38.59
20	Etiage	134.09	0.09	0.68	503.88
	Module	134.12	0.12	0.86	696.1
	Pb_Coupe	134.35	0.35	1.17	875.69
	Pb_Ourcq	134.15	0.15	0.99	842.59
19	Etiage	133.92	0.17	0.14	16.02
	Module	133.98	0.23	0.21	30.24
	Pb_Coupe	134.29	0.54	0.34	67.98
	Pb_Ourcq	134.02	0.27	0.25	43.19
18	Etiage	133.73	0.16	0.97	908.75
	Module	133.87	0.3	0.31	84.29
	Pb_Coupe	134.25	0.68	0.23	31.88
	Pb_Ourcq	133.92	0.35	0.29	67.14
17	Etiage	133.75	0.7	0.05	1.72
	Module	133.85	0.8	0.07	3.26
	Pb_Coupe	134.22	1.17	0.14	10.89
	Pb_Ourcq	133.89	0.84	0.09	5.46
16	Etiage	133.75	0.53	0.04	1.06
	Module	133.85	0.63	0.07	2.4
	Pb_Coupe	134.22	1	0.1	4.86
	Pb_Ourcq	133.89	0.67	0.09	4.05
15	Etiage	133.73	0.24	0.11	9.39
	Module	133.82	0.33	0.13	11.65
	Pb_Coupe	134.19	0.7	0.22	24.55
	Pb_Ourcq	133.84	0.35	0.17	19.84
14	Etiage	133.11	0.23	0.26	50.13
	Module	133.21	0.33	0.32	68.69
	Pb_Coupe	133.71	0.83	0.45	107.08
	Pb_Ourcq	133.53	0.65	0.17	16.71

13.5	Etiage	132.51	0.21	0.3	67.79
	Module	132.59	0.29	0.38	100.57
	Pb_Coupe	132.77	0.47	1.11	752.03
	Pb_Ourcq	133.53	1.23	0.03	0.45

Ourcq (amont, médiane et aval)

13	Etiage	134.51	0.17	0.43	3.64
	Module	134.58	0.24	0.6	5.96
	Pb_Coupe	134.67	0.33	0.75	8.38
	Pb_Ourcq	135.56	1.22	1.5	23.53

12	Etiage	134.03	0.17	0.44	3.82
	Module	134.1	0.24	0.59	5.76
	Pb_Coupe	134.2	0.34	0.72	7.79
	Pb_Ourcq	135.1	1.24	1.46	22.41

11	Etiage	133.95	0.17	0.43	3.44
	Module	134.03	0.25	0.58	5.59
	Pb_Coupe	134.12	0.34	0.73	7.86
	Pb_Ourcq	135.02	1.24	1.49	23.13

10	Etiage	133.53	0.16	0.42	3.52
	Module	133.61	0.24	0.56	5.3
	Pb_Coupe	133.7	0.33	0.7	7.36
	Pb_Ourcq	134.7	1.33	1.25	15.98

9	Etiage	133.47	0.17	0.44	3.82
	Module	133.52	0.22	0.72	8.88
	Pb_Coupe	133.59	0.29	0.96	14.44
	Pb_Ourcq	134.62	1.32	1.42	20.98

8	Etiage	132.94	0.17	0.41	3.32
	Module	133.05	0.28	0.47	3.53
	Pb_Coupe	133.19	0.42	0.54	4.01
	Pb_Ourcq	134.32	1.55	1.08	11.68

7	Etiage	132.66	0.3	0.14	4.21
	Module	132.77	0.41	0.23	9.71
	Pb_Coupe	132.94	0.58	0.3	15.09
	Pb_Ourcq	133.88	1.52	1.03	145.03

6.7	Etiage	132.65	0.33	0.09	1.49
	Module	132.76	0.44	0.14	3.46
	Pb_Coupe	132.92	0.6	0.17	4.9
	Pb_Ourcq	133.84	1.52	0.57	40.41

6.5	Etiage	132.64	0.34	0.09	1.76
	Module	132.75	0.45	0.15	4.26
	Pb_Coupe	132.91	0.61	0.19	5.9
	Pb_Ourcq	133.79	1.49	0.62	47.86
6.3	Etiage	132.63	0.29	0.2	8.64
	Module	132.72	0.38	0.29	17.19
	Pb_Coupe	132.89	0.55	0.33	19.19
	Pb_Ourcq	133.7	1.36	1.02	138.04
6.1	Etiage	132.5	0.2	0.43	50.04
	Module	132.59	0.29	0.49	55.2
	Pb_Coupe	132.83	0.53	0.35	21.02
	Pb_Ourcq	133.43	1.13	1.34	252.22
6	Etiage	132.46	0.16	0.94	17.64
	Module	132.53	0.23	1.09	21.57
	Pb_Coupe	132.7	0.4	1.59	36.38
	Pb_Ourcq	133.42	1.12	1.4	20.34
5	Etiage	131.81	0.38	0.33	1.66
	Module	131.91	0.48	0.51	3.71
	Pb_Coupe	132.43	1	0.56	3.59
	Pb_Ourcq	133.23	1.8	0.92	8.21
4	Etiage	131.46	0.11	0.92	17.19
	Module	131.65	0.3	0.61	5.56
	Pb_Coupe	132.37	1.02	0.42	1.99
	Pb_Ourcq	133.16	1.81	0.62	3.67
3.5	Etiage	131.43	0.45	0.16	0.32
	Module	131.65	0.67	0.21	0.54
	Pb_Coupe	132.37	1.39	0.24	0.59
	Pb_Ourcq	133.16	2.18	0.46	1.82
3	Etiage	131.43	0.45	0.22	7.15
	Module	131.65	0.67	0.28	10.48
	Pb_Coupe	132.36	1.38	0.41	19.63
	Pb_Ourcq	133.16	2.18	0.52	27.18
2.6667*	Etiage	131.08	0.45	0.2	6.08
	Module	131.3	0.67	0.26	8.89
	Pb_Coupe	131.99	1.36	0.36	15.01
	Pb_Ourcq	132.81	2.18	0.46	20.58

2.3333*	Etiage	130.7	0.42	0.18	8.81
	Module	130.91	0.63	0.23	12.33
	Pb_Coupe	131.64	1.36	0.31	18.53
	Pb_Ourcq	132.5	2.22	0.39	25.1
2	Etiage	130.32	0.39	0.15	6.26
	Module	130.54	0.61	0.19	9.2
	Pb_Coupe	131.3	1.37	0.27	15.9
	Pb_Ourcq	132.19	2.26	0.34	21.99
1.5	Pont D809				
1	Etiage	130.29	0.39	0.15	7.08
	Module	130.51	0.61	0.19	10.45
	Pb_Coupe	131.28	1.38	0.27	18.15
	Pb_Ourcq	132.15	2.25	0.35	26.75

Bras de décharge

57	Etiage	137.56	0.23	0	0
	Module	137.6	0.27	0.04	0.23
	Pb_Coupe	138.12	0.79	0.29	11.52
	Pb_Ourcq	137.68	0.35	0.16	4.33
56.5	Seuil de décharge du Ru de Coupé				
56	Etiage	137.05	0.01	0	0
	Module	137.06	0.02	0.49	81.05
	Pb_Coupe	138.11	1.07	0.26	8.79
	Pb_Ourcq	137.44	0.4	0.17	4.67
55	Etiage	136.44	0.39	0	0
	Module	136.63	0.58	0.02	0.09
	Pb_Coupe	138.11	2.06	0.1	1.26
	Pb_Ourcq	137.44	1.39	0.05	0.35
54	Etiage	136.44	0.01	0.01	
	Module	136.63	0.2	0.06	106.46
	Pb_Coupe	138.11	1.68	0.06	56.84
	Pb_Ourcq	137.44	1.01	0.05	49.04
53	Etiage	134.53	0.13	0	0
	Module	135.09	0.69	0.02	13.77
	Pb_Coupe	136.33	1.93	0.1	224.86
	Pb_Ourcq	135.63	1.23	0.05	81.66

52	Etiage	134.53	0.02	0	
	Module	135.07	0.56	0.02	13.42
	Pb_Coupe	136.3	1.79	0.04	36.32
	Pb_Ourcq	135.59	1.08	0.04	41.02
51.5	Pont fossé de décharge du Ru de Coupé				
51	Etiage	134.42	0.03	0	
	Module	135.03	0.64	0.01	6.74
	Pb_Coupe	136.07	1.68	0.07	122.2
	Pb_Ourcq	135.51	1.12	0.03	30.48
50	Etiage	133.97	0.01	0.02	
	Module	134.5	0.54	0.03	25.95
	Pb_Coupe	134.92	0.96	0.02	16.78
	Pb_Ourcq	134.77	0.81	0.02	16.07
49	Etiage	133.3	0.02	0	
	Module	133.6	0.32	0.07	19.26
	Pb_Coupe	134.11	0.83	0.15	77.24
	Pb_Ourcq	133.94	0.66	0.13	61.19
48	Etiage	133.28	0.01	0.01	
	Module	133.42	0.15	0.11	67.99
	Pb_Coupe	134.09	0.82	0.06	13.45
	Pb_Ourcq	133.81	0.54	0.11	43.5
47	Etiage	132.9	0.01	0	
	Module	133.18	0.29	0.06	17.01
	Pb_Coupe	134.04	1.15	0.18	101.57
	Pb_Ourcq	133.67	0.78	0.1	32.33
46	Etiage	132.54	0.01	0.02	
	Module	132.87	0.34	0.04	6.68
	Pb_Coupe	133.64	1.11	0.08	17.72
	Pb_Ourcq	133.27	0.74	0.08	19.87
45	Etiage	132.21	0.13	0	0
	Module	132.32	0.24	0.08	31.67
	Pb_Coupe	133.12	1.04	0.17	88.74
	Pb_Ourcq	133.19	1.11	0.03	2.04
44	Etiage	132.21	0.3	0.04	3.42
	Module	132.32	0.41	0.06	7.06
	Pb_Coupe	133.12	1.21	0.17	43.08
	Pb_Ourcq	133.19	1.28	0.04	2.65

43	Etiage	132.12	0.1	0.08	17.72
	Module	132.21	0.19	0.1	21.38
	Pb_Coupe	132.91	0.89	0.2	60.59
	Pb_Ourcq	133.18	1.16	0.04	2.18
42	Etiage	131.88	0.17	0.07	10.65
	Module	131.96	0.25	0.09	19.35
	Pb_Coupe	132.65	0.94	0.21	64.85
	Pb_Ourcq	133.18	1.47	0.03	1.08
41	Etiage	131.57	0.09	0.16	73.82
	Module	131.69	0.21	0.14	46.94
	Pb_Coupe	132.41	0.93	0.23	84.76
	Pb_Ourcq	133.18	1.7	0.02	0.81
40	Etiage	131.48	0.12	0.11	33.16
	Module	131.66	0.3	0.09	16.62
	Pb_Coupe	132.38	1.02	0.22	78.29
	Pb_Ourcq	133.18	1.82	0.03	0.96
39	Etiage	131.43	0.13	0.09	20.42
	Module	131.66	0.36	0.05	4.33
	Pb_Coupe	132.37	1.07	0.12	19.51
	Pb_Ourcq	133.18	1.88	0.01	0.22

Bras de source

71	Etiage	132.59	0.42	0.02	0.17
	Module	132.59	0.42	0.02	0.17
	Pb_Coupe	133.12	0.95	0.01	0.02
	Pb_Ourcq	133.19	1.02	0.01	0.02
70	Etiage	132.59	0.32	0.03	0.58
	Module	132.59	0.32	0.03	0.57
	Pb_Coupe	133.12	0.85	0.01	0.03
	Pb_Ourcq	133.19	0.92	0.01	0.02
69	Etiage	132.58	0.29	0.03	0.66
	Module	132.58	0.29	0.03	0.66
	Pb_Coupe	133.12	0.83	0.01	0.03
	Pb_Ourcq	133.19	0.9	0.01	0.02
68	Etiage	132.57	0.22	0.04	1.1
	Module	132.57	0.22	0.04	1.09
	Pb_Coupe	133.12	0.77	0.01	0.02
	Pb_Ourcq	133.19	0.84	0.01	0.02
67	Etiage	132.56	0.2	0.06	2.81
	Module	132.56	0.2	0.06	2.77

	Pb_Coupe	133.12	0.76	0.01	0.04
	Pb_Ourcq	133.19	0.83	0.01	0.03
66	Etiage	132.55	0.21	0.06	2.89
	Module	132.55	0.21	0.06	2.85
	Pb_Coupe	133.12	0.78	0.01	0.04
	Pb_Ourcq	133.19	0.85	0.01	0.03
65	Etiage	132.51	0.22	0.05	6.22
	Module	132.51	0.22	0.05	6.02
	Pb_Coupe	133.12	0.83	0.01	0.09
	Pb_Ourcq	133.19	0.9	0.01	0.07
64	Etiage	132.49	0.25	0.03	2.59
	Module	132.5	0.26	0.03	2.51
	Pb_Coupe	133.12	0.88	0.01	0.05
	Pb_Ourcq	133.19	0.95	0.01	0.04
63	Etiage	132.47	0.25	0.05	4.5
	Module	132.47	0.25	0.04	4.26
	Pb_Coupe	133.12	0.9	0.01	0.07
	Pb_Ourcq	133.19	0.97	0.01	0.05
62	Etiage	132.44	0.24	0.05	6.09
	Module	132.45	0.25	0.05	5.64
	Pb_Coupe	133.12	0.92	0.01	0.09
	Pb_Ourcq	133.19	0.99	0.01	0.07
61	Etiage	132.39	0.26	0.04	3.54
	Module	132.4	0.27	0.04	2.96
	Pb_Coupe	133.12	0.99	0.01	0.04
	Pb_Ourcq	133.19	1.06	0	0.03
60	Etiage	132.28	0.2	0.07	12.85
	Module	132.34	0.26	0.05	5.4
	Pb_Coupe	133.12	1.04	0.01	0.06
	Pb_Ourcq	133.19	1.11	0.01	0.05
59	Etiage	132.22	0.22	0.04	3.29
	Module	132.32	0.32	0.02	1.15
	Pb_Coupe	133.12	1.12	0	0.03
	Pb_Ourcq	133.19	1.19	0	0.02
58	Etiage	132.21	0.3	0.03	2.07
	Module	132.32	0.41	0.02	0.72
	Pb_Coupe	133.12	1.21	0	0.02
	Pb_Ourcq	133.19	1.28	0	0.02

Annexe II : Résultats complets de la modélisation hydraulique état aménagé

Carte de localisation des profils en travers



Ruisseau du Coupé (amont et nouveau lit)

Profil en travers	Régime	Ligne d'eau (m NGF)	Hauteur d'eau (m)	Vitesse (m/s)	Contraintes de cisaillement (N/m ²)
98	Etiage	138,46	0,12	0,51	5,48
	Module	138,51	0,17	0,72	9,61
	Pb_Coupe	138,74	0,4	1,66	38,63
	Pb_Ourcq	138,56	0,22	1,01	17,42
97	Etiage	137,55	0,13	0,43	3,8
	Module	137,63	0,21	0,53	4,86
	Pb_Coupe	138,13	0,71	0,71	6,01
	Pb_Ourcq	137,72	0,3	0,6	5,56
96	Etiage	137,13	0,2	0,23	21,53
	Module	137,26	0,33	0,29	31,04
	Pb_Coupe	137,95	1,02	0,51	71,26
	Pb_Ourcq	137,41	0,48	0,36	42,34
95	Etiage	136,66	0,2	0,23	129,68
	Module	136,76	0,3	0,33	239,87
	Pb_Coupe	137,56	1,1	0,43	289,53
	Pb_Ourcq	136,91	0,45	0,39	300,62
94	Etiage	136,23	0,23	0,1	23,97
	Module	136,37	0,37	0,13	32,88
	Pb_Coupe	137,2	1,2	0,27	107,09
	Pb_Ourcq	136,56	0,56	0,16	44,19
Pont cadre amont					
93	Etiage	136,16	0,23	0,09	17,33
	Module	136,31	0,38	0,12	23,29
	Pb_Coupe	137,11	1,18	0,27	91,26
	Pb_Ourcq	136,5	0,57	0,15	33,21
92	Etiage	136,09	0,25	0,17	44,29
	Module	136,25	0,41	0,22	65,35
	Pb_Coupe	137,03	1,19	0,38	151,64
	Pb_Ourcq	136,44	0,6	0,26	87,07
91	Etiage	135,91	0,25	0,17	47,86
	Module	136,07	0,41	0,22	69,62
	Pb_Coupe	136,84	1,18	0,39	158,57
	Pb_Ourcq	136,25	0,59	0,27	92,11
90	Etiage	135,69	0,25	0,17	47,96
	Module	135,85	0,41	0,23	70,62
	Pb_Coupe	136,62	1,18	0,39	162,14

	Pb_Ourcq	136,03	0,59	0,27	94,06
89	Etiage	135,39	0,24	0,18	51,56
	Module	135,55	0,4	0,23	73,29
	Pb_Coupe	136,31	1,16	0,4	169,56
	Pb_Ourcq	135,74	0,59	0,28	95,84
88	Etiage	135,07	0,25	0,17	45,75
	Module	135,22	0,4	0,23	70,71
	Pb_Coupe	135,92	1,1	0,43	202,94
	Pb_Ourcq	135,4	0,58	0,28	100,14
87	Etiage	134,74	0,23	0,18	52,54
	Module	134,87	0,36	0,23	78,52
	Pb_Coupe	135,48	0,97	0,42	194,5
	Pb_Ourcq	135,02	0,51	0,29	107,06
86	Etiage	134,39	0,22	0,17	45,65
	Module	134,52	0,35	0,21	64,78
	Pb_Coupe	135,11	0,94	0,36	142,98
	Pb_Ourcq	134,67	0,5	0,25	83,71
85	Etiage	134,04	0,23	0,16	41,22
	Module	134,17	0,36	0,2	59,9
	Pb_Coupe	134,75	0,94	0,37	149,5
	Pb_Ourcq	134,32	0,51	0,25	81,22
84	Etiage	133,63	0,2	0,19	58,39
	Module	133,74	0,31	0,25	89,3
	Pb_Coupe	134,3	0,87	0,41	188,14
	Pb_Ourcq	133,88	0,45	0,3	117,97
83	Etiage	133,37	0,2	0,19	15,31
	Module	133,49	0,32	0,24	20,31
	Pb_Coupe	134,09	0,92	0,38	39,6
	Pb_Ourcq	133,64	0,47	0,28	25,45
82	Etiage	133,23	0,22	0,18	13,21
	Module	133,35	0,34	0,25	22,42
	Pb_Coupe	133,94	0,93	0,46	59,73
	Pb_Ourcq	133,49	0,48	0,31	32,11
81	Etiage	133	0,2	0,32	48,35
	Module	133,1	0,3	0,38	57,71
	Pb_Coupe	133,78	0,98	0,42	49,06
	Pb_Ourcq	133,34	0,54	0,29	28,57

80	Etiage	132,91	0,21	0,12	6,88
	Module	133,06	0,36	0,14	6,99
	Pb_Coupe	133,76	1,06	0,26	17,8
	Pb_Ourcq	133,33	0,63	0,13	5,23

Pont cadre aval

79	Etiage	132,87	0,22	0,12	6,06
	Module	133,01	0,36	0,15	8,24
	Pb_Coupe	133,66	1,01	0,3	24,26
	Pb_Ourcq	133,3	0,65	0,14	5,53

78	Etiage	132,84	0,24	0,17	12,09
	Module	132,97	0,37	0,23	19,47
	Pb_Coupe	133,61	1,01	0,43	51,35
	Pb_Ourcq	133,29	0,69	0,2	12,04

77	Etiage	132,74	0,21	0,18	13,32
	Module	132,87	0,34	0,22	17,45
	Pb_Coupe	133,53	1	0,33	29,73
	Pb_Ourcq	133,26	0,73	0,14	5,72

76	Etiage	132,69	0,23	0,16	10,22
	Module	132,83	0,37	0,2	14,16
	Pb_Coupe	133,49	1,03	0,31	26,15
	Pb_Ourcq	133,25	0,79	0,12	4,29

75	Etiage	132,62	0,23	0,16	9,83
	Module	132,77	0,38	0,19	13,24
	Pb_Coupe	133,44	1,05	0,3	24,26
	Pb_Ourcq	133,24	0,85	0,11	3,28

74	Etiage	132,56	0,25	0,14	8,3
	Module	132,71	0,4	0,18	11,25
	Pb_Coupe	133,39	1,08	0,29	21,82
	Pb_Ourcq	133,24	0,93	0,09	2,44

73	Etiage	132,51	0,29	0,12	5,23
	Module	132,65	0,43	0,16	8,31
	Pb_Coupe	133,34	1,12	0,27	18,94
	Pb_Ourcq	133,23	1,01	0,08	1,78

Bras de source

71	Etiage	132,29	0,42	0,02	0,34
	Module	132,42	0,55	0,02	0,15
	Pb_Coupe	133,12	1,25	0,01	0,01
	Pb_Ourcq	133,22	1,35	0	0,01
70	Etiage	132,28	0,14	0,11	11,99
	Module	132,42	0,28	0,04	1,21
	Pb_Coupe	133,12	0,98	0,01	0,02
	Pb_Ourcq	133,22	1,08	0,01	0,02
69	Etiage	132,28	0,46	0,02	0,31
	Module	132,41	0,59	0,02	0,14
	Pb_Coupe	133,12	1,3	0	0,01
	Pb_Ourcq	133,21	1,39	0	0,01
68	Etiage	132,27	0,4	0,03	0,11
	Module	132,41	0,54	0,02	0,04
	Pb_Coupe	133,12	1,25	0	0
	Pb_Ourcq	133,21	1,34	0	0
67	Etiage	132,27	0,31	0,05	0,57
	Module	132,41	0,45	0,03	0,13
	Pb_Coupe	133,12	1,16	0,01	0
	Pb_Ourcq	133,21	1,25	0	0
66	Etiage	132,27	0,48	0,03	0,14
	Module	132,41	0,62	0,02	0,05
	Pb_Coupe	133,12	1,33	0	0
	Pb_Ourcq	133,21	1,42	0	0
65	Etiage	132,24	0,26	0,44	36,76
	Module	132,37	0,39	0,53	47,45
	Pb_Coupe	133,06	1,08	0,8	85,06
	Pb_Ourcq	133,21	1,23	0,17	3,59
64	Etiage	132,19	0,25	0,19	6,42
	Module	132,33	0,39	0,24	8,74
	Pb_Coupe	133,03	1,09	0,4	19,25
	Pb_Ourcq	133,21	1,27	0,08	0,77
63	Etiage	132,14	0,27	0,24	9,71
	Module	132,28	0,41	0,29	13,44
	Pb_Coupe	132,98	1,11	0,48	27,6
	Pb_Ourcq	133,21	1,34	0,09	0,94

62	Etiage	132,09	0,27	0,28	13,87
	Module	132,22	0,4	0,35	19,6
	Pb_Coupe	132,92	1,1	0,57	41,29
	Pb_Ourcq	133,21	1,39	0,1	1,23
61	Etiage	131,95	0,26	0,23	9,38
	Module	132,08	0,39	0,29	13,65
	Pb_Coupe	132,79	1,1	0,47	26,55
	Pb_Ourcq	133,21	1,52	0,07	0,57
60	Etiage	131,8	0,22	0,23	9,76
	Module	131,91	0,33	0,3	14,49
	Pb_Coupe	132,65	1,07	0,48	27,46
	Pb_Ourcq	133,2	1,62	0,07	0,47
59	Etiage	131,68	0,18	0,29	16,03
	Module	131,81	0,31	0,32	17,1
	Pb_Coupe	132,58	1,08	0,45	24,62
	Pb_Ourcq	133,2	1,7	0,06	0,36
58	Etiage	131,62	0,18	0,19	6,85
	Module	131,78	0,34	0,21	6,62
	Pb_Coupe	132,55	1,11	0,34	13,7
	Pb_Ourcq	133,2	1,76	0,05	0,23
44	Etiage	131,62	0,19	0,19	6,38
	Module	131,78	0,35	0,2	5,95
	Pb_Coupe	132,55	1,12	0,32	11,45
	Pb_Ourcq	133,2	1,77	0,04	0,18
43	Etiage	131,54	0,21	0,18	6,08
	Module	131,73	0,4	0,19	5,57
	Pb_Coupe	132,5	1,17	0,4	19,08
	Pb_Ourcq	133,2	1,87	0,06	0,35
42	Etiage	131,49	0,25	0,15	3,73
	Module	131,7	0,46	0,15	3,42
	Pb_Coupe	132,45	1,21	0,34	13,15
	Pb_Ourcq	133,2	1,96	0,04	0,2
41	Etiage	131,47	0,33	0,11	1,73
	Module	131,69	0,55	0,12	2,05
	Pb_Coupe	132,42	1,28	0,3	9,92
	Pb_Ourcq	133,2	2,06	0,04	0,16

Ourcq (amont et aval)

13	Etiage	134,51	0,17	0,43	3,64
	Module	134,58	0,24	0,6	5,96
	Pb_Coupe	134,67	0,33	0,75	8,39
	Pb_Ourcq	135,56	1,22	1,5	23,53
12	Etiage	134,03	0,17	0,44	3,82
	Module	134,1	0,24	0,59	5,76
	Pb_Coupe	134,2	0,34	0,72	7,78
	Pb_Ourcq	135,1	1,24	1,46	22,42
11	Etiage	133,95	0,17	0,43	3,45
	Module	134,03	0,25	0,58	5,59
	Pb_Coupe	134,12	0,34	0,73	7,81
	Pb_Ourcq	135,02	1,24	1,49	23,13
10	Etiage	133,53	0,16	0,42	3,51
	Module	133,61	0,24	0,56	5,3
	Pb_Coupe	133,7	0,33	0,7	7,37
	Pb_Ourcq	134,7	1,33	1,25	16
9	Etiage	133,47	0,17	0,44	3,83
	Module	133,52	0,22	0,72	8,88
	Pb_Coupe	133,59	0,29	0,94	13,89
	Pb_Ourcq	134,62	1,32	1,42	21
8	Etiage	132,94	0,17	0,41	3,31
	Module	133,05	0,28	0,47	3,53
	Pb_Coupe	133,18	0,41	0,55	4,15
	Pb_Ourcq	134,32	1,55	1,08	11,71
7	Etiage	132,66	0,3	0,14	4,23
	Module	132,77	0,41	0,23	9,67
	Pb_Coupe	132,9	0,54	0,33	18,21
	Pb_Ourcq	133,88	1,52	1,03	146,25
6,7	Etiage	132,65	0,33	0,09	1,5
	Module	132,76	0,44	0,14	3,44
	Pb_Coupe	132,88	0,56	0,19	6,18
	Pb_Ourcq	133,84	1,52	0,58	40,74
6,5	Etiage	132,64	0,34	0,09	1,77
	Module	132,75	0,45	0,15	4,24
	Pb_Coupe	132,86	0,56	0,21	7,73
	Pb_Ourcq	133,79	1,49	0,62	48,31

6,3	Etiage	132,63	0,29	0,2	8,73
	Module	132,72	0,38	0,29	17,03
	Pb_Coupe	132,83	0,49	0,39	28,09
	Pb_Ourcq	133,7	1,36	1,02	139,99
6,1	Etiage	132,49	0,19	0,47	63,13
	Module	132,56	0,26	0,62	92,39
	Pb_Coupe	132,62	0,32	0,8	138,88
	Pb_Ourcq	133,41	1,11	1,37	266,1
6	Etiage	132,43	0,13	0,81	14,46
	Module	132,48	0,18	0,99	19,15
	Pb_Coupe	132,55	0,25	1,16	23,71
	Pb_Ourcq	133,4	1,1	1,37	19,57
5	Etiage	131,73	0,3	0,27	1,17
	Module	131,8	0,37	0,47	3,36
	Pb_Coupe	132,38	0,95	0,2	0,45
	Pb_Ourcq	133,23	1,8	0,88	7,58
4	Etiage	131,43	0,08	0,78	13,82
	Module	131,65	0,3	0,35	1,78
	Pb_Coupe	132,37	1,02	0,13	0,21
	Pb_Ourcq	133,16	1,81	0,6	2,4
3,5	Etiage	131,43	0,45	0,08	0,1
	Module	131,66	0,68	0,12	0,19
	Pb_Coupe	132,37	1,39	0,08	0,06
	Pb_Ourcq	133,17	2,19	0,44	1,33
3	Etiage	131,43	0,45	0,22	7,15
	Module	131,65	0,67	0,28	10,48
	Pb_Coupe	132,36	1,38	0,41	19,63
	Pb_Ourcq	133,16	2,18	0,52	10,06
2.6667*	Etiage	131,08	0,45	0,2	6,08
	Module	131,3	0,67	0,26	8,89
	Pb_Coupe	131,99	1,36	0,36	15,01
	Pb_Ourcq	132,81	2,18	0,46	10,53
2.3333*	Etiage	130,7	0,42	0,18	8,81
	Module	130,91	0,63	0,23	12,33
	Pb_Coupe	131,64	1,36	0,31	18,53
	Pb_Ourcq	132,5	2,22	0,39	13,44
2	Etiage	130,32	0,39	0,15	6,26
	Module	130,54	0,61	0,19	9,2

	Pb_Coupe	131,3	1,37	0,27	15,9
	Pb_Ourcq	132,19	2,26	0,34	12,4

Pont D809					
-----------	--	--	--	--	--

1	Etiage	130,29	0,39	0,15	7,08
	Module	130,51	0,61	0,19	10,45
	Pb_Coupe	131,28	1,38	0,27	18,15
	Pb_Ourcq	132,15	2,25	0,35	21,81

Annexe III : Barème d'indemnités pour l'aménagement d'une infrastructure linéaire (Chambre d'Agriculture de l'Aisne)



Barème d'indemnités pour l'aménagement d'une infrastructure linéaire (campagne 2017/2018)

1) Indemnisation pour privation de jouissance (IPJ)

Indemnité pour occupation temporaire :	892,50 €/ha
Indemnité pour trouble de jouissance :	462,70 €/ha
Indemnité pour privation de jouissance :	1 355,20 €/ha

2) Indemnisations annuelles pour défiguration de parcelles

Pointes

ANGLES	0 à 25 °	25 à 45 °	45 à 60 °
Surface prise en compte (m2)	5000	2500	1500
Indemnité pour défiguration temporaires (1/3 IPJ)	225,87 €	112,93 €	67,76 €

Rétrécissements

* L'indemnité s'applique à la surface de la zone où la largeur est inférieure à 48 m.

Indemnité pour rétrécissement temporaire (= 1/3 IPJ) soit 451,73€/ha

3) Indemnisation pour allongements de parcours temporaire * (référence TGV EST)

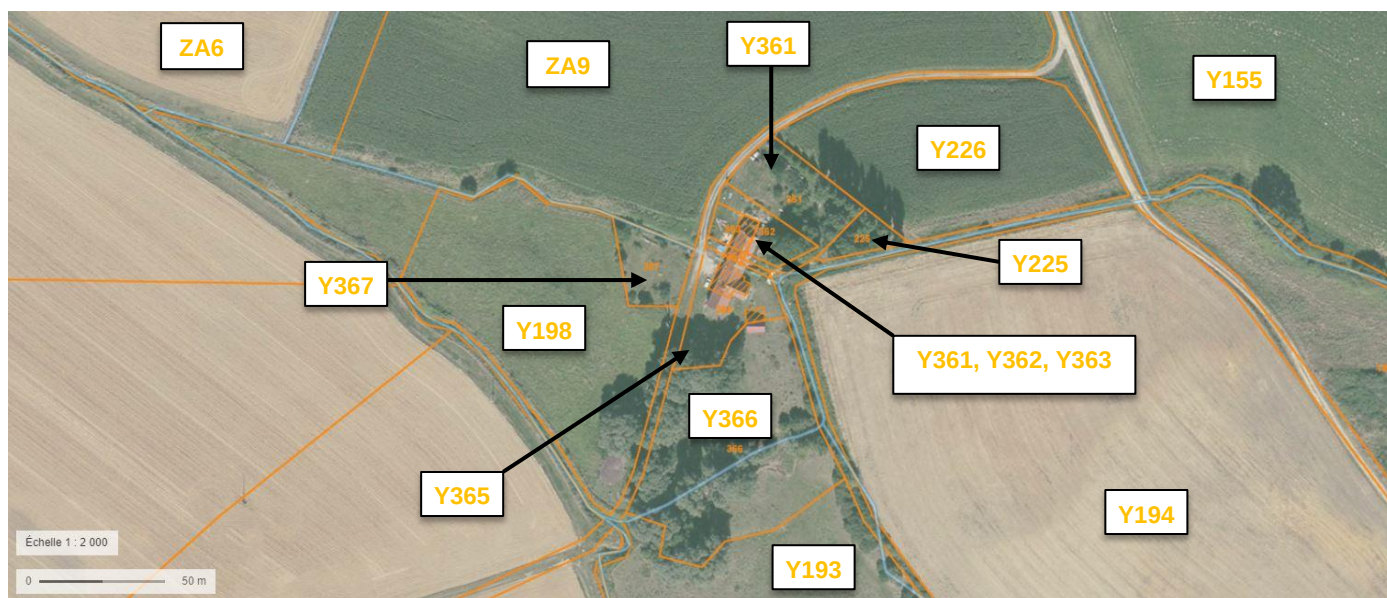
	<i>Tarifs Protocole TGV Est de 2001 (conversion F - C)</i>	
Cultures céréalières	40,55 €/km/ha/an	53,28 €/km/ha/an
Polyculture seule	59,00 €/km/ha/an	77,53 €/km/ha/an
Polyculture-élevage	77,44 €/km/ha/an	101,76 €/km/ha/an

* prise en compte au-delà de 1 km/ha supplémentaire (2 km aller-retour)

Janvier 2018 PAR

Annexe IV : Propriétaires et exploitants des parcelles cadastrales du site d'étude

	Parcelle	Surface (m²)	Propriétaire	Exploitant
Cierges	Y155	42 820	Madame DUSSAUSOY	Jérémy DUSSAUSOY
	Y194	40 629	Émilien BETHGNIES	Sylvain VERDOOLAEGHE
	Y226	6 208	Émilien BETHGNIES	Sylvain VERDOOLAEGHE
	Y225	342	Roger PIOT	/
	Y361	1 369	Roger PIOT	/
	Y362	498	Roger PIOT	/
	Y363	270	Roger PIOT	/
	Y364	126	Roger PIOT	/
	Y365	1 134	Monsieur PETIT	/
	Y366	4 695	Émilien BETHGNIES	Sylvain VERDOOLAEGHE
	Y367	655	Monsieur PETIT	/
	Y198	7 560	Émilien BETHGNIES	Sylvain VERDOOLAEGHE
Sergy	ZA9	37 760	Émilien BETHGNIES	Sylvain VERDOOLAEGHE
	ZA6	99 150	Michel GANDON	Michel GANDON



Localisation des parcelles cadastrales

Annexe V :

Photographies du bras de contournement du plan d'eau du moulin Neuf à Malansac/Pluherlin (CC Questembert, 56)

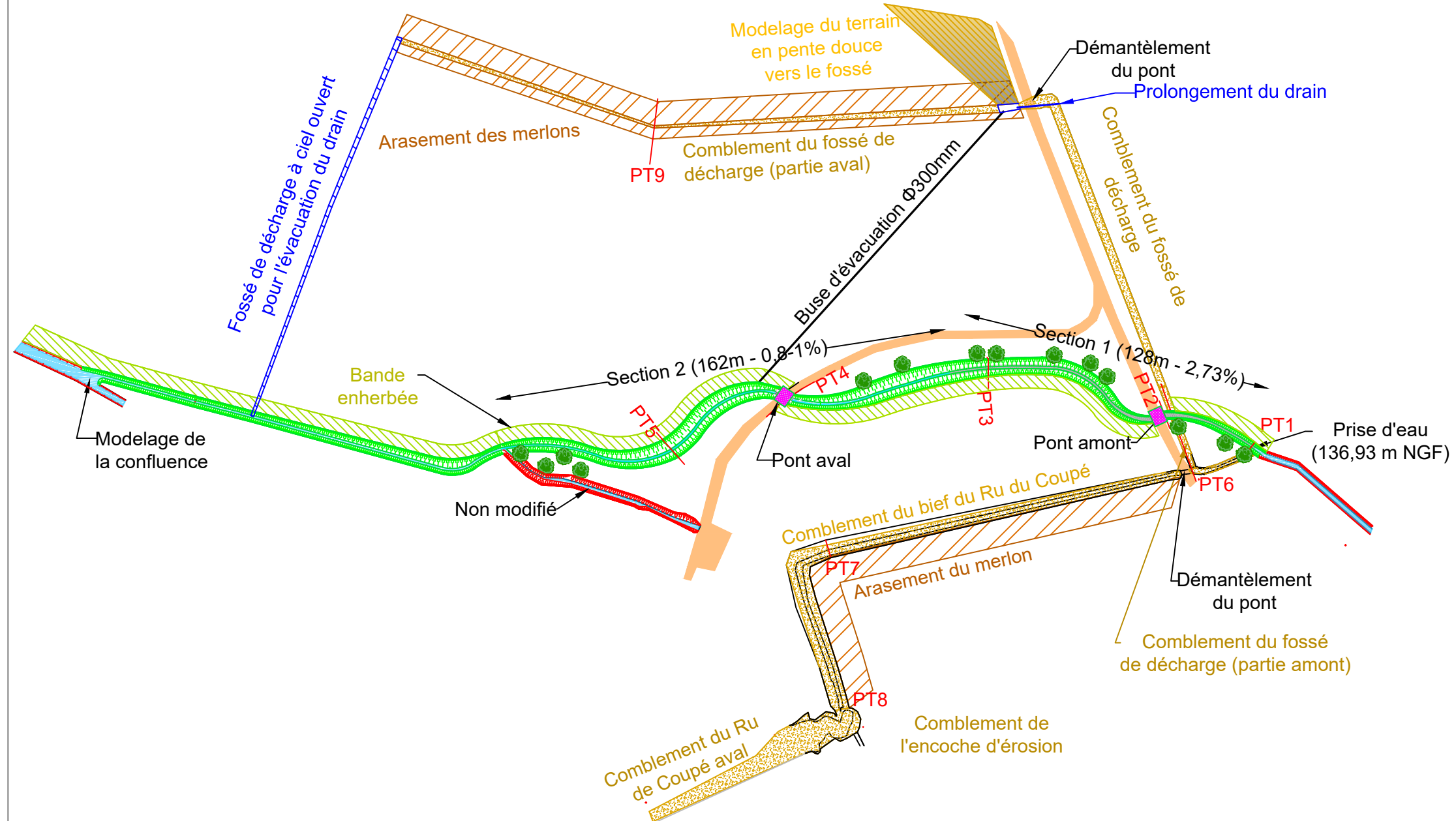


Annexe VI : Plans PRO

Moulin de Caranda état aménagé Plan de masse général

Syndicat Intercommunal pour la gestion du bassin de l'Ourcq amont

Étude de restauration de la continuité écologique au seuil du moulin de Caranda à Cierges

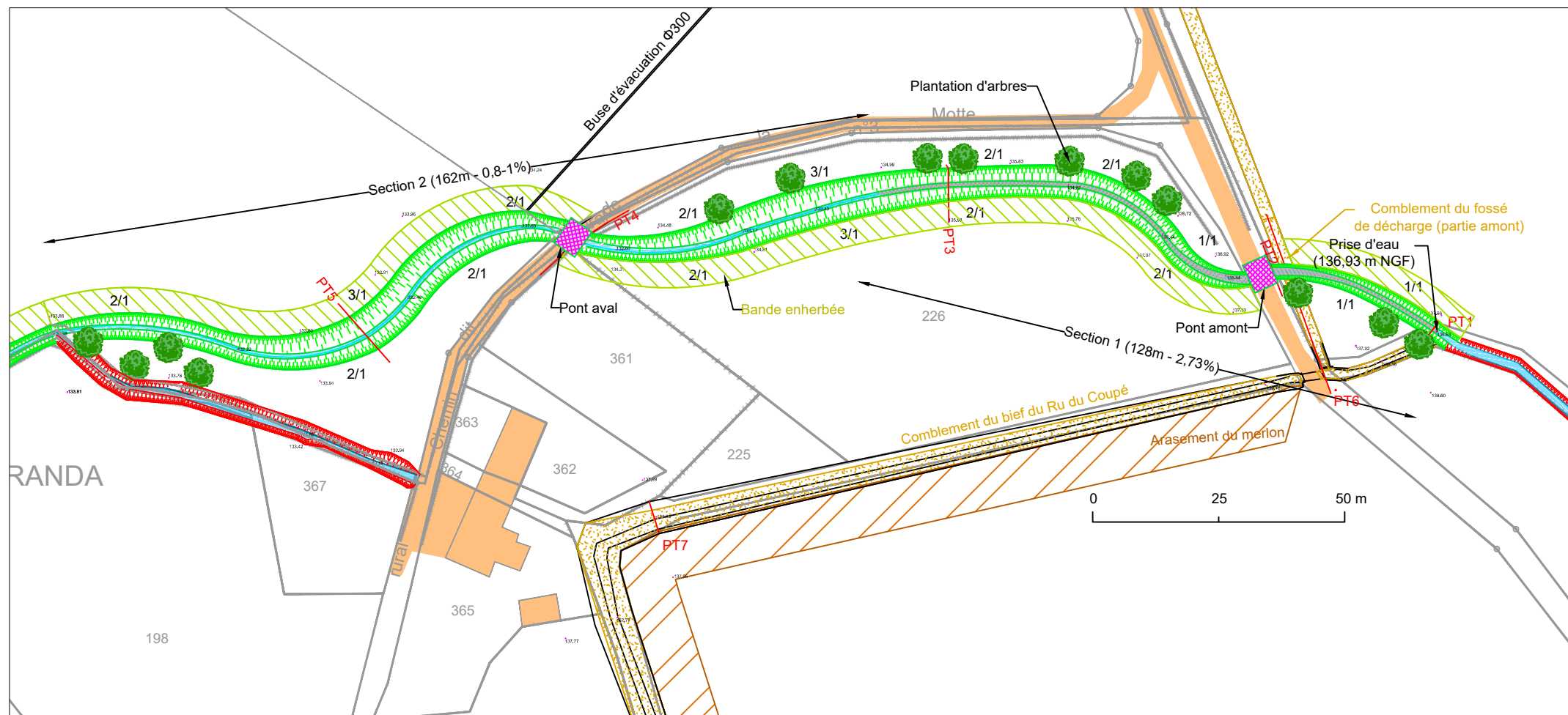


Moulin de Caranda état aménagé

Plan de masse nouveau lit

Syndicat Intercommunal pour la gestion du bassin de l'Ourcq amont

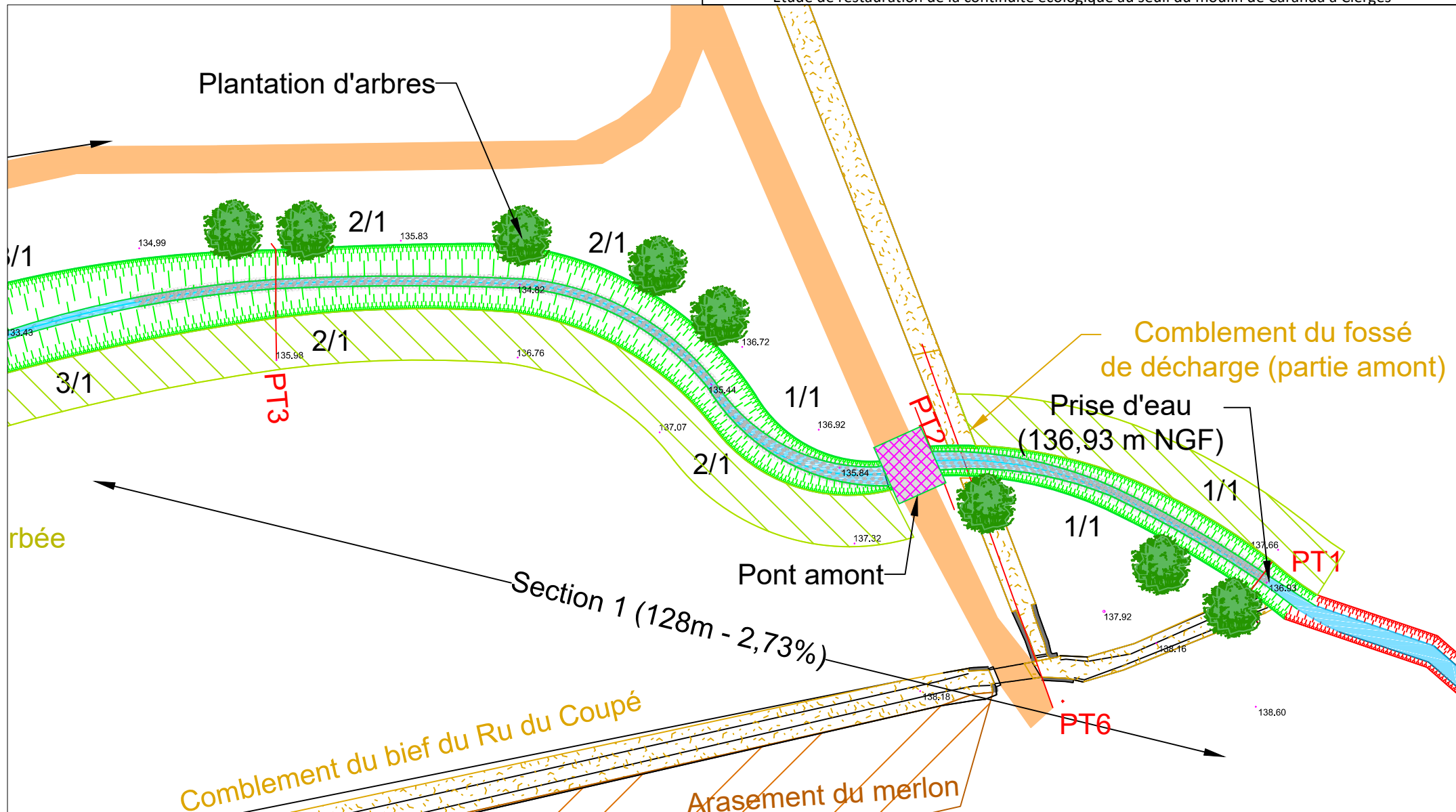
Étude de restauration de la continuité écologique au seuil du moulin de Caranda à Cierges



Moulin de Caranda état aménagé Plan de masse Section 1

Syndicat Intercommunal pour la gestion du bassin de l'Ourcq amont

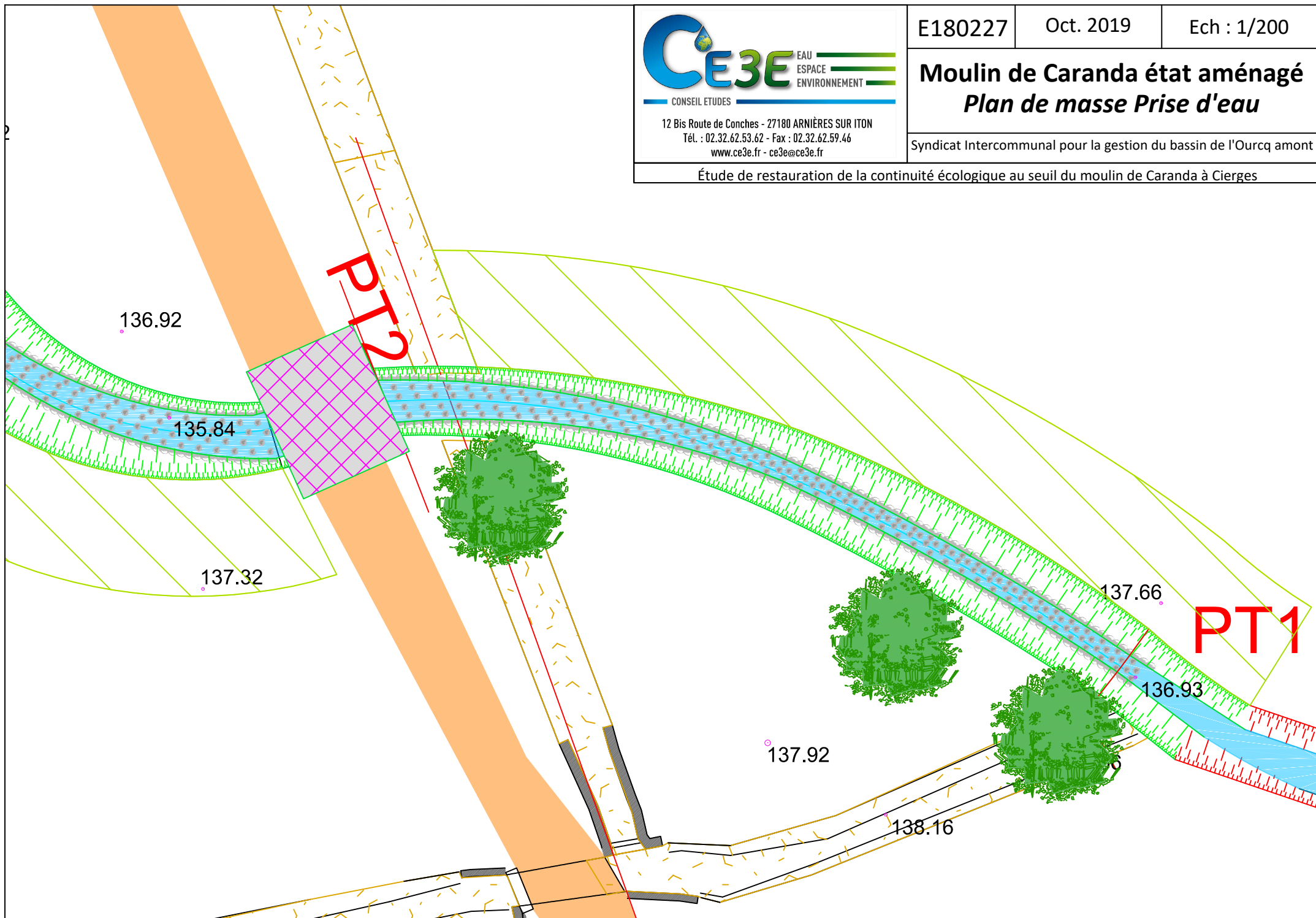
Étude de restauration de la continuité écologique au seuil du moulin de Caranda à Cierges



Moulin de Caranda état aménagé
Plan de masse Prise d'eau

Syndicat Intercommunal pour la gestion du bassin de l'Ourcq amont

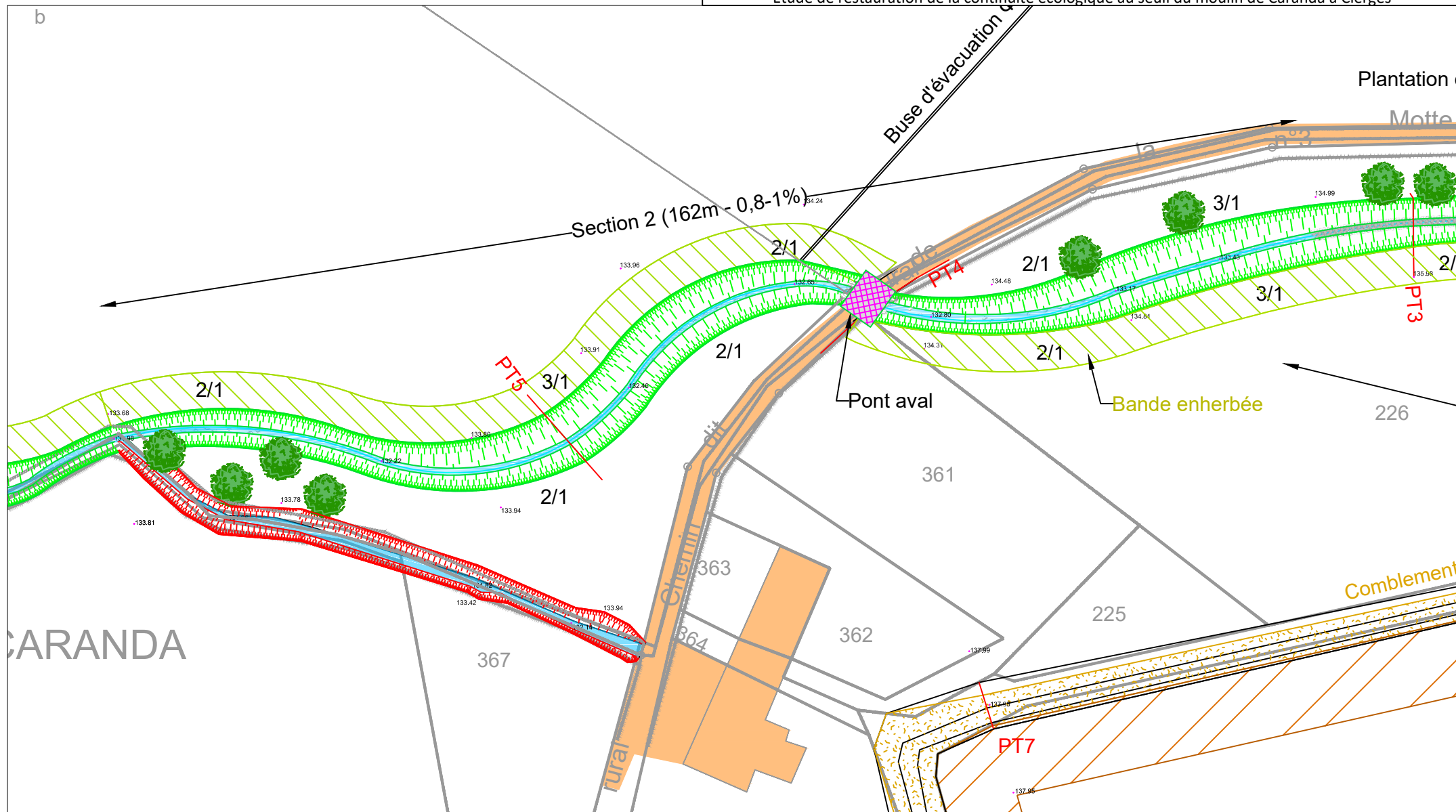
Étude de restauration de la continuité écologique au seuil du moulin de Caranda à Cierges



Moulin de Caranda état aménagé Plan de masse Section 2

Syndicat Intercommunal pour la gestion du bassin de l'Ourcq amont

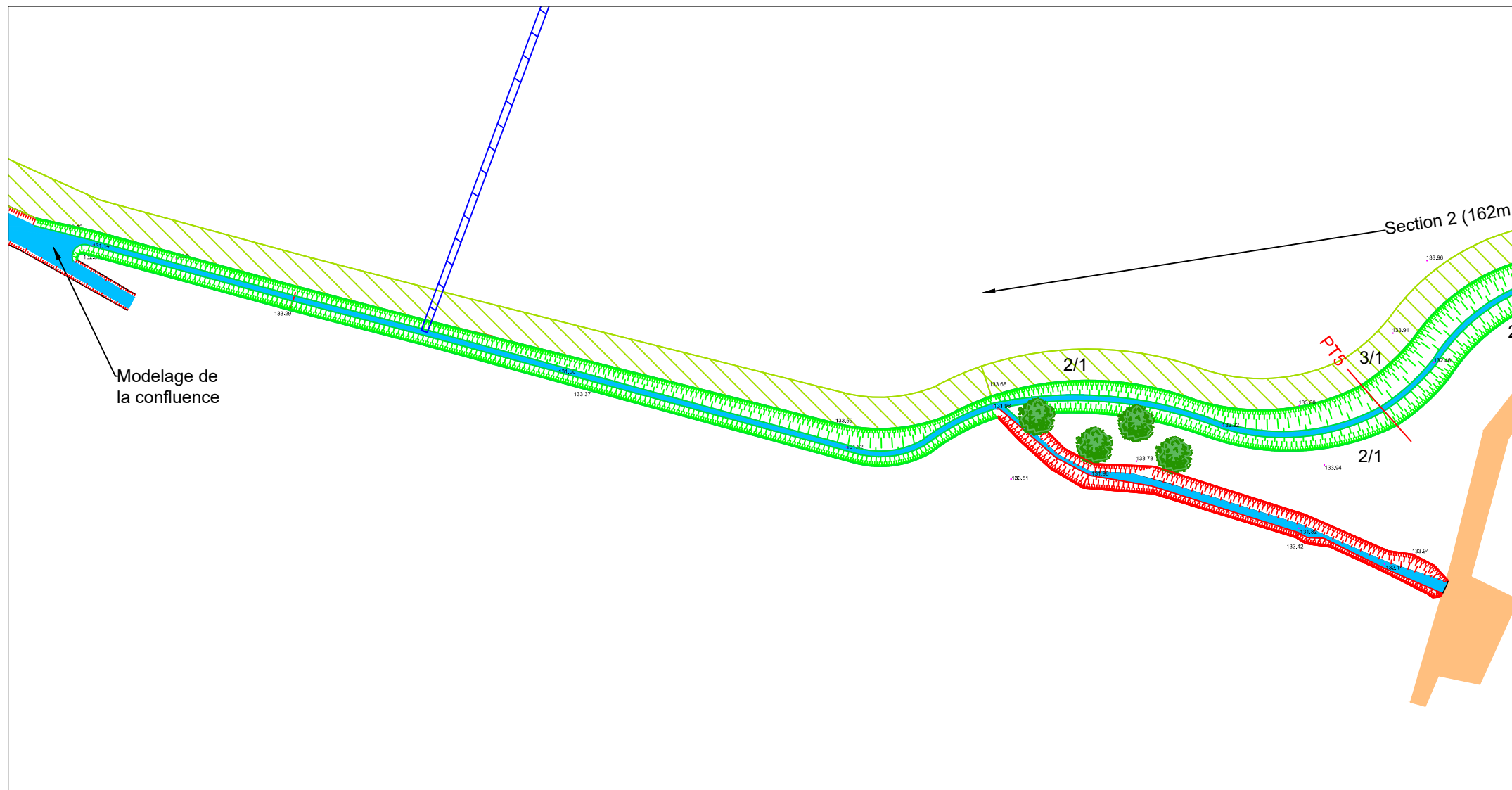
Étude de restauration de la continuité écologique au seuil du moulin de Caranda à Cierges



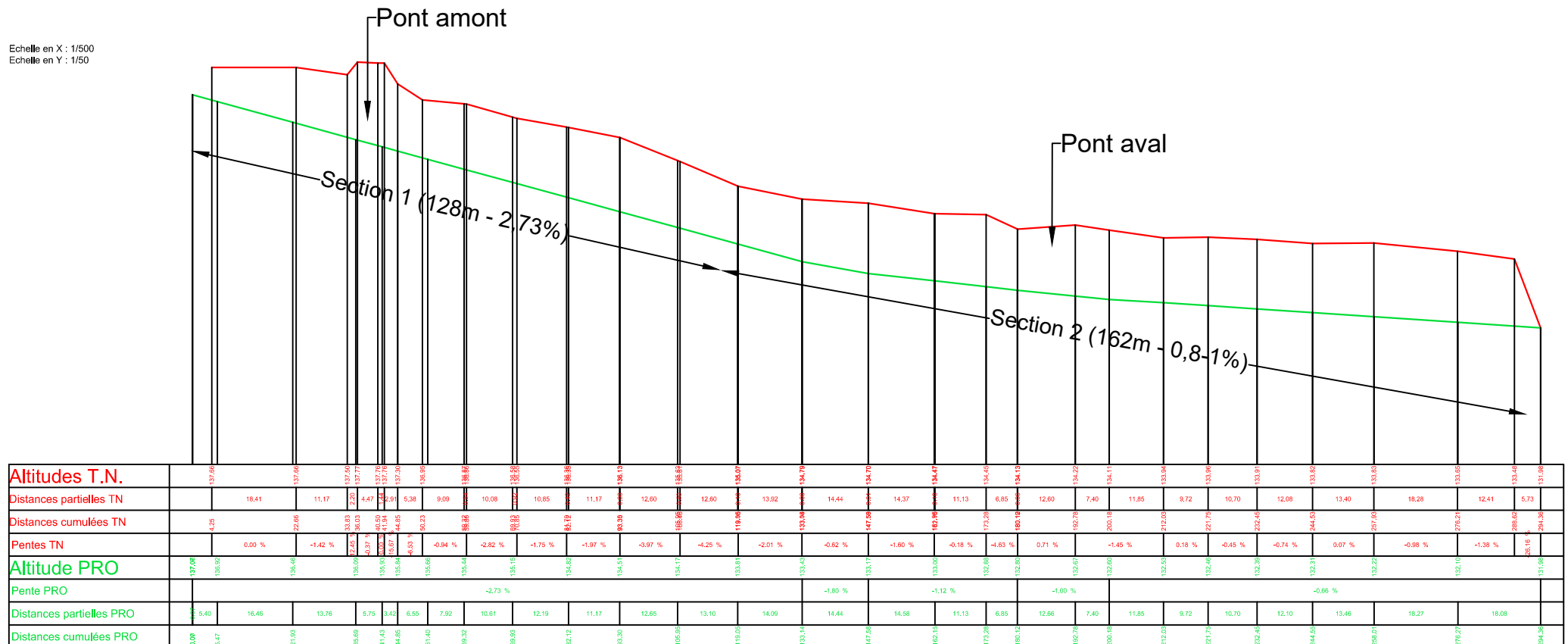
Moulin de Caranda état aménagé
PM - Bras de source amont

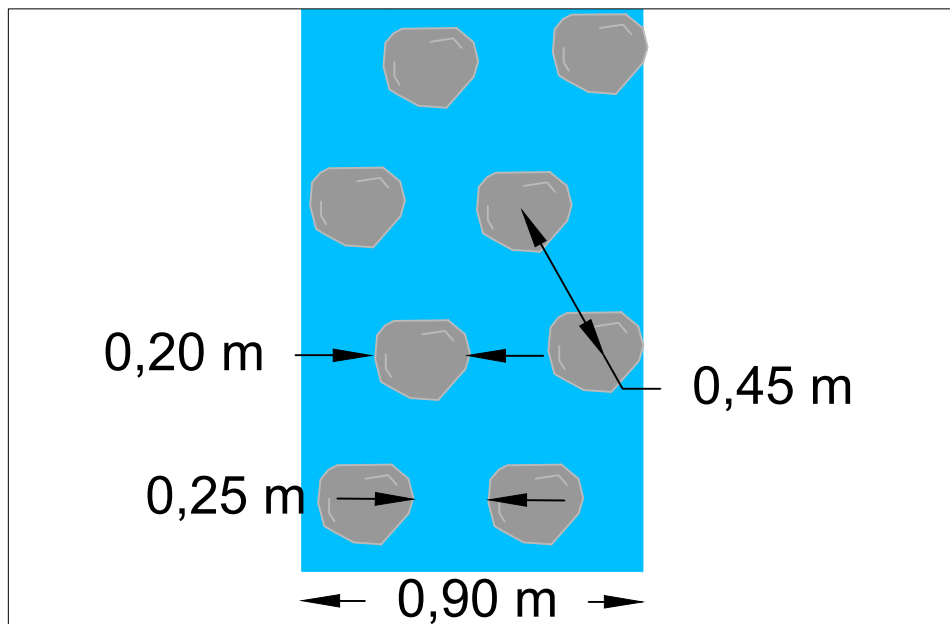
Syndicat Intercommunal pour la gestion du bassin de l'Ourcq amont

Étude de restauration de la continuité écologique au seuil du moulin de Caranda à Cierges



Echelle en X : 1/500
Echelle en Y : 1/50

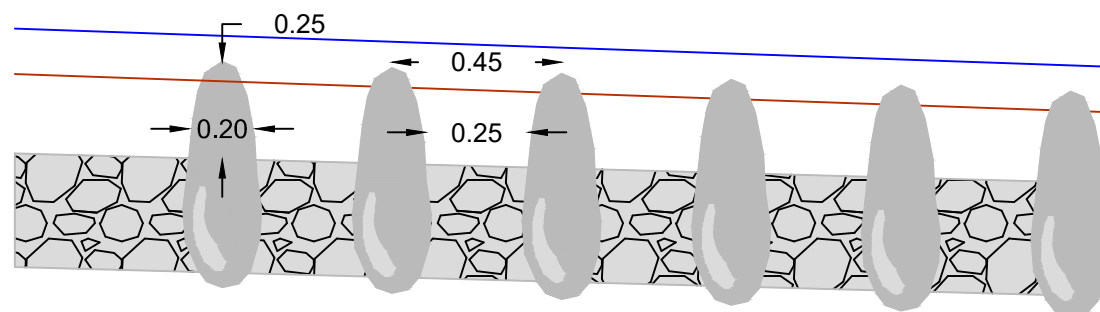




 12 Bis Route de Conches - 27180 ARNIÈRES SUR ITON Tél. : 02.32.62.53.62 - Fax : 02.32.62.59.46 www.ce3e.fr - ce3e@ce3e.fr	E180227	Oct. 2019	Ech : 1/20
	Moulin de Caranda état aménagé <i>Extrait section 1</i>		
	Syndicat Intercommunal pour la gestion du bassin de l'Ourcq amont		
Étude de restauration de la continuité écologique au seuil du moulin de Caranda à Cierges			

Module, He : 28 cm

Étiage, He : 20 cm



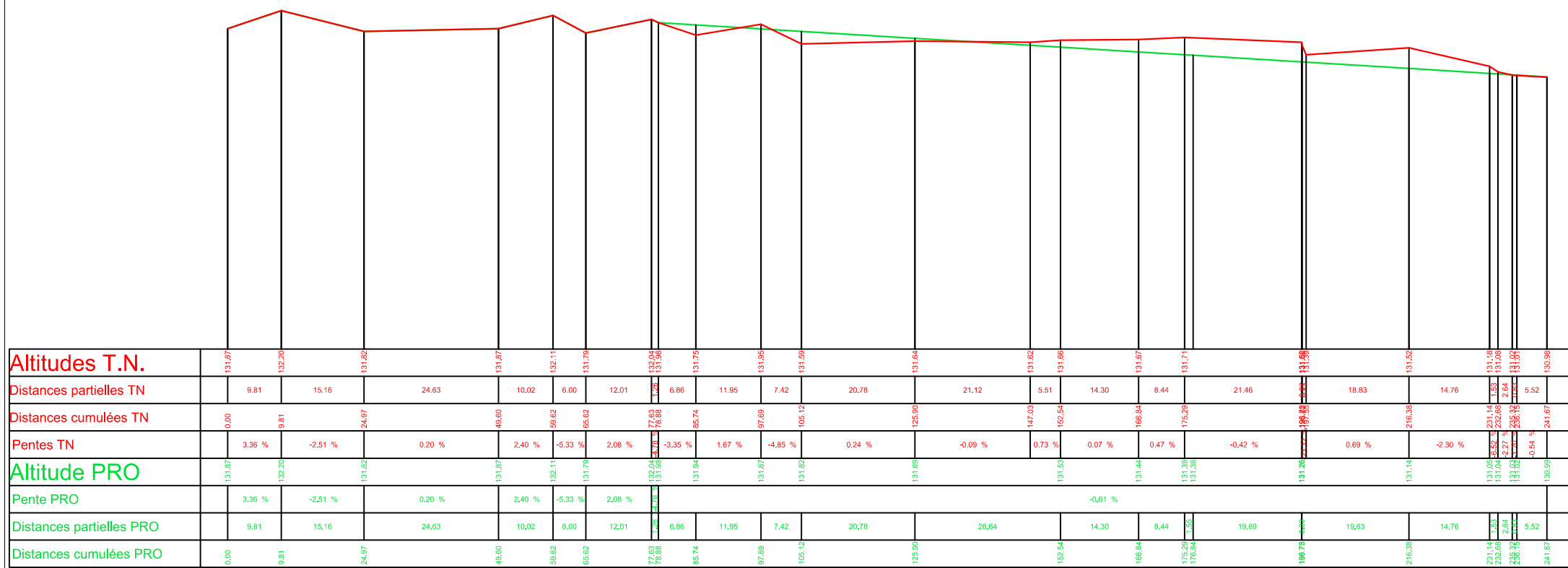
Moulin de Caranda état aménagé

Profil en long Bras de source

Syndicat Intercommunal pour la gestion du bassin de l'Ourcq amont

Étude de restauration de la continuité écologique au seuil du moulin de Caranda à Cierges

Echelle en X : 1/500
Echelle en Y : 1/50

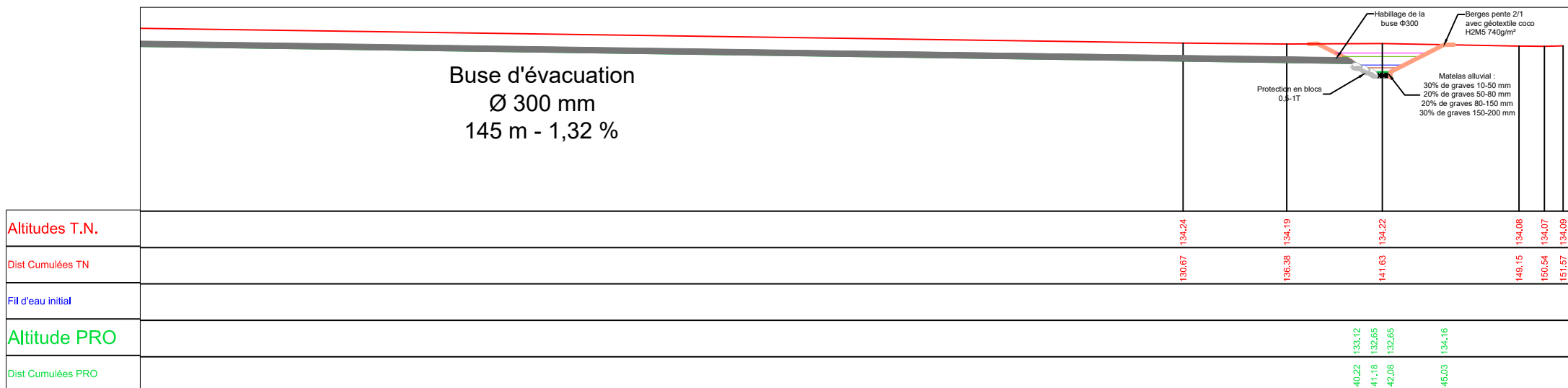
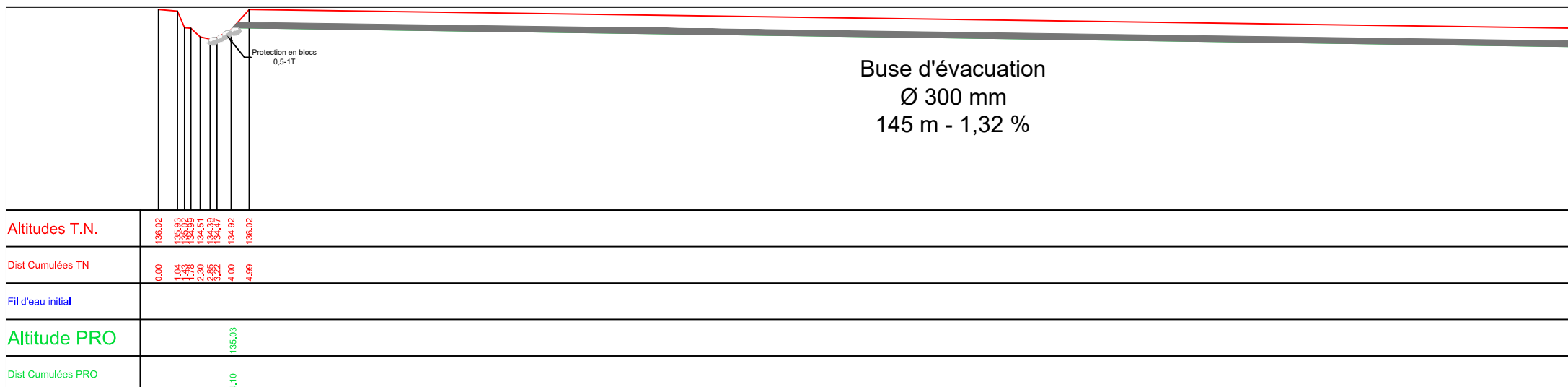


Moulin de Caranda état aménagé

PL - Buse d'évacuation

Syndicat Intercommunal pour la gestion du bassin de l'Ourcq amont

Étude de restauration de la continuité écologique au seuil du moulin de Caranda à Cierges

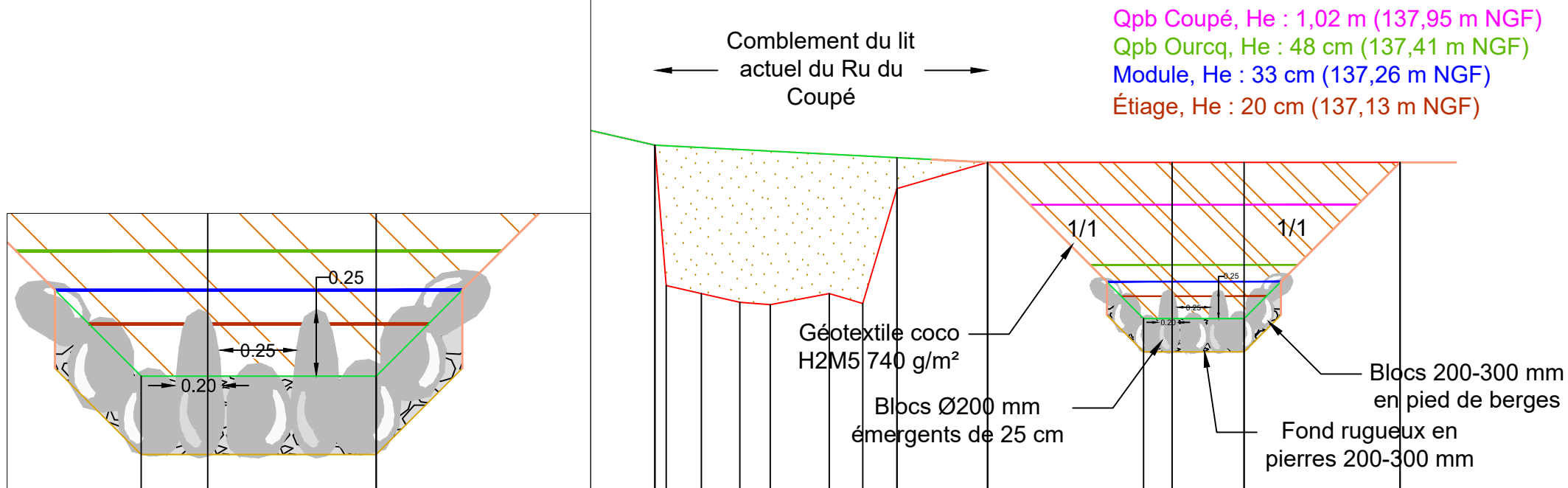


Moulin de Caranda état aménagé

Profil en travers 1

Syndicat Intercommunal pour la gestion du bassin de l'Ourcq amont

Étude de restauration de la continuité écologique au seuil du moulin de Caranda à Cierges

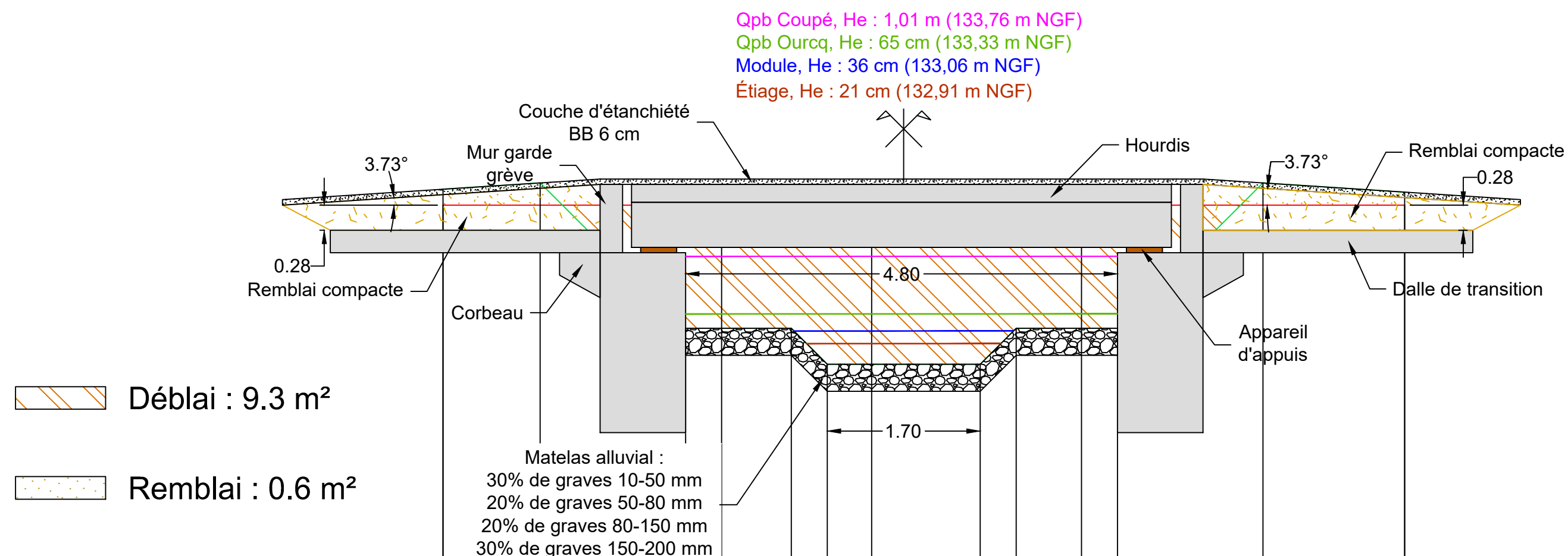


Altitudes TN Ei	138.62	138.48	137.22	137.15	137.07	137.09	137.15	137.06	138.09	138.33	138.33	138.33	138.33
Distances Cumulees Ei	0.00	0.58	0.88	0.99	1.34	1.61	2.14	2.44	2.75	3.56	5.21	5.86	7.26
Pente TN Ei	-23.0 %	-21.5 %	-22.3 %	-23.2 %	-7.3 %	18.9 %	-30.1 %	333.9 %	29.0 %		0.0 %		
Terrassement		138.48	137.22					138.37	138.33	138.33	137.26	136.63	138.33
Altitudes Ea	138.62	138.48						138.37	138.33	138.33	136.93	136.63	138.33
Distance cumulees Ea	0.00	0.58						2.75	3.56	4.96	5.86		7.26
Pente Ea	-23.0 %					-5.2 %				-100.0 %	0.0 %	100.0 %	

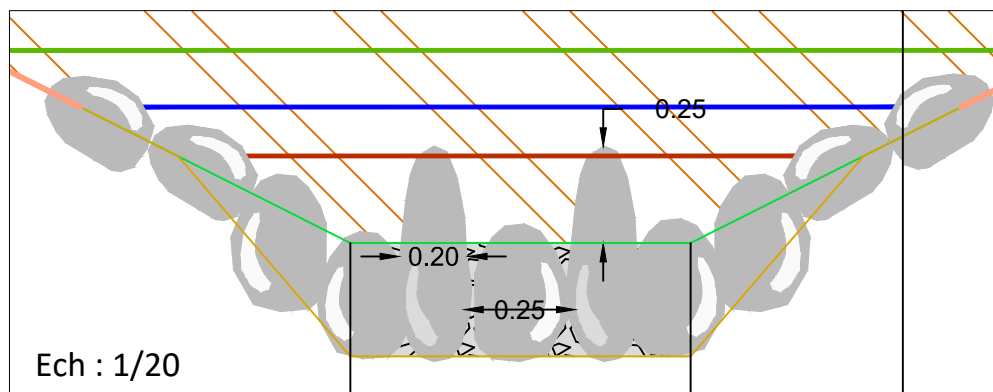
Moulin de Caranda état aménagé
Profil en travers 2

Syndicat Intercommunal pour la gestion du bassin de l'Ourcq amont

Étude de restauration de la continuité écologique au seuil du moulin de Caranda à Cierges



Altitudes TN	137.77											
Distances Cumulees	0.003.104.777.1010.69											
Pente TN		0.0 %										
Décaissement												
Altitudes PROJET	137.98	138.02	136.40	136.40	136.00	136.40	136.40	138.02	137.91			
Distance cumulees PRO	0.00	1.08	2.70	3.87	4.27	5.97	6.37	7.50	9.11	10.69		
Pente PRO		6.5 %	-100.0 %	0.0 %	100.0 %	0.0 %	0.0 %	100.0 %	-6.5 %			



Moulin de Caranda état aménagé **Profil en travers 3**

Syndicat Intercommunal pour la gestion du bassin de l'Ourcq amont

Étude de restauration de la continuité écologique au seuil du moulin de Caranda à Cierges

Qpb Coupé, He : 94 cm (135,11 m NGF)

Qpb Ourcq, He : 50 cm (134,67 m NGF)

Module, He : 35 cm (134,52 m NGF)

Étiage, He : 22 cm (134,39 m NGF)

Déblai : 5.9 m²

Remblai : 0.0 m²

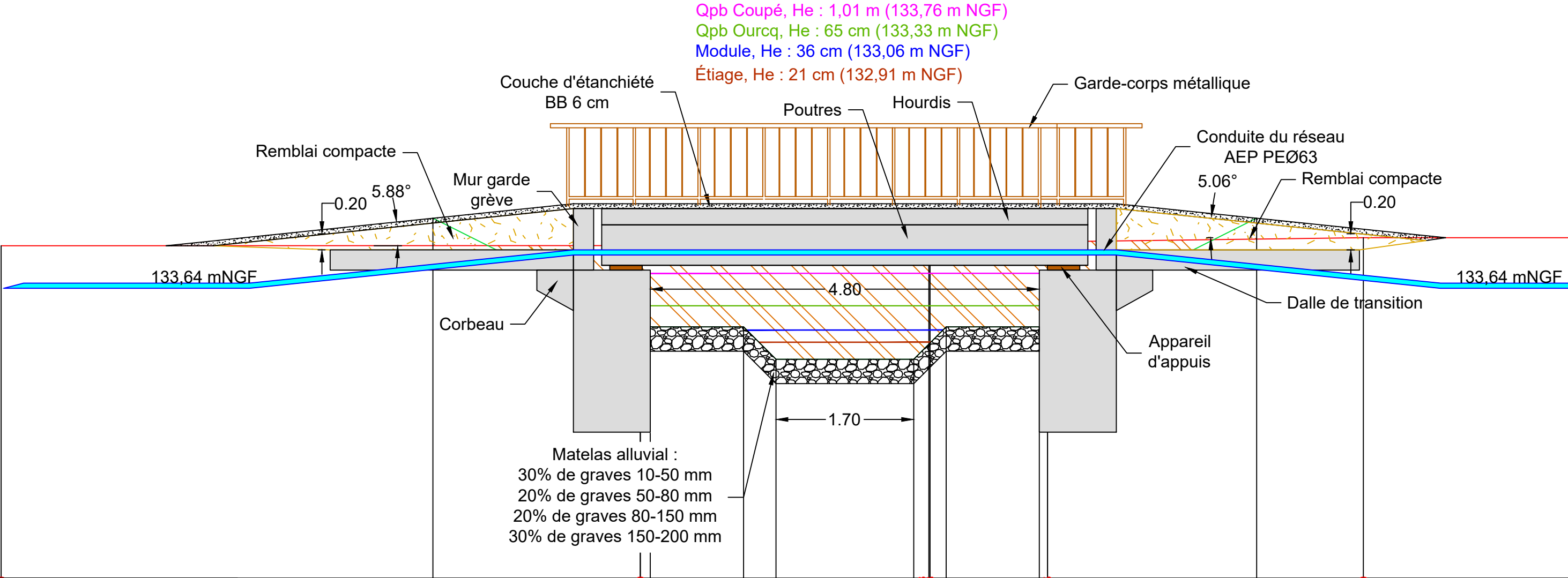
Berges pente 2/1
avec géotextile coco
H2M5 740g/m²

Blocs Ø200 mm
émergents de 25 cm

Blocs 200-300 mm
en pied de berges

Fond rugueux en
pierres 200-300 mm

Altitudes TN Ei	135.98	135.65	135.65	135.65	135.65	135.38
Distances Cumulees Ei	0.00	4.12	8.46	10.78	11.39	
Pente TN Ei		-9.0 %	0.0 %		-36.3 %	
Terrassement		135.65	134.36	133.86	133.86	134.36
Altitudes Ea		135.65	134.16	133.86	133.86	135.65
Distance cumulees Ea		0.00	2.88	3.78	6.66	
Pente Ea			-50.3 %	0.0 %	50.3 %	



Altitudes TN	134.10134.13134.15134.20									
Distances Cumulees	7.8911.4512.9116.81									
Pente TN	0.0 %		0.8 %			1.3 %			0.0	
Décaissement										
Altitudes PROJET	134.44	133.16133.10	133.10132.70	133.10133.16	133.16133.19	134.44				
Distance cumulees PRO	0.00	2.562.68	3.834.23	5.936.33	7.487.58	10.16				
Pente PRO		-50.0 %	0.0 %	100.0 %	0.0 %	100.0 %	0.0 %	50.0 %		

Moulin de Caranda état aménagé
Profil en travers 5

Syndicat Intercommunal pour la gestion du bassin de l'Ourcq amont

Étude de restauration de la continuité écologique au seuil du moulin de Caranda à Cierges

Qpb Coupé, He ; 1,05 cm (133,44 m NGF)

Qpb Ourcq, He ; 85 cm (133,24 m NGF)

Module, He ; 38 cm (132,77 m NGF)

Étiage, He ; 23 cm (132,62 m NGF)

Berges pente 2/1
avec géotextile coco
H2M5 740g/m²

Berges pente 3/1
avec géotextile coco
H2M5 740g/m²

Déblai : 7.6 m²

Remblai : 0.0 m²

Blocs épars 300 mm

Matelas alluvial :
30% de graves 10-50 mm
20% de graves 50-80 mm
20% de graves 80-150 mm
30% de graves 150-200 mm

Altitudes TN Ei	133.95	133.95	133.95	133.95	133.88
Distances Cumulees Ei	0.00	5.07	7.75	10.40	15.45
Pente TN Ei		0.6 %	-0.6 %	-1.1 %	
Terrassement		133.95	132.38	132.08	133.88
Altitudes Ea		133.95	132.38	132.38	133.88
Distance cumulees Ea		0.00	3.10	4.00	8.65
Pente Ea		-49.7 %	0.0 %	32.3 %	

Moulin de Caranda état aménagé

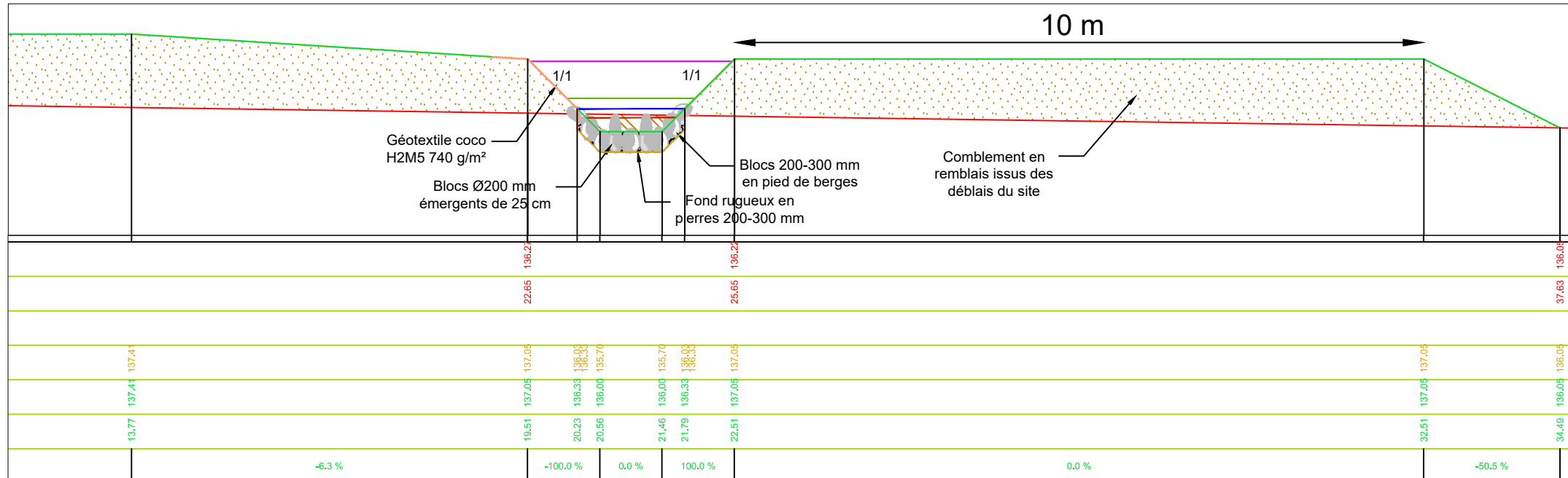
Profil en travers 6

Syndicat Intercommunal pour la gestion du bassin de l'Ourcq amont

Étude de restauration de la continuité écologique au seuil du moulin de Caranda à Cierges

Comblement en
remblais issus des
déblais du site

Altitudes TN Ei	138.36	138.37	137.06	137.10	137.10	137.20	137.20	137.30	137.30	137.04	136.74	136.36	136.04	136.04	136.24	136.44	136.46	136.43	
Distances Cumulees Ei	0.00	3.14	3.50	3.89	4.43	4.86	5.12	5.19	5.75	6.02	6.28	6.54	6.74	7.49	7.88	8.28	8.73	9.49	11.14
Pente TN Ei		0.6 %	-359.4 %	5.2 %	0.0 %	22.8 %	51.2 %	-90.3 %	-113.4 %	-137.4 %	-131.5 %	4.9 %	0.0 %	2.5 %	37.1 %	42.0 %	7.9 %	-1.8 %	
Terrassement		138.37	138.26	138.16	137.96	137.85	137.74	137.58	137.50	137.43	137.41	137.41	137.41	137.41	137.41	137.41	137.41	137.41	137.41
Altitudes Ea		138.37	138.26	138.16	137.96	137.85	137.74	137.58	137.50	137.43	137.41	137.41	137.41	137.41	137.41	137.41	137.41	137.41	137.41
Distance cumulees Ea		0.00	0.36	0.75	1.29	1.72	2.08	2.61	2.87	3.18	3.40	3.60	4.34	4.74	5.14	5.59	6.35	8.00	13.77
Pente Ea					-30.1 %													0.0 %	



Altitudes TN Ei	137,95	138,27	137,65	136,33	136,15	135,95	136,45	136,57	137,22	137,95
Distances Cumulees Ei	0,00	9,12	10,02	10,76	11,09	11,52	11,79	12,12	13,96	15,78
Pente TN Ei		3,5 %	-70,8 %	-176,0 %	-70,2 %	-34,4 %	88,1 %	125,5 %	21,2 %	37,9 %
Terrassement	137,95									137,95
Altitudes Ea	137,95									137,95
Distance cumulees Ea	0,00									15,78
Pente Ea			0,0 %							

Moulin de Caranda état aménagé

Profil en travers 8

Syndicat Intercommunal pour la gestion du bassin de l'Ourcq amont

Étude de restauration de la continuité écologique au seuil du moulin de Caranda à Cierges

