

DEPARTEMENT DE L'ORNE
SMIACEB DE LA RISLE




Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

MISSION DE MAITRISE D'ŒUVRE

ETUDE AU STADE PRO

VILLE & TRANSPORT
DIRECTION REGIONALE OUEST
Espace bureaux Sillon de Bretagne
8 avenue des Thébaudières
CS 20232
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX

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

 Ville & Transport Direction Régionale Ouest Espace bureaux Sillon de Bretagne 8 avenue des Thébaudières – CS 20232 44815 SAINT HERBLAIN CEDEX Tél. : 02 28 09 18 00 Fax : 02 40 94 80 99	N° Affaire	4 53 1976					Etabli par	Vérifié par
	Date	MAI 2019					E. COURTOIS R. BARBE	J. BATTU
	Indice	A	B					

SOMMAIRE

Avant-propos	e
Section 1 CONTEXTE	6
1. LOCALISATION	7
2. DESCRIPTION GENERALE DU SITE	8
3. RUBRIQUE DE LA NOMENCLATURE	10
4. RAPPEL DES CONDITIONS HYDROLOGIQUES	11
5. RAPPEL DES ESPECES CIBLES	11
Section 2 Propositions d'aménagements au stade PRO	13
6. SYNTHESE DES AMENAGEMENTS RETENUS	14
7. ACCES AUX ZONES DE TRAVAUX	16
8. DIMENSIONNEMENT DES TRAVAUX A REALISER	21
8.1. VERDUN : CREATION D'UNE RAMPE EN ENROCHEMENTS JOINTIFS	21
8.1.1. TRAVAUX DE SUPPRESSION	21
8.1.2. IMPLANTATION DE LA RAMPE	21
8.1.3. DESCRIPTIF DE LA RAMPE	22
8.1.4. RESPECT DES CONSIGNES DE REPARTITION DES DEBITS	25
8.2. TRONÇON 1	25
8.2.1. DESTRUCTION DU PARKING POUR ELARGISSEMENT	25
8.2.2. DIVERSIFICATION DES ECOULEMENTS	29
8.2.3. CREATION D'UN RADIER	30
8.2.4. PROTECTION DE MUR EN BERGE	31
8.2.5. REDIMENSIONNEMENT DE L'OUVERTURE DU PONT 46	31
8.3. TRONÇON 2	33
8.3.1. SOUS-TRONÇON 2-1 : ELARGISSEMENT PAR RETALUTAGE DES BERGES EN PENTES DOUCES	33
8.3.2. SOUS-TRONÇON 2-2 : ELARGISSEMENT PAR RETALUTAGE DES BERGES EN PENTES DOUCES	35
8.3.3. SOUS-TRONÇON 2-3 : ELARGISSEMENT PAR RETALUTAGE DES BERGES EN PENTE DOUCE	38
8.4. TRONÇON 3	40
8.4.1. CREATION DE BANQUETTES	40
8.4.2. CREATION DE DEUX DEFLECTEURS	43
8.5. TRONÇON 4	44
8.6. TRONÇON 5	46
8.6.1. RECHARGES MINERALES	47
8.6.2. BANQUETTES VEGETALISEES	48
9. PRESENCE DE RESEAUX	49

Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

Mission de maîtrise d'œuvre

9.1.	SECTEUR DU BRAS NORD	49
9.2.	SECTEUR DU BRAS CENTRAL	49
9.3.	SECTEUR DU BRAS SUD	49
10.	NATURE ET CONSISTANCE DES TRAVAUX	50
10.1.	TRAVAUX PREPARATOIRES	50
10.1.1.	CREATION DE RAMPES D'ACCES	50
10.1.2.	NETTOYAGE DES BERGES ET DU LIT DE LA RIVIERE	50
10.1.3.	ABATTAGE ET DESSOUCHAGE D'ARBRES	50
10.2.	CREATION DE BATARDEAUX	51
10.3.	TRAVAUX DE DEMANTELEMENT ET DEMOLITION	51
10.3.1.	DEMOLITION DE MAÇONNERIES EXISTANTES	52
10.3.2.	DEMOLITION DE MURS EN BERGE	52
10.3.3.	NETTOYAGE ET EVACUATION DES DECHETS EN DECHARGE	52
10.4.	TERRASSEMENT	52
10.4.1.	MODALITE DE CALCUL DES VOLUMES	52
10.4.2.	DEBLAIS BETONNES	53
10.4.3.	TERRE VEGETALE D'APPORT	53
10.5.	GENIE VEGETAL	53
10.5.1.	PRINCIPE D'ENSEMENCEMENT DES BERGES ET BANQUETTES	53
10.5.2.	PLANTATIONS	54
10.6.	MATERIAUX MINERAUX	54
10.6.1.	MATERIAUX DE LA RAMPE	54
10.6.2.	PROTECTION EN ENROCHEMENTS DES TALUS	55
10.6.3.	CREATION D'UN RADIER	55
10.6.4.	RECHARGES GRANULOMETRIQUE ET DIVERSITE DES ECOULEMENTS	55
10.6.5.	MATERIAUX CONSTITUTIF DES EPIS	56
10.7.	INSTALLATION DE PASSERELLE	56
10.8.	REPRISE DE REJETS PLUVIAUX	57
10.9.	SPECIFICATIONS PARTICULIERES DES MATERIAUX	57
10.9.1.	GEOTEXTILE FILTRANT	57
10.9.2.	GEOTEXTILE COCO	58
10.9.3.	PIEUX	58
10.10.	CHANGEMENT DE CONSIGNE DE L'AUTOMATE DES CLAPETS	59
10.11.	TRAVAUX DE REMISE EN ETAT DES SITES	59
11.	ESTIMATION FINANCIERE	60
12.	PLANNING ET PHASAGE DES TRAVAUX	61
Section 3	Annexes	63
Annexe A.	Plans au stade projet	64
Annexe B.	Photomontages	65
Annexe C.	Note de dimensionnement de la rampe en enrochements jointifs	66

Annexe D. Note de dimensionnement du pont n°46 _____ 67

TABLEAUX

Tabl. 1 -	Synthèse de l'hydrologie au droit de l'Aigle	11
Tabl. 2 -	Récapitulatif des périodes de migration des espèces cibles	12
Tabl. 3 -	Contraintes de dimensionnement des rampes en enrochements jointifs pour les espèces cibles (Rapport GHAAPPE)	12
Tabl. 4 -	Répartition des débits après aménagement (Artelia)	25
Tabl. 5 -	Caractéristiques des épis – Tronçon 1	29

FIGURES

Fig. 1.	Localisation du centre-ville de l'Aigle	7
Fig. 2.	Réseau hydrographique du centre-ville de l'Aigle	8
Fig. 3.	Localisation des zones de travaux (à faire)	9
Fig. 4.	Synthèse des travaux et accès	15
Fig. 5.	Place de verdun, en bord de la Risle	16
Fig. 6.	Parking de l'avenue Kennedy, qui s'insère entre le bras central et le bras nord de la Risle	16
Fig. 7.	Parking du Tronçon 1 à supprimer	17
Fig. 8.	Accès au tronçon 2	17
Fig. 9.	Localisation du pont n°48 (Artelia)	18
Fig. 10.	Accès au droit du pont n°48	18
Fig. 11.	Accès rue Marcel Guiet	19
Fig. 12.	Accès par le porche à l'arrière de la médiathèque	19
Fig. 13.	Porche d'accès rue des Tanneurs	20
Fig. 14.	Accès depuis l'entrée de la résidence « les Archers »	20
Fig. 15.	Ouvrage de Verdun à l'état actuel (Artelia)	21
Fig. 16.	Plan PRO – Seuil de Verdun	23
Fig. 17.	Plan masse – Seuil de Verdun	24
Fig. 18.	Limite amont du tronçon (Artelia)	26
Fig. 19.	Limite aval du tronçon (Artelia)	26
Fig. 20.	Emprise nécessaire à la création de berge	26
Fig. 21.	Profil en travers du Tronçon 1	27
Fig. 22.	Plan masse – Tronçon 1	28
Fig. 23.	Schéma de principe de mise en place d'épis (Artelia)	29
Fig. 24.	Exemple de radier créé sur la Moine (Artelia)	30
Fig. 25.	Exemple de radier créé sur la Dives (Artelia)	30
Fig. 26.	Profil en travers type du radier à créer	30
Fig. 27.	Plan masse – Création d'un radier en aval du pont 46	31
Fig. 28.	Mur fragilisé sur le bras nord (Artelia)	31
Fig. 29.	Pont n°46 à l'état actuel (Artelia)	32
Fig. 30.	Limite amont du sous tronçon	33
Fig. 31.	Limite aval du sous tronçon	33
Fig. 32.	Profil en travers type – Tronçon 2-1	34
Fig. 33.	Plan masse – Tronçon 2-1	35
Fig. 34.	Passerelle détériorée	35
Fig. 35.	Type de passerelle retenue	35
Fig. 36.	Limite amont du sous tronçon n°2 (Artelia)	36
Fig. 37.	Rétrécissement important sur le sous tronçon n°2 (Artelia)	36
Fig. 38.	Profil en travers type – Tronçon 2-2	37
Fig. 39.	Plan masse - Tronçon 2-2	38
Fig. 40.	Ouvrages bétons présents sur le bras nord	38
Fig. 41.	Profil en travers type – Tronçon 2-3	39
Fig. 42.	Pied de la passerelle détérioré en rive droite	40
Fig. 43.	Plan masse - Tronçon 2-3	40

Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

Mission de maîtrise d'œuvre

Fig. 44.	Radier limitant la continuité piscicole	41
Fig. 45.	Linéaire concerné par l'aménagement des banquettes	41
Fig. 46.	Profil en travers type – Tronçon 3	42
Fig. 47.	Plan masse - Tronçon 4	43
Fig. 48.	Disposition des épis – Tronçon 3	43
Fig. 49.	Coupe type épis – Tronçon 3	44
Fig. 50.	Localisation de la banquette à réaliser	45
Fig. 51.	Atterrissement présent en amont du passage sous bâtiment sur le bras central	45
Fig. 52.	Plan masse - Tronçon 4	46
Fig. 53.	Bras sud dans sa partie aval (Artelia)	46
Fig. 54.	Plan masse – Tronçon 5	47
Fig. 55.	Profil en travers type – recharge minérale – Tronçon 5	47
Fig. 56.	Profil en travers type – banquette végétalisée – Tronçon 5	48
Fig. 57.	Planning	62

AVANT-PROPOS

Dans le cadre des nouveaux classements de cours d'eau au titre de l'article L.214-17 du code de l'environnement, la Risle au droit du centre-ville de l'Aigle est classée en Liste 1 et en Liste 2.

Les objectifs inhérents à ces listes sont d'améliorer la continuité écologique transversale et longitudinale sur les cours d'eau nécessitant des actions de restauration liées au décroisement des cours d'eau, de garantir des conditions adéquates de circulation des espèces migratrices (amphihalines ou non) et de contribuer à la préservation ou au rétablissement d'un transport suffisant des sédiments, nécessaire au bon fonctionnement morphodynamique des cours d'eau.

Un premier rapport au stade AVP a permis de dresser un état des lieux du site d'étude puis de définir précisément les aménagements à réaliser.

Le présent document constitue le dossier en phase Projet.

Toutes les cotes indiquées dans ce rapport et sur les plans annexés au rapport sont en m NGF IGN69.

SECTION 1

CONTEXTE

1. LOCALISATION

Le site d'étude se concentre essentiellement sur le centre-ville de l'Aigle à travers les ouvrages de Verdun, des Alliés et du Quai Catel.

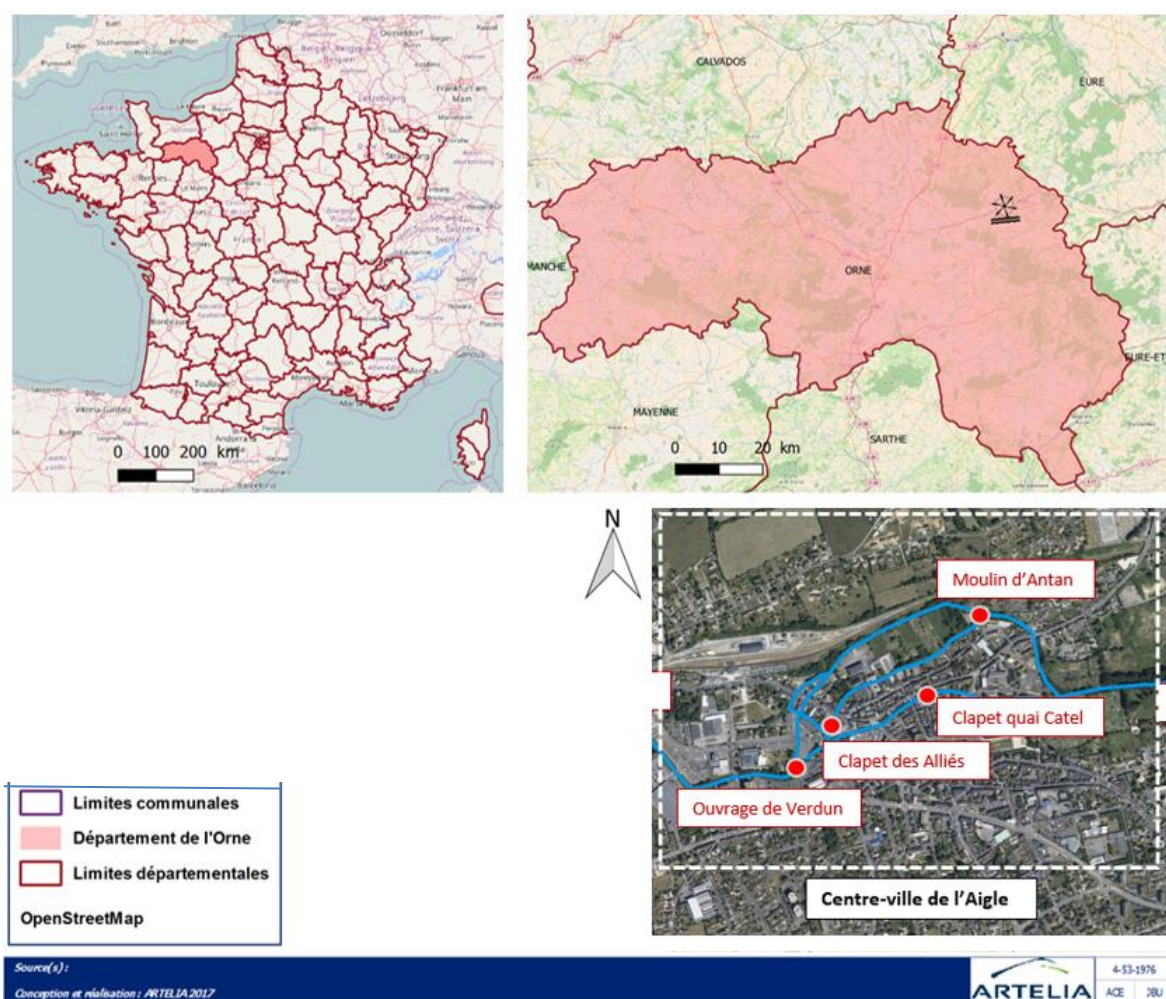


Fig. 1. Localisation du centre-ville de l'Aigle

Dans le document nous utiliserons les appellations suivantes :

- Bras du Chesnay = Bras nord ;
- Bras des tanneurs = Bras central ;
- Bras sud.

Les ponts seront nommés par les numéros qui leur ont été attribués dans le PPRI.

Les noms des ouvrages sont ceux qui nous ont été indiqués au démarrage de l'étude à savoir :

- Ouvrage de Verdun (sur le bras nord), ROE20916 ;
- Clapet des Alliés (sur le bras des tanneurs), ROE20899 ;
- Clapet d'Antan (sur le bras des tanneurs), ROE20914 ;
- Clapet Quai Catel (sur le bras sud), ROE20906.

2. DESCRIPTION GENERALE DU SITE

Le réseau hydrographique concerné par les travaux d'aménagement se situe en centre-ville de l'Aigle.

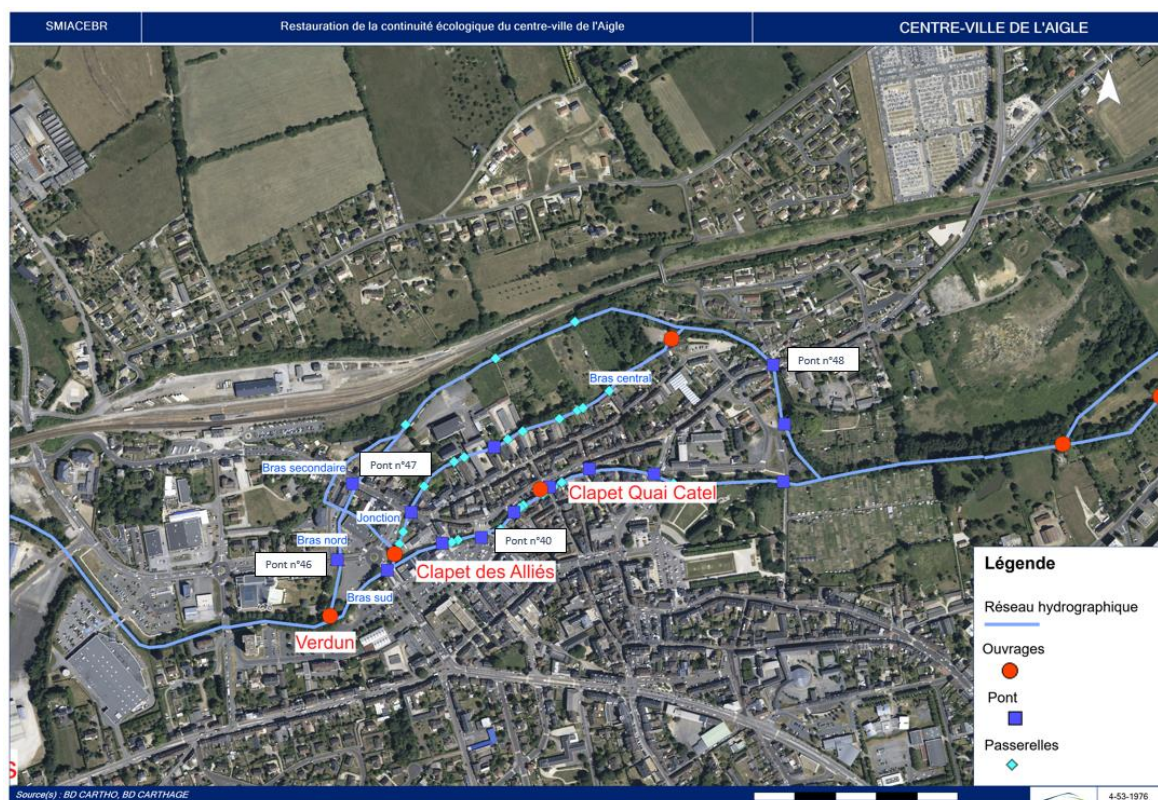


Fig. 2. Réseau hydrographique du centre-ville de l'Aigle

Les travaux à réaliser portent sur différents tronçons de la Risle.

Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

Mission de maîtrise d'œuvre

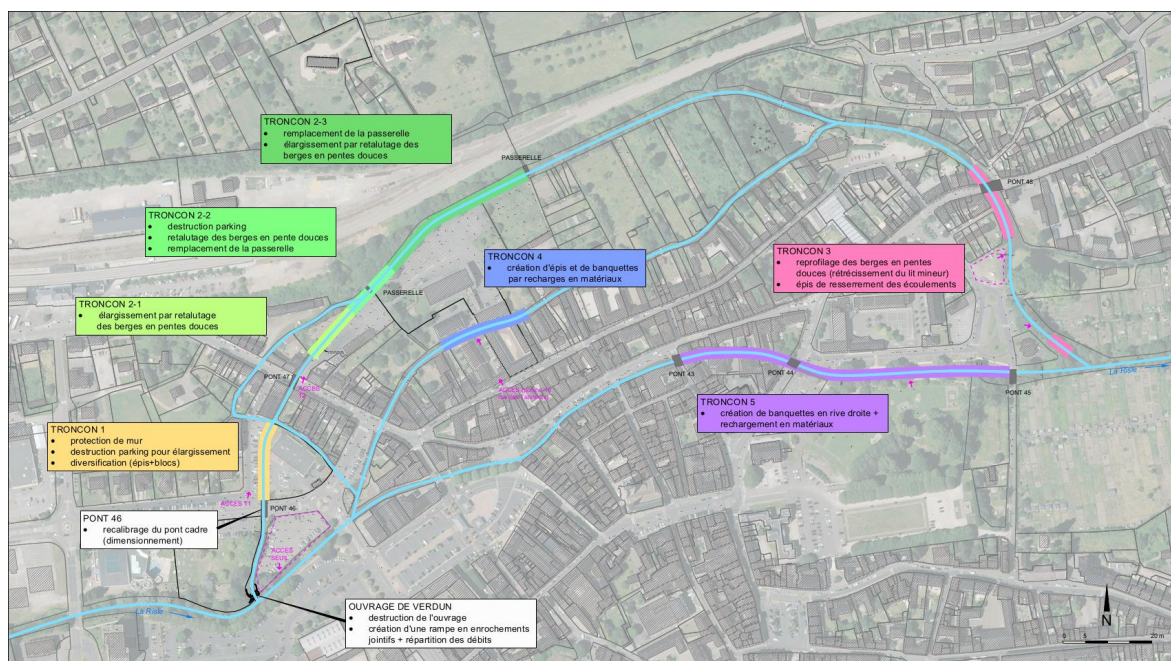


Fig. 3. Localisation des zones de travaux (à faire)

Les travaux porteront sur les tronçons suivants :

- **Bras Nord :**
 - Seuil de Verdun : Au droit de la Place de Verdun;
 - Tronçon 1 : Entre les ponts 46 et 47 ;
 - Tronçon 2 : Entre le pont 47 et la passerelle localisée juste en aval de la médiathèque (parcelle 000A17) ;
 - Tronçon 3 : en aval direct du pont 48, sur 49 m.
- **Bras Central :**
 - Tronçon 4 : Au droit au 14 rue des tanneurs, sur 25 m.
- **Bras Sud :**
 - Tronçon 5 : Entre les ponts 43 et 45.

3. RUBRIQUE DE LA NOMENCLATURE

Les travaux font l'objet de plusieurs rubriques de la nomenclature IOTA :

N° Rubrique	Désignation de l'opération	Procédure	Justification
3.1.1.0	<p>Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1° Un obstacle à l'écoulement des crues - 2° Un obstacle à la continuité écologique : <ul style="list-style-type: none"> a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation <p>Au sens de la présente rubrique, la continuité écologique des cours d'eau se définit par la libre circulation des espèces biologiques et par le bon déroulement du transport naturel des sédiments</p>	Autorisation	<p>Les travaux nécessitent la réalisation de plusieurs batardeaux.</p> <p>Les batardeaux bloqueront un seul des bras de la Risle à la fois. Il en est prévu 3 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un sur le bras nord pour les tronçons 1, 2 et le seuil de Verdun - Un sur l'aval du bras nord pour le tronçon 3 - Un sur le bras sud pour le tronçon 5
3.1.2.0	<p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m - 2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m <p>Le lit mineur d'un cours d'eau est l'espace recouvert par les eaux coulant à pleins bords avant débordement.</p>	Autorisation	<p>Les linéaires de travaux sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verdun : 30 ml - Tronçon 1 : 70 ml - Tronçon 2 : 225 ml - Tronçon 3 : 55ml ; - Tronçon 4 : 25 ml ; - Tronçon 5 : 285 ml. <p>Soit 690 ml au total</p>
3.1.4.0	<p>Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m - 2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m 	Autorisation	<p>Les linéaires de consolidation de berges par enrochements sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tronçon 1 : 70 ml ; - Tronçon 2 : 50 ml ; - Tronçon 4 : 25 ml ; - Tronçon 5 : 85 ml. <p>Soit 230 ml au total</p>

4. RAPPEL DES CONDITIONS HYDROLOGIQUES

L'hydrologie de la Risle au droit de l'Aigle a été reconstituée à partir de la station hydrométrique de Rai (I0011010). Le tableau suivant présente une synthèse des conditions hydrologiques sur les différents bras de l'Aigle

Tabl. 1 - Synthèse de l'hydrologie au droit de l'Aigle

Conditions hydrologiques		Débits (m³/s)	Répartition actuelle (%) entre les bras		
			Bras Nord	Bras sud	Bras centre
Etiage	Qmna5	0.56	49.2 %	47.3 %	3.5 %
Normale	Module	1.66	39 %	36 %	24 %
	2*Module	3.32	-	-	-
Hautes eaux	Q2	17.85	31%	36%	33%
	Q10	28.35	31%	33%	36%
	Q100	47.6	33%	31%	36%

5. RAPPEL DES ESPECES CIBLES

Dans le cadre du classement en liste 1 et liste 2 au titre de l'article L.214-17 du code de l'environnement, les espèces à prendre en compte sur le linéaire de travaux sont les suivantes :

- L'Anguille ;
- La Lamproie marine ;
- La Lamproie fluviatile ;
- Le Saumon atlantique ;
- La Truite de mer ;
- La Truite fario ;
- La Vandoise
- Le Barbeau ;
- L'Ombre.

Les périodes de migration de ces espèces sont rappelées dans le tableau suivant :

Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

Mission de maîtrise d'œuvre

Tabl. 2 - Récapitulatif des périodes de migration des espèces cibles

Espèces	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Anguille												
Lamproie marine												
Lamproie fluviatile												
Saumon atlantique												
Truite de mer												
Truite fario												
Vandoise												
Barbeau fluviatile												
Ombre commun												

Période de dévalaison	
Période de montaison	

Les critères de dimensionnement de la rampe en enrochements jointifs au niveau de l'ouvrage de Verdun sont étroitement liés aux capacités de nage des espèces migratrices considérées :

Tabl. 3 - Contraintes de dimensionnement des rampes en enrochements jointifs pour les espèces cibles (Rapport GHAPPE)

Groupe d'espèces	Hauteur d'eau minimale (m)	Vitesses d'écoulement maximales (m/s)	Longueur maximale du coursier (m)
Saumons, truites de mer, lamproies	0.3	3.0	10
		2.0	20
Aloses	0.4	2.5	10
		1.5-1.8	20
Truites fario, Ombres, cyprinidés rhéophiles	0.2	1.8-2.0	5-6
		1.5	10
Petites espèces	0.2	1.2-1.5	5-6

Pour ce projet on retiendra les critères associés aux espèces cibles (entourés dans le tableau précédent).

Les anguilles quant à elles, ont une capacité de nage limitée, mais elles peuvent franchir les ouvrages par reptation dans les zones de faibles hauteurs d'eau et de faibles courants.

SECTION 2

PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS AU STADE PRO

6. SYNTHÈSE DES AMÉNAGEMENTS RETENUS

Les aménagements retenus en fin de phase AVP pour l'étude au stade PRO sont listés ci-après :

- Axe de continuité écologique : Bras Nord du Chesnay avec création d'une rampe en lieu et place de l'ouvrage de Verdun ;
- Elargissement du Bras Nord par démolition de murs de berge et retalutage ;
- Réfection du pont n°46 ;
- Automatisation des clapets hydrauliques pour permettre la répartition fixe des débits ;
- Suppression des vestiges d'ouvrage présents le long du Bras Nord qui font goulot d'étranglement ;
- Renaturation du bras Nord par diversification des écoulements ;
- Aménagements paysagers et diversification des habitats aquatiques des bras secondaires.

Le détail par secteur de travaux est le suivant :

- **Bras Nord :**
 - Seuil de Verdun : Démolition du seuil et remplacement par une rampe en enrochements jointifs permettant la répartition des débits entre les bras nord et sud ;
 - Tronçon 1 :
 - Elargissement du lit (destruction d'un parking) et diversification des écoulements par pose de blocs et d'épis ;
 - Protection de mur en berge : renforcement du pied de mur érodé par des enrochements libres ;
 - Pont 46 : Redimensionnement de l'ouverture du cadre pour assurer un bon écoulement ;
 - Tronçon 2 :
 - Elargissement du lit par retalutage en pente douce ;
 - Remplacement de 2 passerelles piétonnes.
 - Tronçon 3 : Reprofilage des berges en pente douce + Epis au niveau de la confluence avec le Bras sud.
- **Bras Central :**
 - Tronçon 4 : Création d'un épi par recharge granulométrique en partie mobilisable.
- **Bras Sud :**
 - Tronçon 5 :
 - Création de banquettes végétalisées en rive droite en aval du pont 44
 - Création d'épis pour resserrer les écoulements en amont du pont 44.

Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

Mission de maîtrise d'œuvre

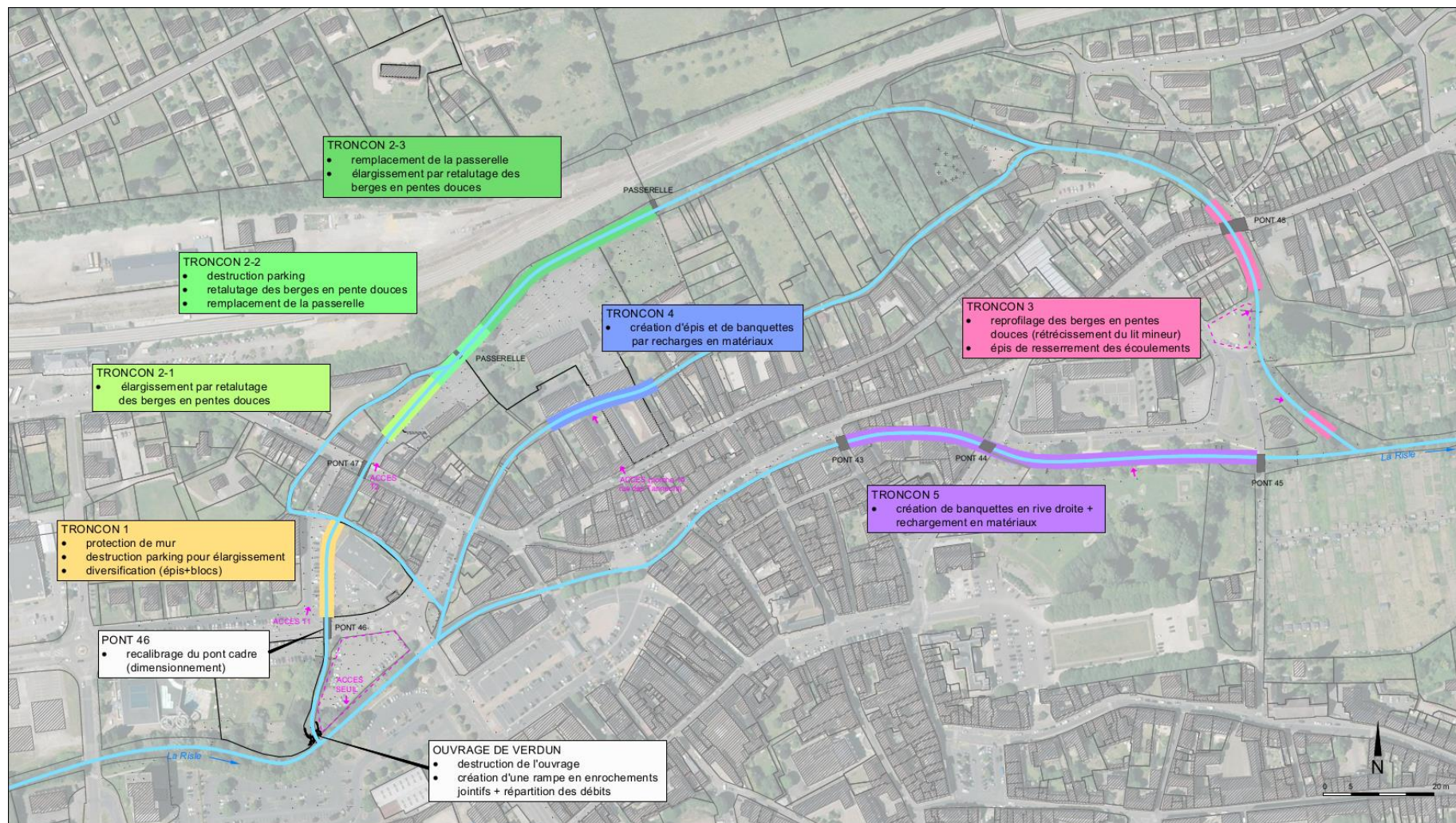


Fig. 4. Synthèse des travaux et accès

7. ACCES AUX ZONES DE TRAVAUX

Les accès aux zones de travaux sont les suivantes :

- **Seuil de Verdun**

L'accès à la zone de travaux pourra se faire depuis le Nord par le parking de l'avenue du Président Kennedy (D12) ou depuis la place de Verdun au Sud.



Fig. 5. Place de verdun, en bord de la Risle



Fig. 6. Parking de l'avenue Kennedy, qui s'insère entre le bras central et le bras nord de la Risle

Le site de travaux, bien qu'en milieu urbain, présente de l'espace. Ce secteur pourrait accueillir la base vie du chantier.

Ces accès et l'implantation de la base vie sont susceptibles d'évoluer en fonction des travaux prévus par la CDC pour la création d'un complexe culturel en 2020.

- **Tronçon 1**

L'accès à la zone de travaux pourra se faire depuis la rue Apollo XI en arrivant par l'avenue du Président Kennedy (D12).



Fig. 7. Parking du Tronçon 1 à supprimer

Les travaux seront réalisés en secteur confiné, il sera probablement nécessaire de couper (ou réduire la bande circulaire) de la rue Apollo durant la durée des travaux afin de permettre aux engins de circuler.

- **Tronçon 2-1, 2-2, 2-3 et changement de deux passerelles**

L'accès à la zone de travaux pourra se faire depuis la rue du Général de Gaulle.



Fig. 8. Accès au tronçon 2

L'espace disponible en rive droite est conséquent, il s'agit du parking de la médiathèque ; il pourrait accueillir une base vie. A noter que les travaux du Tronçon 2-1 concernent la rive gauche.

- **Tronçon 3**

Les photos suivantes illustrent les conditions d'accès au tronçon 3.



Fig. 9. Localisation du pont n°48 (Artelia)



Fig. 10. Accès au droit du pont n°48

Le pont n°48 ne présente pas d'accès direct au cours d'eau. Il sera nécessaire d'intervenir depuis l'aval du tronçon, via le dégagement du carrefour de la rue Marcel Guet avec la rue de l'abreuvoir Saint Jean.



Fig. 11. Accès rue Marcel Guiet

Pose de déflecteurs sur confluence Bras nord et Bras sud : L'accès au site des 2 épis de resserrement pourra se faire par la rue de l'Abreuvoir Saint Jean, à côté de l'espace Ado61.

- **Tronçon 4**

L'accès au tronçon 4 est très contraint.

Les seuls accès possibles sont localisés :

- A l'arrière de la médiathèque par le porche. Les travaux devront être effectués depuis le haut de berge. Le gabarit des engins devra être compatible avec celui du porche.



Fig. 12. Accès par le porche à l'arrière de la médiathèque

- Au 14 rue des Tanneurs, par le porche menant à un parking collectif. Les travaux devront être effectués depuis le haut de berge. Le gabarit des engins devra être compatible avec celui du porche.



Fig. 13. Porche d'accès rue des Tanneurs

- **Tronçon 5**

L'accès au tronçon 5 est très contraint. Seule la rive Sud est accessible depuis la rue Saint Barthélémy, via le parc municipal. L'accès au cours d'eau pourra se faire sur la partie non aménagée des berges.

Pour la partie amont du tronçon (entre le pont 43 et la fin du parking du parc) un accès par l'entrée de la résidence « les Archers » est envisageable. Ce point d'accès pourra être utilisé pour réaliser les travaux depuis le haut de berge. Si besoin, les engins devront cheminer depuis l'aval du tronçon dans le lit vif et passer sous le pont de la D919 (rue Guillaume le Conquérant).



Fig. 14. Accès depuis l'entrée de la résidence « les Archers »

8. DIMENSIONNEMENT DES TRAVAUX A REALISER

Les plans et coupes au stade projet sont indiquées en annexe (Annexe A). Des photomontages réalisés à partir de prises de vue sur les différents secteurs de travaux sont également présentés en annexe (Annexe B).

8.1. VERDUN : CREATION D'UNE RAMPE EN ENROCHEMENTS JOINTIFS

L'ouvrage de Verdun, qui est actuellement non franchissable par toutes les espèces cibles, sera supprimé. Une rampe en enrochements sera mise en place en lieu et place de celui-ci afin de permettre la restauration de la continuité écologique sur le bras nord mais également une répartition cohérente des débits entre les 3 bras (répartition des débits : 60 % bras Nord du Chesnay ; 32 % bras Sud ; 8 % bras central des tanneurs).

8.1.1. TRAVAUX DE SUPPRESSION

L'ouvrage de Verdun, seuil fixe maçonné avec présence de redans, sera entièrement supprimé.



Fig. 15. Ouvrage de Verdun à l'état actuel (Artelia)

Ces travaux de suppression comprennent :

- A- La suppression du radier maçonné et/ou béton et des redans, le tri des matériaux ;
- B- La mise en dépôt sur site avant réutilisation des matériaux réutilisables sur le site (enrochements, blocs) ;
- C- L'évacuation en décharge agréée des matériaux de démolition ne pouvant pas être réutilisés sur site.

8.1.2. IMPLANTATION DE LA RAMPE

L'objectif de cette rampe est de diminuer la hauteur de chute au droit de l'ouvrage de Verdun. Elle doit donc être placée en lieu et place de l'ouvrage supprimé.

La longueur de la rampe (10 m) nécessite d'avoir une largeur de cours d'eau relativement homogène pour en faciliter la réalisation.

8.1.3. DESCRIPTIF DE LA RAMPE

Cette rampe est conçue de manière à être franchissable pour l'ensemble des espèces cibles pour des débits allant du Q_{MNA5} au $Q_{90\%}$ (débit dépassé 10 % du temps).

Cet ouvrage est conçu en enrochements 300/500 mm ($D_{65} = 400$ mm) liaisonnés sur 30 % de leur hauteur et renforcés en amont et en aval par une rangée de blocs 600/800 mm liaisonnés.

NB : les cotes indiquées ci-après sont les cotes moyennes comprises entre le haut des enrochements et le dessus du béton de liaisonnement. Ainsi :

- Cote du haut des enrochements = cote indiquée + 0.14 m
- Cote du haut du béton = cote indiquée – 0.14 m.

Elle a été dimensionnée afin de respecter les contraintes présentées précédemment (respect de la hauteur d'eau et des vitesses pour le franchissement des espèces cibles...).

Ainsi, elle présente :

- Une pente longitudinale de 3 % ;
- Un premier dévers situé en rive gauche (cote du point bas comprise entre 197.75 m IGN69¹ en amont et 197.45 m IGN69¹ en aval). Ce dévers présente une largeur de 3.60 m pour un pendage latéral de 6.90 %. La cote haute du dévers est comprise entre 198.00 m IGN69¹ en amont et 197.70 m IGN69¹ en aval ;
- Un second dévers situé en partie centrale de la rampe (cote du point bas comprise entre 197.70 m IGN69² en amont et 197.40 m IGN69¹ en aval). Ce dévers présente une largeur de 1.80 m pour un pendage latéral de 2.90 %. La cote haute du dévers est comprise entre 198.00 m IGN69¹ en amont et 197.70 m IGN69¹ en aval ;
- Un troisième dévers situé en rive droite (cote du point bas comprise entre 197.75 m IGN69³ en amont et 197.45 m IGN69¹ en aval). Ce dévers présente une largeur de 3.60 m pour un pendage latéral de 6.90 %. La cote haute du dévers est comprise entre 198.00 m IGN69¹ en amont et 197.70 m IGN69¹ en aval ;
- Une rampe à anguilles en rive gauche de 0,60 m de large dont la cote est comprise entre 198.00 et 198.30 m IGN69¹ en amont et 197.70 et 198.00 m IGN69¹ en aval, soit un dévers latéral de 50 %. Cette rampe sera réalisée en béton dans lequel seront enchâssées des pierres 100/150 mm dépassant de 50 à 100 mm avec un espacement de 20 à 30 mm.

La vue en plan ci-après et les coupes associées permettent de présenter cet aménagement.

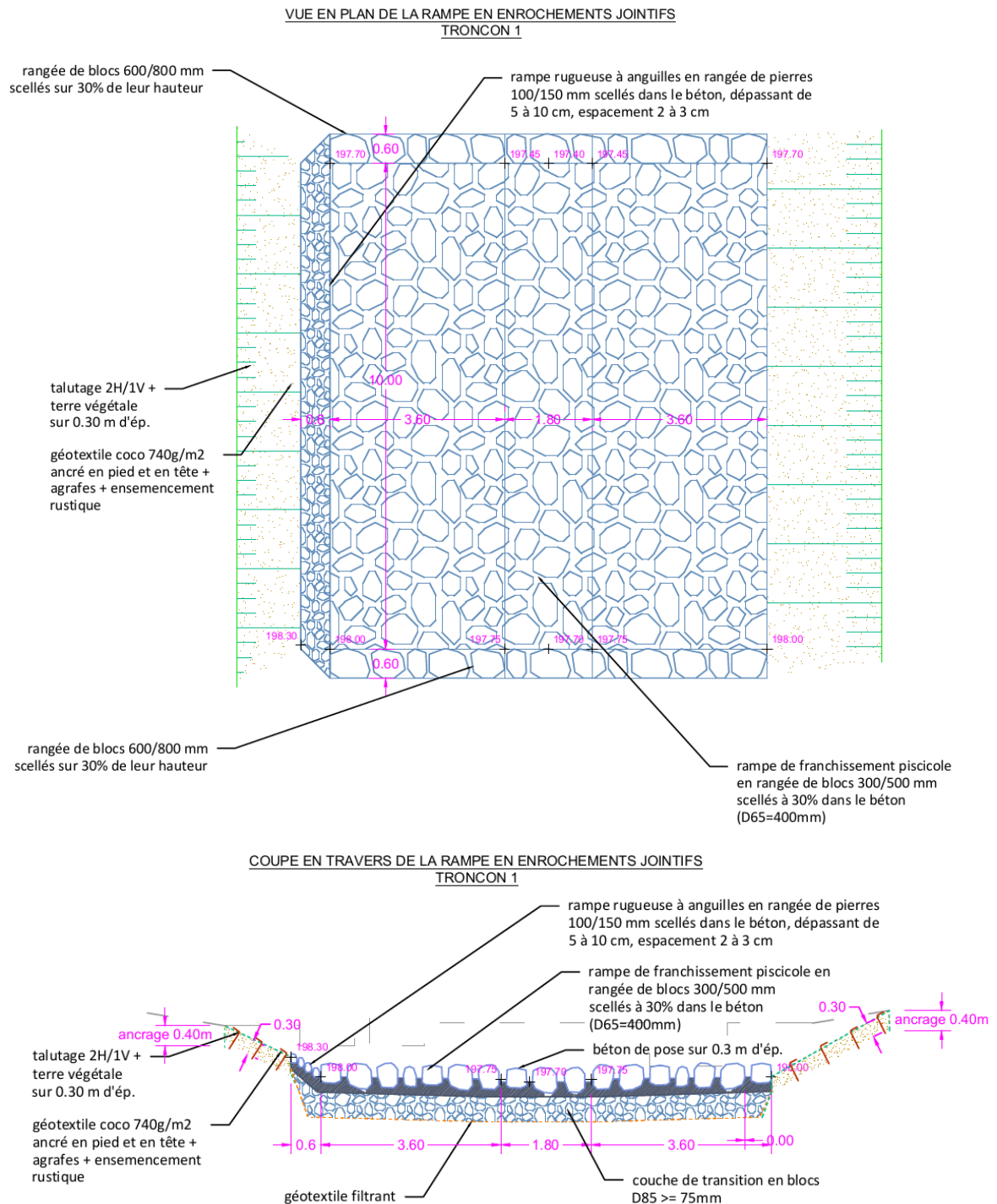
¹ NB : la cote indiquée est la cote moyenne comprise entre le haut des enrochements et le dessus du béton de liaisonnement

² NB : la cote indiquée est la cote moyenne comprise entre le haut des enrochements et le dessus du béton de liaisonnement

³ NB : la cote indiquée est la cote moyenne comprise entre le haut des enrochements et le dessus du béton de liaisonnement

Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

Mission de maîtrise d'œuvre

**Fig. 16. Plan PRO – Seuil de Verdun****Les travaux de création de la rampe en enrochements incluent donc :**

- A- L'amenée et le repli du matériel nécessaire ;
- B- Le reprofilage des berges rive gauche et rive droite à une pente de 2H/1V pour assurer une section homogène en largeur sur le linéaire de l'implantation de la rampe ;

- C- La pose du géotextile filtrant, puis de la couche de transition (matériaux dont le D85 > ou = 75 mm) ;
- D- La mise en œuvre soignée des deux rangées d'enrochements 600/800 mm liaisonnés en amont et aval de la rampe, suivant les plans PRO et la description faite ci-avant ;
- E- La mise en œuvre soignée des enrochements 300/500 mm (D65 = 400 mm) liaisonnés à 30 % constituant la rampe, suivant les plans PRO et la description faite ci-avant,
- F- La mise en place du béton et des pierres 100/150 mm pour créer la rampe à anguilles sur toute la longueur de la rampe suivant les plans PRO et telles que décrites ci-avant ;
- G- La mise en place d'un géotextile coco sur les talus latéraux (treillis biodégradable – 740 g/m²). Le géotextile sera agrafé sur le nouveau profil. Les bandes seront placées parallèlement au sens de l'écoulement. Les bandes seront fixées à l'aide de 2 agrafes par m² et les recouvrements se feront sur au moins 0,20 m latéralement et 0,40 m longitudinalement. Un ancrage sur le haut de berge sera effectué sur 0,40 m (stabilisation face au phénomène d'arrachement).
- H- Réalisation d'un ensemencement rustique des talus.



Fig. 17. Plan masse – Seuil de Verdun

La note de dimensionnement de cette rampe est présentée en annexe (Annexe C).

8.1.4. RESPECT DES CONSIGNES DE REPARTITION DES DEBITS

Le dispositif de franchissement doit permettre la répartition des débits prévue dans ce scénario. Le respect de cette répartition n'est possible que si les clapets (Quai Catel et Alliés) restent en position fixe hors étiage sévère et période de crue.

Définition des cotes des clapets hydrauliques

En se basant sur le module, à l'état actuel le niveau d'eau en amont immédiat de l'ouvrage de Verdun est de 198,19 m NGF. L'objectif est de conserver cette cote (+/- quelques cm) avec la mise en place du nouvel ouvrage de franchissement piscicole.

Pour rappel la cote du seuil répartiteur mis en place sur le bras nord est à 197,75 m NGF. Les cotes fixes des deux clapets ont été définies par ajustement à partir des modélisations hydrauliques de façon à obtenir une répartition convenable des débits.

- **Clapet des Alliés**

La cote du clapet des Alliés a été définie à **198,00 m NGF**.

- **Clapet Quai Catel**

La cote du clapet des Alliés est définie à **197,90 (cote équivalente au point haut situé sur le bras Sud)**.

La répartition a été vérifiée par modélisation pour différents débits en prenant en compte ces cotes.

Tabl. 4 - Répartition des débits après aménagement (Artelia)

Réseau hydrographique		Bras Nord	Bras sud	Bras centre
Objectif		60%	32%	8%
Qmna5/ Q10%	Répartition (%)	65%	28%	7%
Module	Répartition (%)	57%	30%	13%
Q90%	Répartition (%)	55%	30%	15%

Les cotes des clapets hydrauliques pourront évidemment être modifiées en cas de conditions particulières :

- **Abaissement des clapets en période de crue ;**
- **Ajustement des cotes des clapets en cas d'étiage si besoin tout en assurant un débit majoritaire dans le bras nord.**

Actuellement la gestion des clapets demande un entretien régulier notamment des grilles situées en amont de ceux-ci (des flottants viennent s'accumuler régulièrement dans ces grilles).

8.2. TRONÇON 1

8.2.1. DESTRUCTION DU PARKING POUR ELARGISSEMENT

Le linéaire concerné par l'élargissement est de 70 mètres. Sur tout le linéaire le bras nord est canalisé (murs de berge) et présente une section d'écoulement d'une largeur de 5 mètres à l'état actuel.



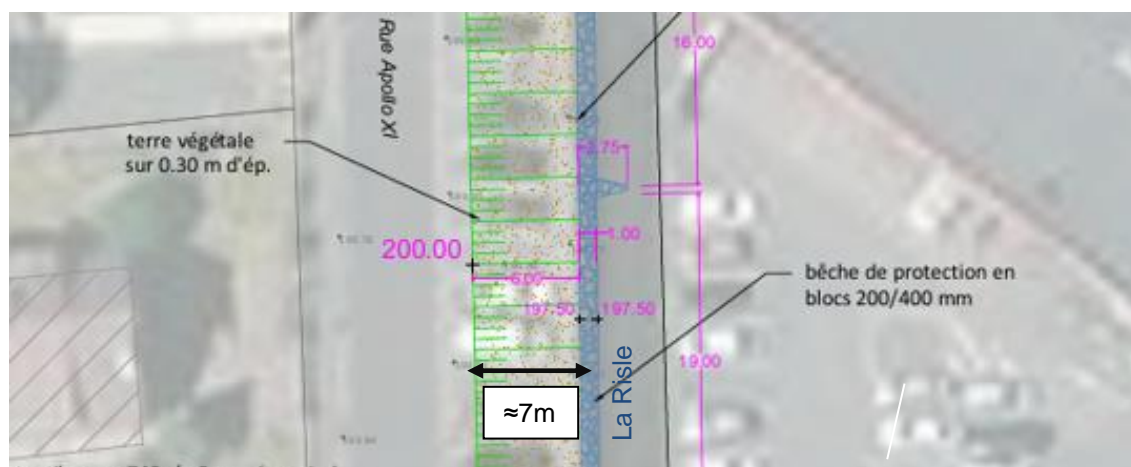
Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

Mission de maîtrise d'œuvre

**Fig. 18. Limite amont du tronçon (Artelia)****Fig. 19. Limite aval du tronçon (Artelia)**

Le retalutage nécessite la suppression du mur de berge en rive gauche pour pouvoir créer une berge de pente **2H/1V**. La hauteur du mur de berge étant de $\sim 3\text{m}$, la création de la nouvelle berge nécessite une emprise de $\sim 6\text{m}$ en rive gauche.

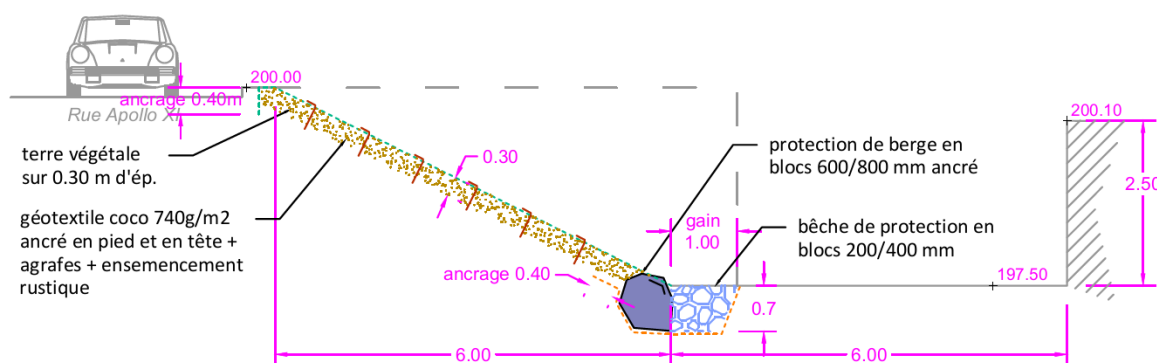
Cette emprise nécessaire implique la suppression des places de parking présentes.

**Fig. 20. Emprise nécessaire à la création de berge**

L'emprise totale de l'aménagement est donc **de $\sim 7\text{m}$** (élargissement + berge).

Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

Mission de maîtrise d'œuvre

**COUPE EN TRAVERS DU RETALUTAGE DE BERGE
TRONCON 1****Fig. 21. Profil en travers du Tronçon 1**

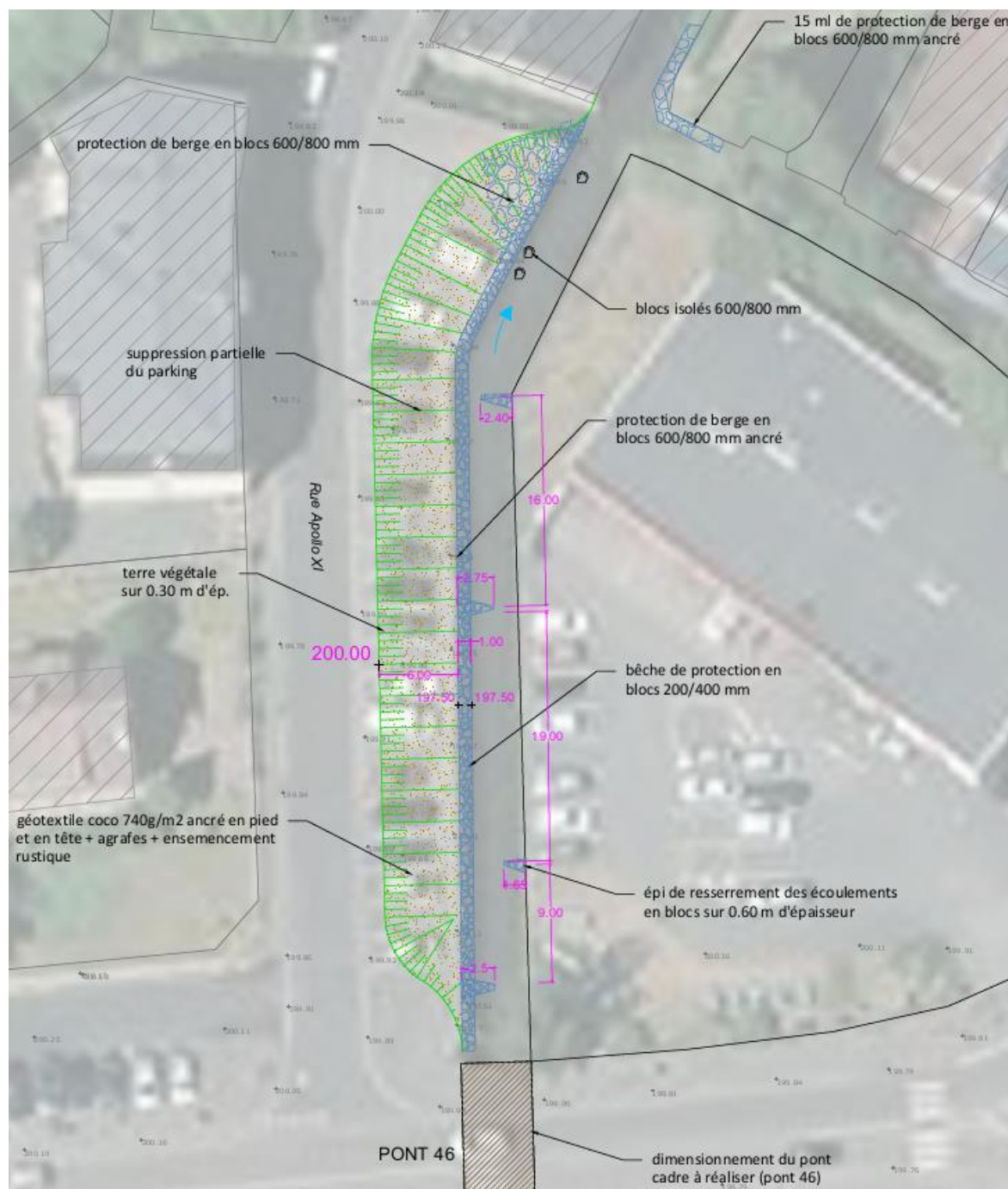
Pour éviter les risques d'érosion latérale, des blocs de 600-800 mm seront installés en pied de berge, accompagnés d'une bêche.

Les travaux de protection comprennent :

- A- La dépose et l'évacuation des murs en béton de protection actuellement en place ;
- B- Le reprofilage de la berge à une pente de 2H/1V pour assurer la stabilité de l'aménagement ;
- C- Le terrassement préalable du pied de berge sur environ 1 m pour la création de la réserve d'enrochements (bêche). Cette réserve forme un retour en fond de lit qui constitue des matériaux disponibles en cas d'affouillement ;
- D- La création d'un remblai avec les matériaux en place ou matériaux gravo-terreux si les matériaux en place ne sont pas de bonne nature. Les matériaux sélectionnés seront mis en œuvre par couches compactées de 0,30 à 0,50 m d'épaisseur.
Une attention particulière sera donnée à la provenance de ces matériaux, afin qu'ils ne soient pas pollués d'espèces à caractère envahissant (renouées du Japon). Le remblai présente une pente de 2H/1V afin d'assurer la stabilité de l'aménagement ;
- E- La mise en œuvre d'une couche de 0,30 m de terre végétale sur le talus ;
- F- La pose d'un géotextile filtrant sous les enrochements. Le géotextile filtrant doit remonter sur le remblai et se piquer dedans pour assurer la stabilité globale de l'aménagement ;
- G- La mise en place de bloc d'enrochements en 600/800 mm en pied de remblais ;
- H- La mise en place d'enrochements sur 0,70 m d'épaisseur en 200/400 mm dans la bêche ;
- I- La mise en place d'un géotextile coco sur le talus (treillis biodégradable – 740 g/m²). Le géotextile sera agrafé sur le nouveau profil. Les bandes seront placées parallèlement au sens de l'écoulement. Les bandes seront fixées à l'aide de 2 agrafes par m² et les recouvrements se feront sur au moins 0,20 m latéralement et 0,40 m longitudinalement. Un ancrage sur le haut de berge sera effectué sur 0,40 m (stabilisation face au phénomène d'arrachement).
- J- Réalisation d'un ensemencement rustique de la berge créée ;
- K- Plantations d'espèces adaptées en haut de berge (environ un arbre tous les trois mètres).

Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

Mission de maîtrise d'œuvre

**Fig. 22. Plan masse - Tronçon 1**

La réalisation de cet élargissement nécessitera le **dévoisement des réseaux en place** : présence d'un réseau d'électricité (aérien + poste) sur la rue Apollo IX. Ce réseau pourra être impacté en phase travaux.

8.2.2. DIVERSIFICATION DES ECOULEMENTS

En complément du retaluge, il est prévu d'installer **4 épis alternés et orientés vers l'aval**. La distance inter-épis est variable pour offrir une plus grande diversité d'écoulement. La largeur des épis varie entre **1.65 et 2.75 mètres soit 30 à 50 % de la largeur du lit mineur**.

Sur la partie aval du linéaire, la mise en place de deux blocs isolés permettra également de diversifier les écoulements. Le tronçon étant canalisé (mur de berge) le risque d'érosion lié à la mise en place des épis et des blocs est absent.

Tabl. 5 - Caractéristiques des épis – Tronçon 1

Epis	Distance inter-épis (m)	Longueur (m)	Hauteur (m)
1 - amont	9 m	2.5 m	0.60 m
2		1.65 m	0.60 m
3	19 m	2.75 m	0.60 m
4 - aval	16 m	2.40 m	0.60 m

La hauteur (0.60 m) a été choisie de façon à ce que les épis commencent à être ennoyés pour un débit correspondant au module.

Pour limiter les problématiques d'entretien, les épis seront exclusivement constitués à partir d'une recharge minérale. Cette charge ne doit pas être facilement mobilisable par le cours d'eau puisque l'objectif est de créer un dispositif de différenciation des écoulements pérenne dans le temps.

La base des épis sera constituée de blocs ancrés de diamètre **600/800 mm**, une recharge granulométrique plus fine (**200-400 mm**) sera également installée pour limiter l'aspect visuel de l'enrochement.

Les blocs isolés seront également créés à partir de matériaux ancrés de diamètre **600/800 mm**.

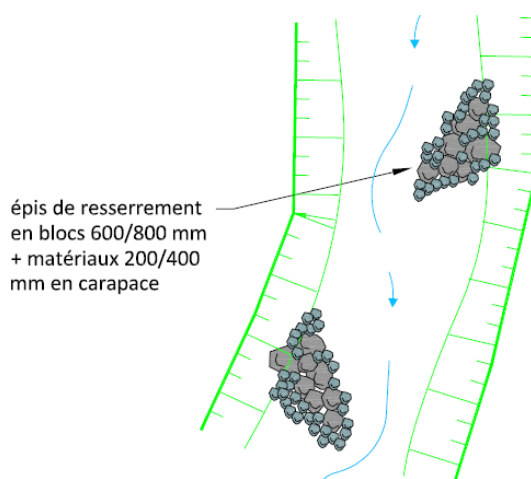


Fig. 23. Schéma de principe de mise en place d'épis (Artelia)

L'implantation des épis et des blocs est présentée sur le plan masse du tronçon 1.

8.2.3. CREATION D'UN RADIER

Le radier sera situé au plus proche (en amont) du pont n°46 PPRI pour permettre une diversification des écoulements et une rehausse de la ligne d'eau et donc diminuer la hauteur de chute occasionnée par la mise en place du seuil répartiteur à l'amont.



Fig. 24. Exemple de radier créé sur la Moine (Artelia)



Fig. 25. Exemple de radier créé sur la Dives (Artelia)

D'une longueur de 15 mètres, la cote haute (amont) du radier sera de 197.48 m NGF alors que la cote basse (aval) sera de 197.28 m NGF (cote actuelle du fond de la Risle) soit une pente de 1.40%.

Ce radier sera créé avec un dévers de 5% vers la partie centrale pour créer une veine d'eau principale et assurer un écoulement non limitant pour la faune piscicole même en cas de faible débit.

Le radier sera constitué d'un mélange de deux blocométries mélangées.

- Les blocs les plus importants seront de **200-400 mm** pour assurer la stabilité de celui-ci. Ils représentent 60% du mélange ;
- Nous nous sommes appuyés sur les résultats de l'analyse granulométrique pour le calibrage de la carapace. Elle doit être faiblement mobilisable pour des événements classiques. Au regard de l'analyse granulométrique il est préférable de choisir des matériaux avec un diamètre se rapprochant du D90. D'après l'analyse granulométrique le D90 correspond au diamètre 61 mm. Nous avons retenu une gamme de granulats allant de **60 à 150 mm (80% de 60/100 mm et 20% de 100/150 mm)**.

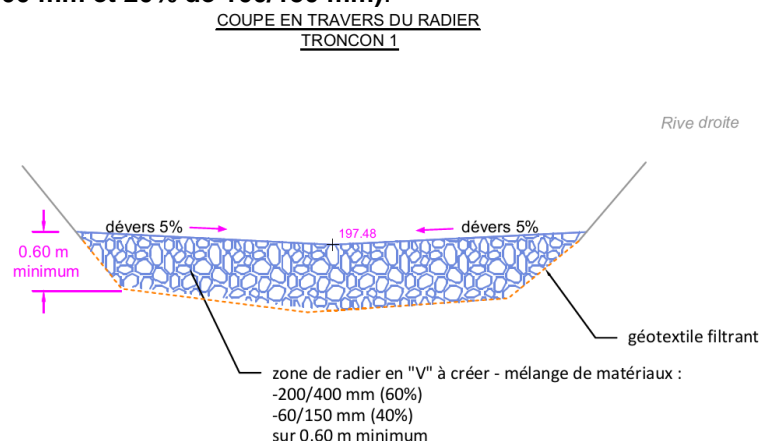


Fig. 26. Profil en travers type du radier à créer

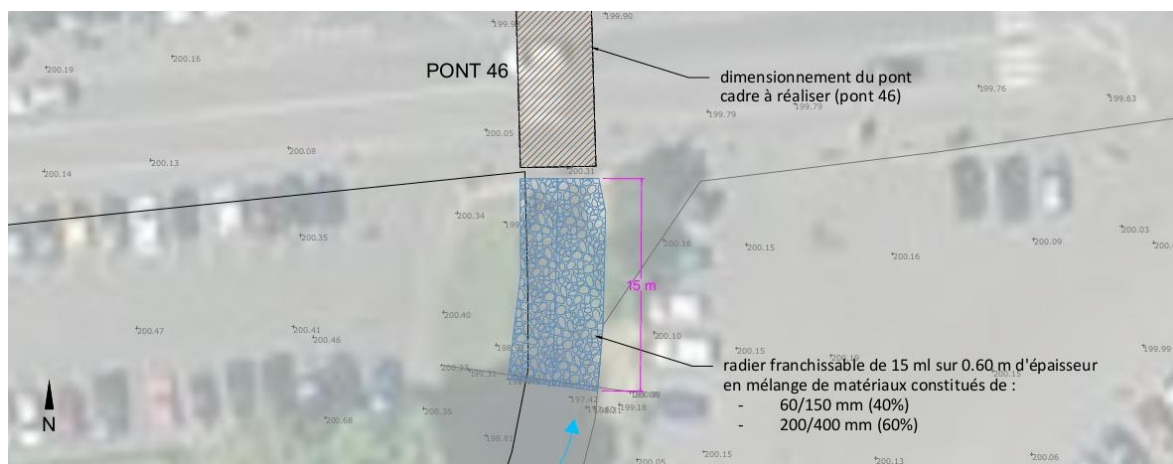


Fig. 27. Plan masse – Création d'un radier en aval du pont 46

8.2.4. PROTECTION DE MUR EN BERGE

La nouvelle répartition des débits prévoit de transiter davantage de débit dans le bras nord, il faut donc veiller à la stabilité des ouvrages présents sur le bras (vitesses d'écoulements, érosion etc.). Un point de fragilité nécessitant une protection a été relevé du droit du mur de la confluence bras nord/jonction bras central-bras nord.



Fig. 28. Mur fragilisé sur le bras nord (Artelia)

Le mur, déjà fragilisé par les contraintes hydrauliques, pourrait être davantage exposé au risque d'érosion. La mise en place d'un cordon minéral en pied de mur sur un linéaire d'environ 15 m permettra de protéger l'ouvrage contre l'érosion.

La charge granulométrique constituant le cordon ne doit pas être mobilisable par le cours d'eau car il s'agit d'un ouvrage de protection. La base du cordon minéral sera constitué de blocs ancrés de diamètre **600/800 mm**, une recharge granulométrique plus fine sera également installée pour limiter l'aspect visuel de l'enrochement.

8.2.5. REDIMENSIONNEMENT DE L'OUVERTURE DU PONT 46

Les ponts n°46 et 47 sont considérés comme des obstacles à la continuité hydraulique en crue.

Dans le cas de l'élargissement du bras nord et de la nouvelle répartition des débits il est convenu d'améliorer la capacité d'écoulement au droit du pont n°46. Ce pont est actuellement sous-dimensionné et présente un pilier central susceptible de bloquer les embâcles. Ces contraintes seront encore plus fortes suite à la nouvelle répartition des débits. Cela nécessite donc une réfection totale du pont pour en améliorer les capacités d'écoulement.

Le pont n°46 sera entièrement détruit et pourra être reconstruit avec les caractéristiques suivantes :

- Section de 6 (L) x 2.50 (h) m soit un gain de 2 mètres en largeur ;
- Tablier préfabriqué d'épaisseur 0.30 à 0.40 m ;

La mise en place de ce pont permettra d'améliorer la capacité d'écoulement de 40% par rapport à l'état actuel (cf. Annexe D).



Fig. 29. Pont n°46 à l'état actuel (Artelia)

Une note de dimensionnement est présentée en annexe (Annexe D).

8.3. TRONÇON 2

Ce tronçon s'étend sur un linéaire de 255 mètres depuis l'aval du pont n°47 jusqu'à la passerelle piétonne localisée jute en aval de la médiathèque (parcelle 000A17). Le tronçon est divisé en trois sous tronçons.

8.3.1. SOUS-TRONÇON 2-1 : ELARGISSEMENT PAR RETALUTAGE DES BERGES EN PENTES DOUCES

A. Elargissement par retalutage

Le linéaire concerné par les aménagements est de 50 m. Un mur de berge est présent en rive droite d'une hauteur d'environ 2,70 m. En rive gauche on retrouve une berge semi-naturelle correspondant à une île.



Fig. 30. Limite amont du sous tronçon



Fig. 31. Limite aval du sous tronçon

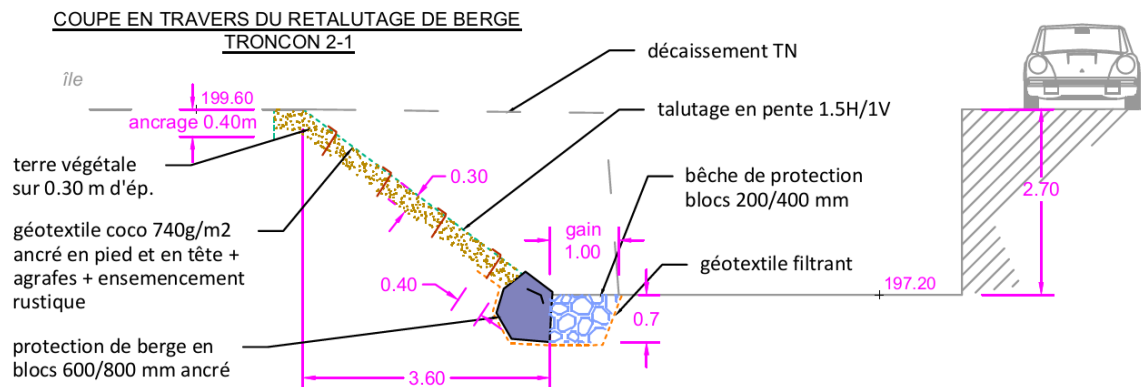
L'objectif est d'élargir la section d'écoulement **de 1 m** en fond à partir de la rive gauche (île). La berge en rive gauche sera retalutée avec une pente moyenne de **1.5H/1V** afin de limiter l'emprise de l'aménagement.

La pente de la berge pourra être adaptée en fonction de l'emprise disponible qui dépend de la largeur de l'île. Avec une pente moyenne de 1.5H/1V, l'emprise de l'aménagement de berge sera d'environ 3.60 mètres. L'emprise totale de l'aménagement est lui de 4.60 mètres (élargissement + berge).

Pour éviter les risque d'érosion latérale, des blocs de 600-800 mm seront installés en pied de berge, accompagnés d'une bêche.

Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

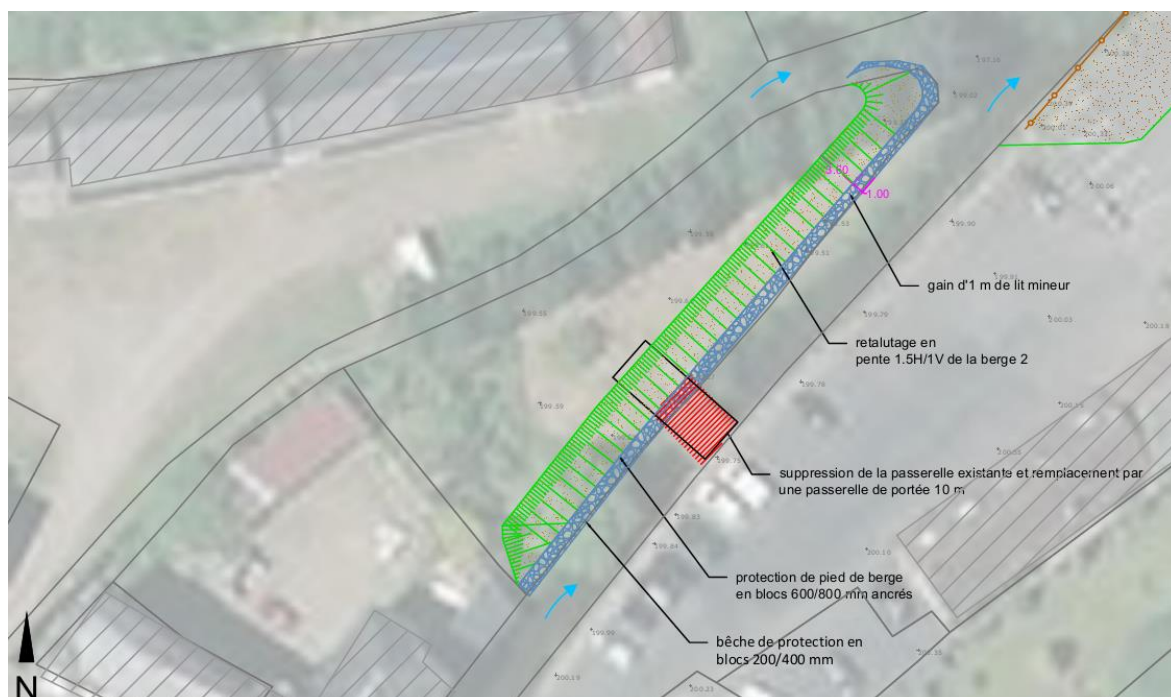
Mission de maîtrise d'œuvre

**Fig. 32. Profil en travers type – Tronçon 2-1****Les travaux d'élargissement par retalutage comprennent :**

- A- La dépose et l'évacuation des murs en béton de protection actuellement en place ;
- B- Le reprofilage de la berge à une pente de 1,5H/1V ;
- C- Le terrassement préalable du pied de berge sur environ 1 m pour la création de la réserve d'enrochements (bêche). Cette réserve forme un retour en fond de lit qui constitue des matériaux disponibles en cas d'affouillement ;
- D- La création d'un remblai avec les matériaux en place ou matériaux gravo-terreux si les matériaux en place ne sont pas de bonne nature. Les matériaux sélectionnés seront mis en œuvre par couches compactées de 0,30 à 0,50 m d'épaisseur
Une attention particulière sera donnée à la provenance de ces matériaux, afin qu'ils ne soient pas pollués d'espèces à caractère envahissant (renouées du Japon). Le remblai présente une pente de 1,5H/1V afin d'assurer la stabilité de l'aménagement ;
- E- La mise en œuvre d'une couche de 0,30 m de terre végétale sur le talus ;
- F- La pose d'un géotextile filtrant sous les enrochements. Le géotextile filtrant doit remonter sur le remblai et se piquer dedans pour assurer la stabilité globale de l'aménagement ;
- G- La mise en place de bloc d'enrochements en 600/800mm en pied de remblais ;
- H- La mise en place d'enrochements sur 0,70 m d'épaisseur en 200/400mm dans la bêche ;
- I- La mise en place d'un géotextile coco sur le talus (treillis biodégradable – 740 g/m²). Le géotextile sera agrafé sur le nouveau profil. Les bandes seront placées parallèlement au sens de l'écoulement. Les bandes seront fixées à l'aide de 2 agrafes par m² et les recouvrements se feront sur au moins 0,20 m latéralement et 0,40 m longitudinalement. Un retour sur le haut de berge sera effectué sur 0,40 m (stabilisation face au phénomène d'arrachement).
- J- Réalisation d'un ensemencement rustique de la berge créée.

Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

Mission de maîtrise d'œuvre

**Fig. 33. Plan masse – Tronçon 2-1****B. Remplacement de la passerelle**

La passerelle d'accès à l'île présente sur ce linéaire et qui présente un état de détérioration important sera reconstruite du fait de l'élargissement du bras. **La nouvelle portée sera de 10 m.**

**Fig. 34. Passerelle détériorée****Fig. 35. Type de passerelle retenue**

Cette passerelle ne répond pas aux normes actuelles (absence de garde-corps, élément de tablier manquant...). Le syndicat opte pour la pose d'une passerelle avec platelage bois.

8.3.2. SOUS-TRONÇON 2-2 : ELARGISSEMENT PAR RETALUTAGE DES BERGES EN PENTES DOUCES

Ce sous tronçon s'étend sur un linéaire de **50 mètres** depuis l'aval immédiat du sous tronçon n°1 (extrémité de l'île).

La rive gauche est marquée par la présence du talus SNCF qui limite l'emprise disponible pour les aménagements (espace de mobilité inexistant). En rive droite on retrouve le parking de la médiathèque. Un mur de berge est présent en rive droite sur les 15 premiers mètres.

Ce sous tronçon présente un rétrécissement du lit mineur, très marqué par endroits.



Fig. 36. Limite amont du sous tronçon n°2 (Artelia)



Fig. 37. Rétrécissement important sur le sous tronçon n°2 (Artelia)

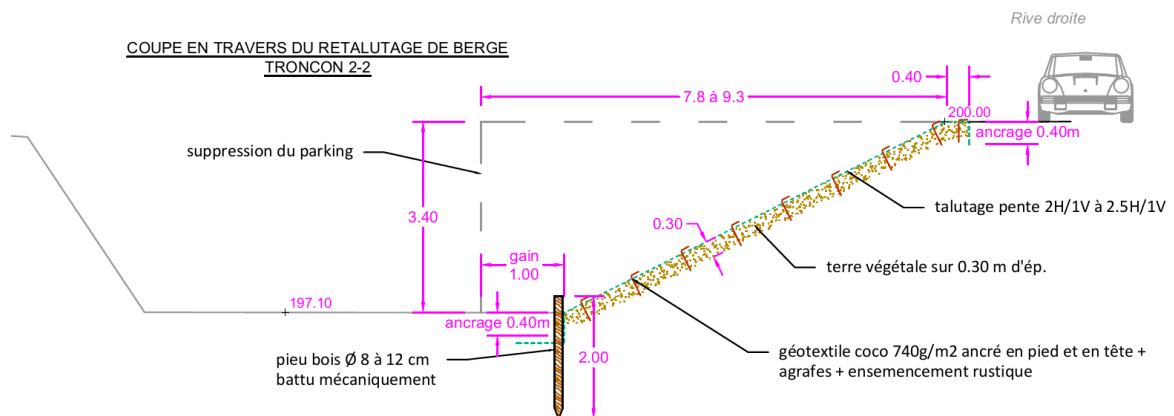
L'objectif est d'élargir la section d'écoulement par rapport au gabarit actuel à partir de la rive droite (coté parking).

L'élargissement du bras nécessite la suppression du mur de berge présent en amont (15 mètres) ainsi que la destruction d'une petite partie du parking. La hauteur de berge est de 3,4 m en moyenne à l'état actuel. Avec une pente moyenne de 2H/1V, l'emprise de l'aménagement de berge sera d'environ 6,8 m.

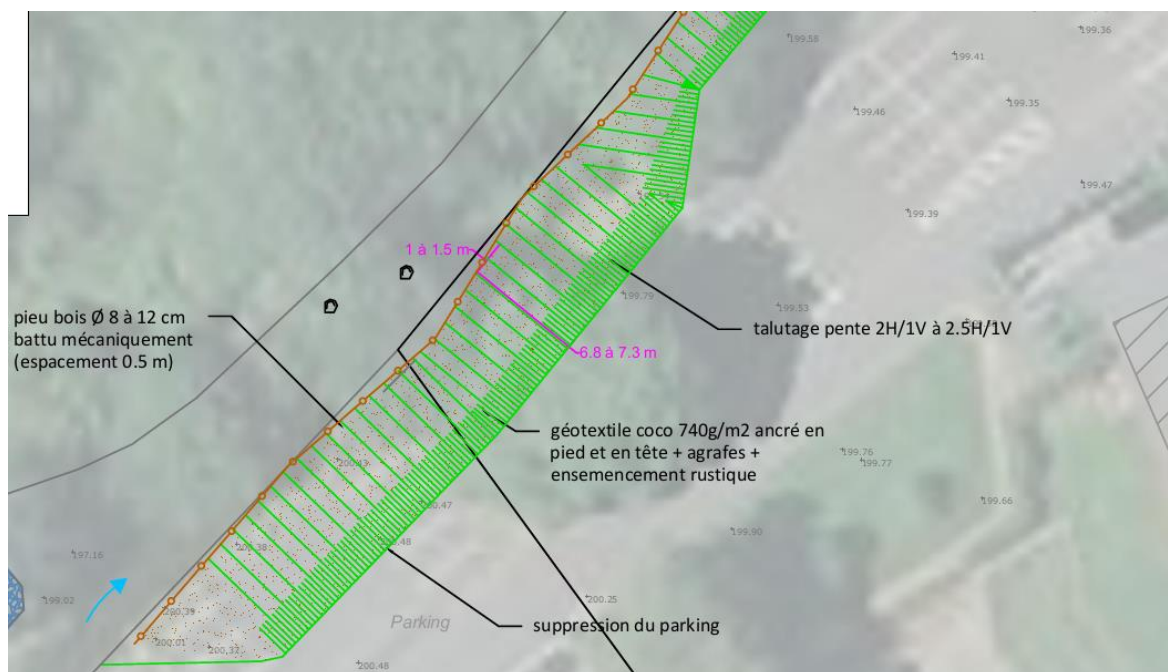
En prenant en compte l'élargissement fixe et la création de berges en pente douce, l'emprise totale de l'aménagement est de **7,80 à 9,30 m**.

Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

Mission de maîtrise d'œuvre

**Fig. 38. Profil en travers type – Tronçon 2-2****Les travaux d'élargissement par retalutage comprennent :**

- A- La dépose et l'évacuation des murs en béton de protection et enrobés actuellement en place ;
- B- L'élargissement **fixe de 1 m en fond** sur tout le linéaire à partir de la rive droite. Le reprofilage de la berge à une pente de **2H/1V à 2.5H/1V** pour assurer la stabilité de l'aménagement et faire varier le profil de la berge ;
- C- La création d'un remblai avec les matériaux en place ou matériaux gravo-terreux si les matériaux en place ne sont pas de bonne nature. Les matériaux sélectionnés seront mis en œuvre par couches compactées de 0.30 à 0.50 m d'épaisseur ;
Une attention particulière sera donnée à la provenance de ces matériaux, afin qu'ils ne soient pas pollués d'espèces à caractère envahissant (renouées du Japon) ;
- D- La mise en œuvre d'une couche de 0.30 m de terre végétale sur le talus ;
- E- La mise en place d'un géotextile coco sur le talus (treillis biodégradable – 740 g/m²). Le géotextile sera agrafé sur le nouveau profil. Les bandes seront placées parallèlement au sens de l'écoulement. Les bandes seront fixées à l'aide de 2 agrafes par m² et les recouvrements se feront sur au moins 0,20 m latéralement et 0,40 m longitudinalement. Un retour sur le haut de berge sera effectué sur 0,40 m (stabilisation face au phénomène d'arrachement) ;
- F- La fixation du géotextile en pied de berge est assurée par des pieux de 2 m ou d'une longueur suffisante pour garantir une tenue permanente (diamètre de 8/12 cm, en chêne, châtaignier ou acacia « mort » avec un espacement de 0.5 m) ;
- G- Réalisation d'un ensemencement rustique de la berge créée.

**Fig. 39. Plan masse - Tronçon 2-2**

8.3.3. SOUS-TRONÇON 2-3 : ELARGISSEMENT PAR RETALUTAGE DES BERGES EN PENTE DOUCE

A. Elargissement par retalutage

L'objectif est d'élargir la section d'écoulement **en cas de niveau d'eau important** à partir de la rive droite (coté parking et parcelle). L'aménagement prévoit le retalutage des berges avec une pente de **2H/1V à 2.5H/1V**. Le tronçon fait 150 ml.

Le retalutage des berges nécessite la destruction d'une petite partie du parking. La hauteur de berge est de 1.50 mètre en moyenne à l'état actuel. L'emprise de l'aménagement de berge sera d'environ **3 à 4.5 m**.

A noter la présence de 5 ouvrages bétons sur le sous tronçon. Ces ouvrages sont disposés en rive droite le long du parking de la médiathèque.

**Fig. 40. Ouvrages bétons présents sur le bras nord**

Les 5 ouvrages seront supprimés lors des retalutages. Il faut noter la présence de canalisations d'eaux pluviales à proximité de ces ouvrages qui seront reprises et intégrées à la nouvelle berge par la mise en place de cunettes. Ces cunettes permettront l'évacuation des rejets pluviaux sans dégrader les berges.

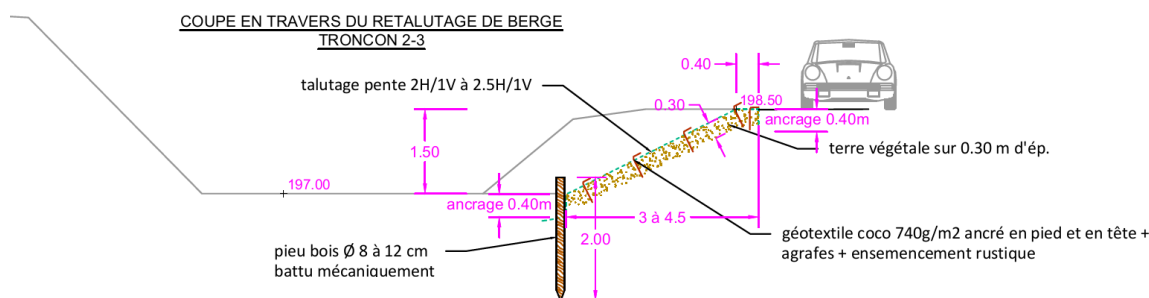


Fig. 41. Profil en travers type – Tronçon 2-3

Les travaux de retalutage comprennent :

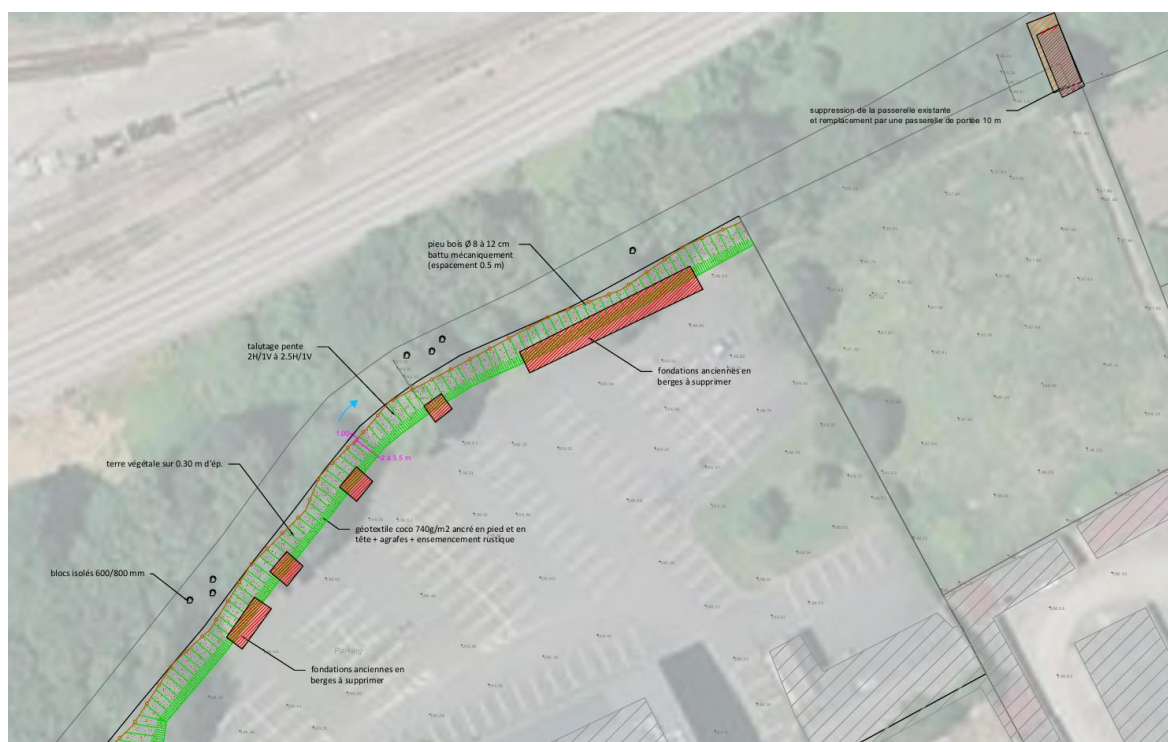
- A- La dépose et l'évacuation des murs en béton de protection et enrobés actuellement en place ;
- B- Le reprofilage de la berge à une pente de **2H/1V à 2.5H/1V** pour assurer la stabilité de l'aménagement et faire varier le profil de la berge ;
- C- La création d'un remblai avec les matériaux en place ou matériaux gravo-terreux si les matériaux en place ne sont pas de bonne nature. Les matériaux sélectionnés seront mis en œuvre par couches compactées de 0,30 à 0,50 m d'épaisseur ;
Une attention particulière sera donnée à la provenance de ces matériaux, afin qu'ils ne soient pas pollués d'espèces à caractère envahissant (renouées du Japon) ;
- D- La mise en œuvre d'une couche de 0,3 m de terre végétale sur le talus ;
- E- La mise en place d'un géotextile coco sur le talus (treillis biodégradable – 740 g/m²). Le géotextile sera agrafé sur le nouveau profil. Les bandes seront placées parallèlement au sens de l'écoulement. Les bandes seront fixées à l'aide de 2 agrafes par m² et les recouvrements se feront sur au moins 0,20 m latéralement et 0,40 m longitudinalement. Un retour sur le haut de berge sera effectué sur 0,40 m (stabilisation face au phénomène d'arrachement) ;
- F- La fixation du géotextile en pied de berge est assurée par des pieux de 2 m ou d'une longueur suffisante pour garantir une tenue permanente (diamètre de 8/12 cm, en chêne, châtaignier ou acacia « mort » avec un espacement de 0.5 m) ;
- G- Réalisation d'un ensemencement rustique de la berge créée.
- H- Plantations d'espèces adaptées en haut de berge (environ un arbre tous les trois mètres).

B. Remplacement de la passerelle

La passerelle d'accès à l'île présente sur ce linéaire et qui présente un état de détérioration important sera reconstruite du fait de l'élargissement du bras. **La nouvelle portée sera de 10 m.**

Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

Mission de maîtrise d'œuvre

**Fig. 42. Pied de la passerelle détérioré en rive droite****Fig. 43. Plan masse - Tronçon 2-3****8.4. TRONÇON 3****8.4.1. CREATION DE BANQUETTES**

Le radier du pont n°48 constitue un obstacle à la continuité piscicole notamment pour les anguilles du fait de l'absence de rugosité et pour les vandoises de par la hauteur de chute (> 15cm).

**Fig. 44. Radier limitant la continuité piscicole**

Les travaux consistent à rehausser localement la ligne d'eau par la mise en place de banquettes en aval pour envoyer le radier et permettre le franchissement soit par la nage (vandoises) soit par la reptation (anguilles). En plus de rétablir la continuité piscicole, cette solution permet de répondre à la problématique de sur-élargissement de la Risle sur ce linéaire.

Les banquettes sont créées en rive gauche et également en rive droite sur un linéaire d'environ **55 mètres** depuis le radier du pont. La cote haute (amont) de ces banquettes est fixée à 196.35 m NGF soit environ 0.40 m plus haute que la cote du radier du pont (195.97 m NGF) ce qui permet de concentrer les écoulements et rehausser la ligne d'eau pour des débits compris entre l'étiage et le module. L'épaisseur des banquettes varie entre **0,40 et 0,50 m**.

La largeur de ces banquettes varie **entre 1,5 et 4 m** afin obtenir une section d'écoulement d'une largeur de **7 m** pour des débits compris entre l'étiage et le module. Depuis l'amont vers l'aval la largeur des banquettes tend à diminuer pour respecter ce gabarit.

Les banquettes pourront être plus larges en rive droite qu'en rive gauche afin de faciliter l'entretien de celles-ci (facilité d'accès). Les banquettes ont été dimensionnées à partir des résultats de modélisation hydraulique au droit du pont.

**Fig. 45. Linéaire concerné par l'aménagement des banquettes**

Au regard de l'aspect paysager du site (habitations et parc en aval) les banquettes sont créées à partir de matériaux gravo-terreux avec la mise en place d'un ensemencement de type zone humide

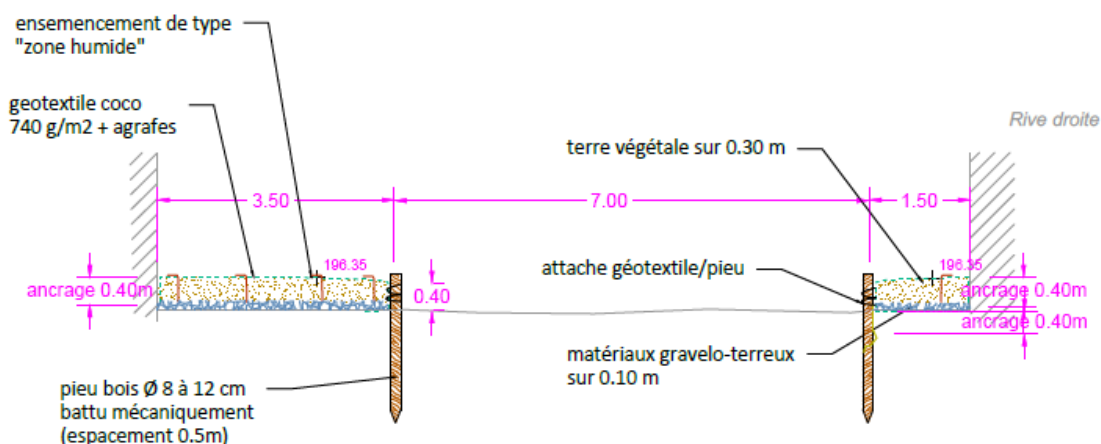
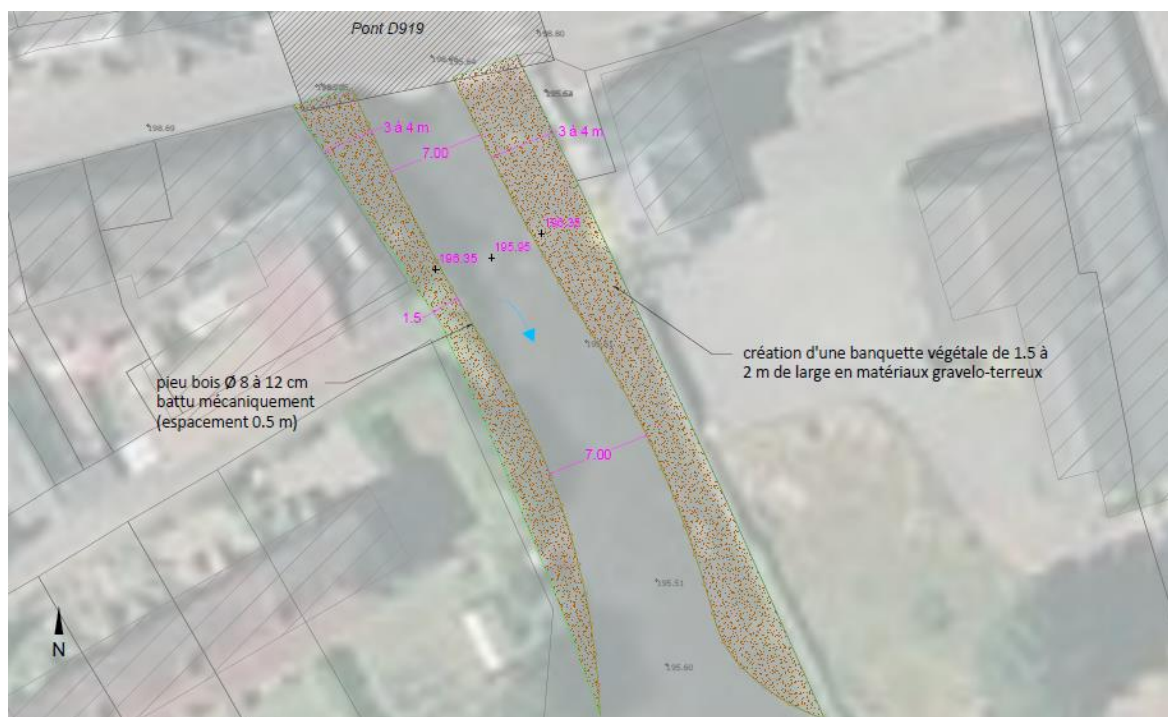


Fig. 46. Profil en travers type – Tronçon 3

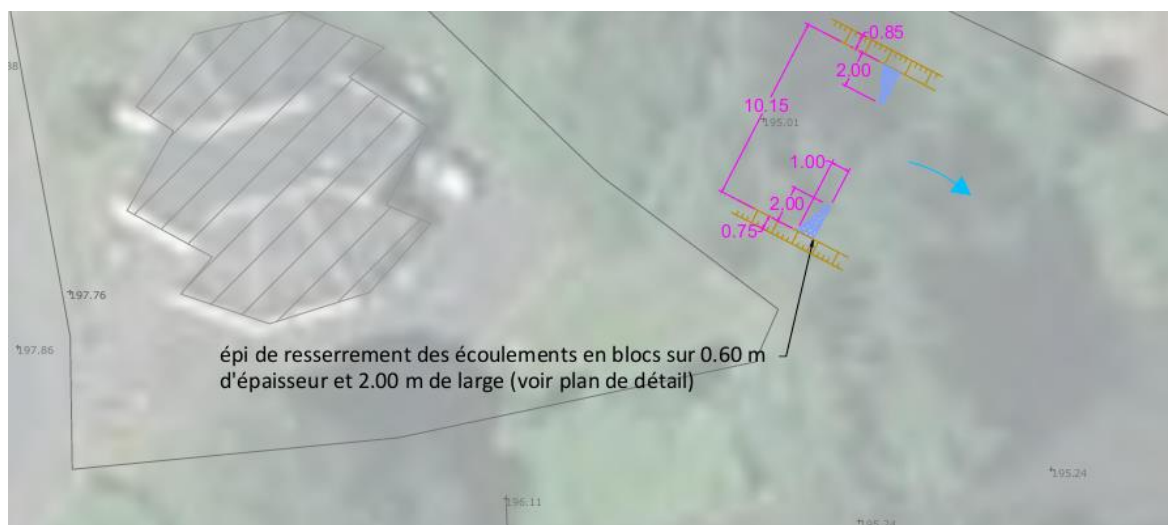
Les travaux de création de banquettes comprennent :

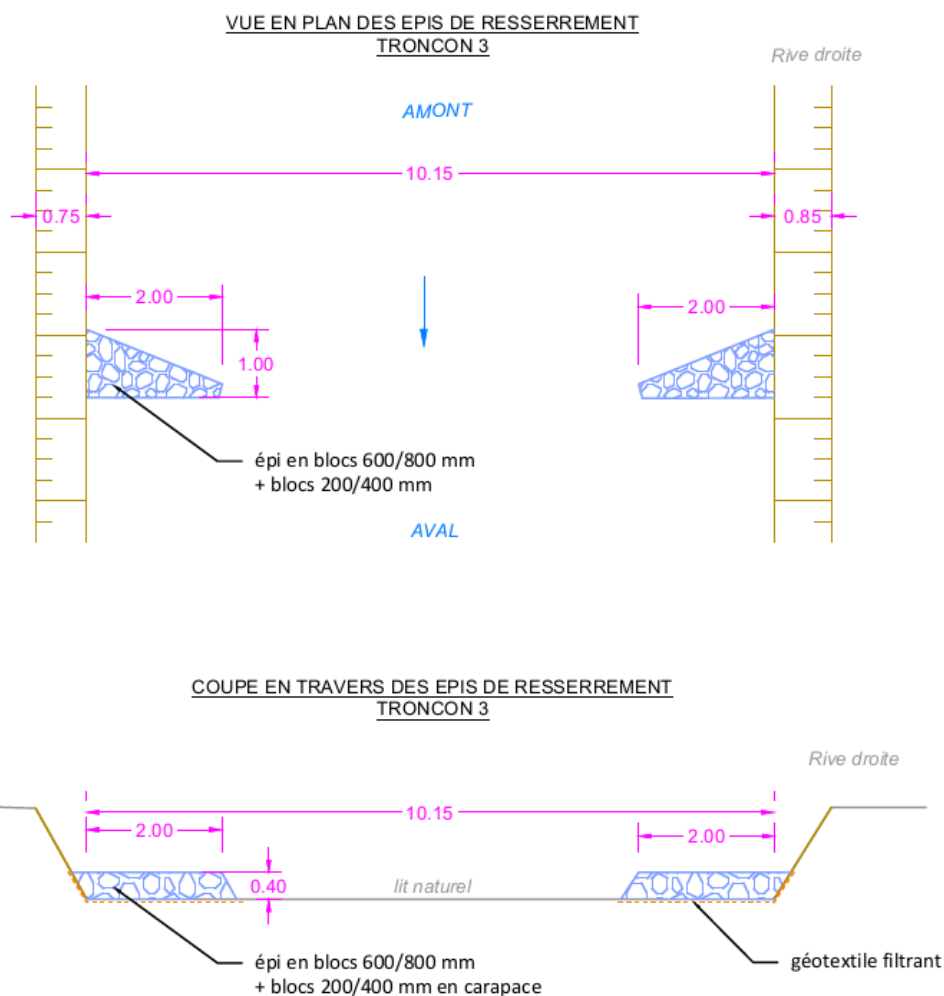
- A - Le reprofilage minimum du pied de berge pour assurer l'ancrage de la protection ;
- B - L'apport pour les banquettes de matériaux gravo-terreux sains. Une attention particulière sera donnée à la provenance de ces matériaux, afin qu'ils ne soient pas pollués d'espèces à caractère envahissant (renouées du Japon) ;
- C - La mise en œuvre d'une couche de 0.30 m de terre végétale sur le talus ;
- D- La mise en place d'un géotextile coco sur le talus (treillis biodégradable – 740 g/m²). Le géotextile sera agrafé sur le nouveau profil. Les bandes seront placées parallèlement au sens de l'écoulement. Les bandes seront fixées à l'aide de 2 agrafes par m² et les recouvrements se feront sur au moins 0,20 m latéralement et 0,40 m longitudinalement. Un retour sur le haut de berge sera effectué sur 0,40 m (stabilisation face au phénomène d'arrachement) ;
- E- La fixation du géotextile en pied de berge est assurée par des pieux de 2 m ou d'une longueur suffisante pour garantir une tenue permanente (diamètre de 8/12 cm, en chêne, châtaignier ou acacia « mort » avec un espacement de 0.5 m) ;
- F - Un encensement type zone humide sur la banquette.

**Fig. 47. Plan masse - Tronçon 4****8.4.2. CREATION DE DEUX DEFLECTEURS**

Des épis seront également installés dans la partie aval du bras nord en amont immédiat de la confluence entre le bras nord et le bras sud.

Ces épis sont placés face à face pour éviter les phénomènes d'érosion sur les berges et orientés vers l'aval. La longueur des deux épis est similaire, **1.4 mètres soit au total 40% de la largeur du lit mineur**. L'objectif est de créer une zone d'accélération des écoulements pour provoquer un attrait plus important à la confluence. La hauteur des épis sera d'environ **0.45 m** pour assurer un resserrement des écoulements jusqu'à un débit atteignant le module.

**Fig. 48. Disposition des épis - Tronçon 3**

**Fig. 49. Coupe type épis – Tronçon 3**

La base des épis sera constituée de blocs ancrés de diamètre **600/800 mm**, une recharge granulométrique plus fine (**200/400 mm**) sera également installée pour limiter l'aspect visuel de l'enrochement.

8.5. TRONÇON 4

Sur le bras central, il est prévu la création d'une banquette en rive gauche sur un linéaire de 25 mètres au niveau de l'actuel atterrissage en amont du passage sous le bâtiment au droit de la médiathèque.

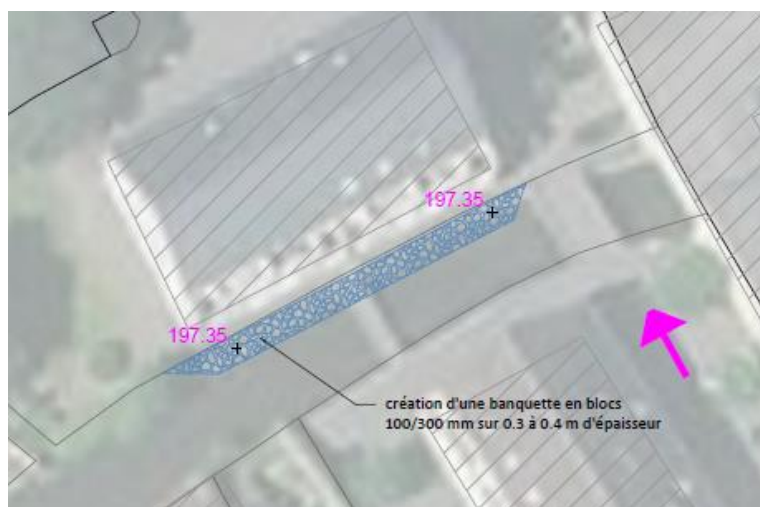


Fig. 50. Localisation de la banquette à réaliser

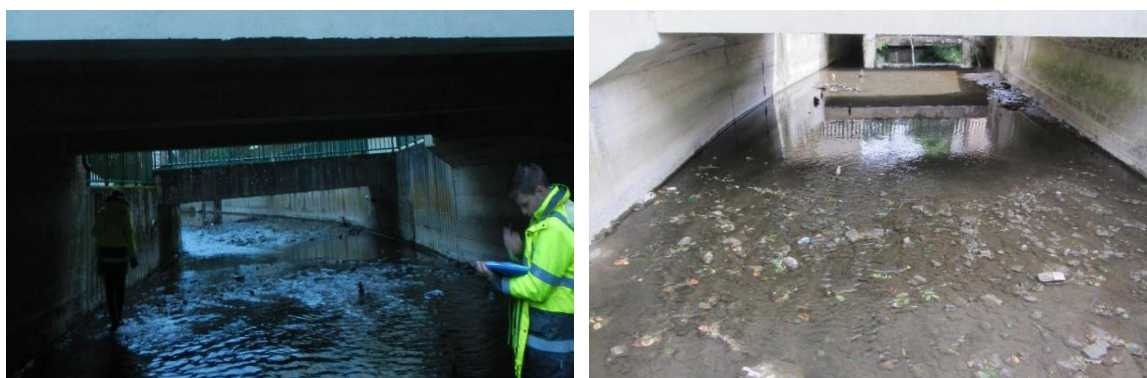


Fig. 51. Atterrissement présent en amont du passage sous bâtiment sur le bras central

Cette recharge sera d'une épaisseur variable (entre 0.30 et 0.40 m d'épaisseur) avec une cote haute à 197.35 m NGF assurant un resserrement des écoulements pour des débits compris entre **le Qmna5 et le module**. La largeur de la banquette sera **de 2 mètres**.

Au regard de la difficulté d'accès au cours d'eau et du faible enjeu paysager à cet emplacement, il est préconisé la création d'une banquette minérale pour limiter les problématiques liées à l'entretien de l'aménagement.

Elle sera constituée à partir de blocs **100/300 mm** (charge très faiblement mobilisable).

**Fig. 52. Plan masse - Tronçon 4**

8.6. TRONÇON 5

**Fig. 53. Bras sud dans sa partie aval (Artelia)**

Sur ce tronçon la Risle présente un léger élargissement (+1 m en moyenne de largeur) par rapport à sa partie amont, l'objectif est donc de resserrer les écoulements notamment en étiage.

Les travaux prévus sont les suivants :

- Du pont 43 au pont 44 (environ 85ml) : Des recharges granulométriques en rive droite (ou alternes) de la Risle ;
- Du pont 44 au pont 45 (environ 200ml) : Des banquettes végétalisées en rive droite de la Risle.

Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

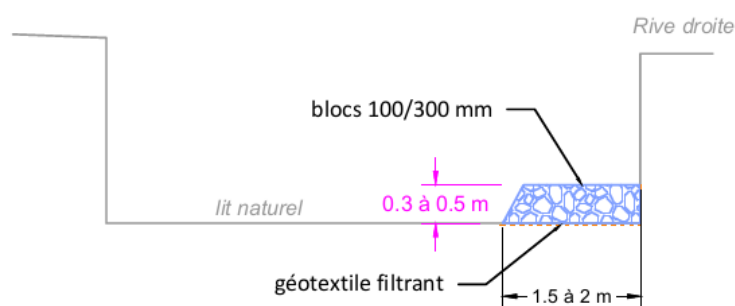
Mission de maîtrise d'œuvre

**Fig. 54. Plan masse – Tronçon 5****8.6.1. RECHARGES MINÉRALES**

Les banquettes minérales seront constituées à partir de blocs **100/300 mm** (charge très faiblement mobilisable).

Les apports de matériaux seront d'une épaisseur variable (entre 0.30 et 0.50 m d'épaisseur) pour assurer un resserrement des écoulements **à l'étiage**. Les largeurs des banquettes varient entre **1.5 et 2 mètres**, le but étant de diversifier au maximum les écoulements.

COUPE EN TRAVERS DES RECHARGEMENTS
TRONCON 5 - entre le pont 43 et 44

**Fig. 55. Profil en travers type – recharge minérale – Tronçon 5**

Ces recharges minérales sont proposées sous forme de banquettes mais pourront également être disposées sous forme d'épis.

Les travaux comprennent :

- A- Le reprofilage minimum du pied de berge pour assurer la mise en place des matériaux ;
- B- La pose d'un géotextile filtrant sous les enrochements ;
- C- La mise en place de blocs d'enrochement en 100/300mm.

8.6.2. BANQUETTES VEGETALISEES

Les banquettes végétalisées seront donc réalisées à partir de matériaux gravo-terreux pour ensuite être végétalisées (ensemencement de type « zone humide »).

Les apports de matériaux seront d'une épaisseur variable (entre 0.30 et 0.50 m d'épaisseur) pour assurer un resserrement des écoulements **à l'étiage**. Les largeurs des banquettes varient entre **1.5 et 2 mètres**, le but étant de diversifier au maximum les écoulements.

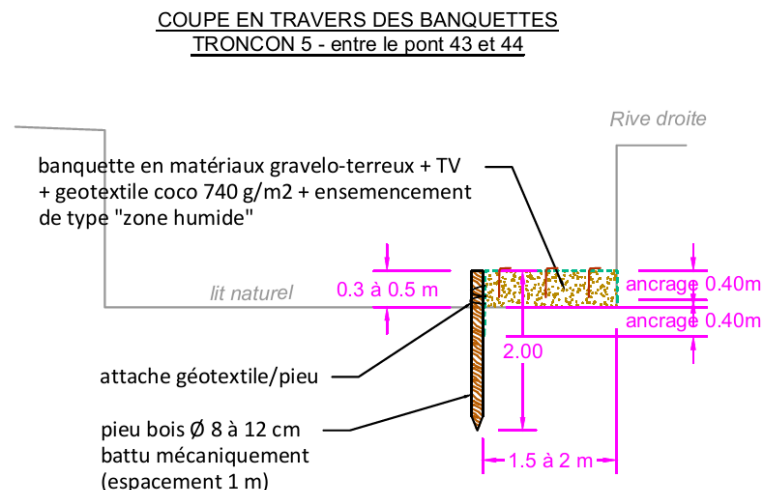


Fig. 56. Profil en travers type – banquette végétalisée – Tronçon 5

Les travaux comprennent :

- A - Le reprofilage minimum du pied de berge pour assurer l'ancrage de la protection ;
- B - L'apport pour les banquettes de matériaux gravo-terreux sains. Une attention particulière sera donnée à la provenance de ces matériaux, afin qu'ils ne soient pas pollués d'espèces à caractère envahissant (renouées du Japon) ;
- C - La mise en œuvre d'une couche de 0,30 m de terre végétale sur la banquette ;
- D - La mise en place d'un géotextile coco sur le talus (treillis biodégradable – 740 g/m²). Le géotextile sera agrafé sur le nouveau profil. Les bandes seront placées parallèlement au sens de l'écoulement. Les bandes seront fixées à l'aide de 2 agrafes par m² et les recouvrements se feront sur au moins 0,20 m latéralement et 0,40 m longitudinalement. Des retours seront effectués sur les extrémités de la banquette (stabilisation face au phénomène d'arrachement) ;
- E - La fixation du géotextile en pied de berge est assurée par des pieux de 2 m ou d'une longueur suffisante pour garantir une tenue permanente (diamètre de 8/12 cm, en chêne, châtaignier

ou acacia « mort » avec un espacement de 0.50 m). Le géotextile doit être fixé aux pieux avec du fil de fer recuit (\varnothing 3 mm) et des crampillons (anneaux métalliques) ;

F - Réalisation d'un ensemencement rustique type zone humide de la banquette créée.

9. PRESENCE DE RESEAUX

Nous avons procédé aux DT (Déclaration de Travaux à proximité des réseaux) pour connaître la localisation précise des réseaux dans le cadre des travaux projetés. L'ensemble des travaux doit prendre en compte la présence de ces réseaux.

9.1. SECTEUR DU BRAS NORD

Les retours de DT indiquent la présence de réseaux :

- Sur le pont n°46 (Avenue Kennedy) ; il faut noter la présence de réseaux d'électricité, de gaz, de téléphone et de distribution d'eau potable sur ce pont.
Ces réseaux seront impactés en cas de réfection du pont n°46.
- Le long de la Risle sur la rue Apollo XI ; il faut noter la présence d'un réseau d'électricité (aérien + poste).
Ce réseau pourra être impacté en phase travaux lors de l'élargissement et la renaturation du bras nord.
- Sur le pont n°48 (Rue Saint Barthélémy) ; il faut noter la présence de réseaux de gaz, et de distribution d'eau potable sur le pont et d'électricité à proximité du pont.
Les travaux prévoyant le resserrement du lit par banquettes en aval du pont (scénario de base) devront prendre en compte la présence de ces réseaux à proximité.
- Le long du parking de la médiathèque, il faut noter la présence de 3 canalisations d'eau pluviale. Ces réseaux pourront être impactés en phase travaux lors de l'élargissement et la renaturation du bras nord.

9.2. SECTEUR DU BRAS CENTRAL

Les retours de DT indiquent la présence de réseaux :

- A proximité du passage sous-bâtiment ; il faut noter la présence d'un réseau d'électricité.
Les travaux concernant la création de la banquette minérale en amont du passage sous-bâtiment devront prendre en compte la présence de ce réseau à proximité.

9.3. SECTEUR DU BRAS SUD

Les retours de DT indiquent la présence de réseaux :

- Sur le pont n°43 ; il faut noter la présence de réseaux d'électricité et de gaz sur ce pont.
Les travaux de renaturation du bras sud à travers la création de banquettes devront prendre en compte la présence de ces réseaux.

- Sur la rue Marcel Guiet en rive gauche du bras sud ; Un réseau d'électricité est également présent sur la passerelle piétonne située quelques mètres en aval du pont n°43 et s'étend sur la rue Marcel Guiet.

Les travaux de renaturation du bras sud à travers la création de devront prendre en compte la présence de ces réseaux.

10. NATURE ET CONSISTANCE DES TRAVAUX

10.1. TRAVAUX PREPARATOIRES

10.1.1. CREATION DE RAMPES D'ACCES

L'accès au lit se fera par des rampes en enrochements sur certains secteurs. Ces rampes seront réalisées en grave [0 mm ; 100 mm] selon une pente de 10%. Ces matériaux pourront être réutilisés en recharges granulométriques mobilisables.

A ce stade, 5 créations de rampes sont envisagées.

10.1.2. NETTOYAGE DES BERGES ET DU LIT DE LA RIVIERE

Les déchets et matériaux divers (branches, troncs, déchets, blocs de béton, plastiques, etc.) sont à stocker ou à évacuer en décharge selon leur nature.

Les travaux comprennent :

- Le nettoyage de l'ensemble du linéaire de berge indiqué sur plan ;
- La gestion des embâcles en lit mineur ;
- L'enlèvement des déchets ;
- Le retrait des débris végétaux, troncs et branches entravant l'écoulement des eaux et provoquant une érosion de la berge, et un affouillement à l'aval ;
- Le ramassage, le chargement ;
- Le transport vers des décharges agréées et le déchargement ;
- Toutes les taxes de décharges.

10.1.3. ABATTAGE ET DESSOUCHAGE D'ARBRES

Les arbres non conservés sont à abattre, avec arrachage des souches. Les arbres à abattre sont de diamètre inférieur à Ø450 mm :

- Tronçon 1 : 15 ;
- Tronçon 2 : 33.

Les arbres doivent être débités et évacués.

Un relevé et un marquage des arbres existants dans l'emprise du projet, seront effectués en présence du Maître d'ouvrage et du Maître d'œuvre, après piquetage général.

Afin de ne pas gêner la mise en œuvre du terrassement, certains arbres devront être abattus avec arrachage de la souche. Pour limiter au maximum l'abattage, ces travaux seront effectués au cas par cas et avec l'autorisation du Maître d'ouvrage.

10.2. CREATION DE BATARDEAUX

Durant toute la phase travaux, le bras concerné devra être isolé pour permettre le travail à sec au niveau de celui-ci. Les écoulements seront redirigés vers les autres bras le temps des travaux.

Ces travaux préparatoires comprendront :

- La mise en place de batardeaux pour isoler le bras nord ;
- La mise en place d'un dispositif de pompage pour l'évacuation des eaux résiduelles, y compris export des eaux et traitement en filière appropriée (si besoin) ;
- La suppression et l'évacuation du matériel de pompage et du batardeau en fin de chantier.

Lors de la création des batardeaux, on évitera toute émission massive de matière en suspension dans le cours d'eau. Pour ce faire les batardeaux seront constitués de matériaux inertes (sables, graviers, etc.).

Si au moment des travaux, les hauteurs d'eau sont suffisamment faibles, les batardeaux pourront être constitués de big-bags. En effet, ce procédé de mise en œuvre présente moins de risque de mise en suspension de matière dans le cours d'eau et est plus rapide.

Pour la dépose, l'entreprise fonctionnera en sens inverse. Les batardeaux seront retroussés progressivement. De même, aucun engin ne rentrera dans le cours d'eau.

Il est prévu la réalisation de 3 batardeaux :

- 1 sur le bras nord pour les Tronçons 1 & 2 ;
- 1 sur le bras nord pour le Tronçon 3 ;
- 1 sur le bras sud pour le Tronçon 5.

10.3. TRAVAUX DE DEMANTELEMENT ET DEMOLITION

Les passerelles seront démantelées. Le seuil de Verdun, les murs en berges et leurs fondations seront démolis, les ouvrages bétonnés en berge seront démolis.

Les matériaux provenant des démolitions diverses dans la zone du chantier seront :

- Evacués en décharge pour les refus ;
- Mis en dépôt pour les matériaux réutilisables en remblais (sous réserve de l'agrément du Maître d'Œuvre) ;
- Concassés et mis en dépôt pour les matériaux bétonnés (sous réserve de l'agrément du Maître d'Œuvre).

10.3.1. DEMOLITION DE MAÇONNERIES EXISTANTES

Les démolitions de maçonneries de toute nature seront exécutées jusqu'au niveau nécessaire à l'exécution des travaux définis sur les plans.

- **Démolition du seuil de Verdun**

Les éléments constitutifs du seuil de Verdun seront supprimés : corps de seuil, culées, fondations. La cote d'arase sera égale à la cote du lit vif de la rivière.

- **Démolition de parking**

Les enrobés du parking à supprimer seront décroulés. Les matériaux enrobés seront envoyés en centre approprié selon la présence éventuelle d'amiante.

10.3.2. DEMOLITION DE MURS EN BERGE

Les berges sont murées sur une partie du linéaire de la zone de travaux. Dans les secteurs où un reprofilage des berges est prévu, ces murs devront être supprimés. L'épaisseur des murs varie entre 0.50 et 1 m.

La démolition sera effectuée par tout moyen adapté, afin de permettre la libération des emprises. L'ensemble des gravois issus de la démolition seront évacués en centre approprié.

Les produits de démolition devront être évacués au fur et à mesure, aucun dépôt ne devant rester en rivière. Le reste des murs conservés ne devra pas être endommagé.

Un système de blindage provisoire sera mis en place si besoin pour empêcher l'affaissement des berges.

10.3.3. NETTOYAGE ET EVACUATION DES DECHETS EN DECHARGE

Les déchets et matériaux divers (fers à béton, plastiques, matériaux de curage impropres à la réutilisation, etc.) marqués avec le Maître d'œuvre sont à évacuer en centre approprié.

Les travaux comprennent :

- Le nettoyage de l'ensemble du linéaire de la berge ;
- Le ramassage, le chargement ;
- Le transport et le déchargement ;
- Toutes taxes de décharges.

Le cubage à prendre en compte sera évalué contradictoirement avec les bons de pesée fournis par le gestionnaire de la décharge.

10.4. TERRASSEMENT

10.4.1. MODALITE DE CALCUL DES VOLUMES

Les déblais correspondent aux terrassements en masse des berges. Les déblais sains seront stockés sur un lieu défini par la Commune pour être réutilisé en fonction des besoins liés à chaque tronçon.

Les excédant seront évacués par l'entreprise

Les déblais bétonnés correspondent aux murs en barges, ainsi qu'aux fondations et cuves à supprimer sur le Tronçon 2-3 (5 ouvrages).

10.4.2. DEBLAIS BETONNES

L'ensemble des déblais en béton issus des terrassements seront évacués en centre approprié.

10.4.3. TERRE VEGETALE D'APPORT

La terre végétale d'apport sera de bonne qualité et présentera un indice de plasticité compris entre 18 et 30.

Elle sera bien compactée et aplanie de sorte à pouvoir plaquer et fixer correctement le géotextile coco. La couche aplanie doit être de 0.30 m.

Elle sera soumise au préalable à l'approbation du maître d'œuvre et sera dans tous les cas exempte de toute "peste végétale", comme la Renouée du Japon.

10.5. GENIE VEGETAL**10.5.1. PRINCIPE D'ENSEMENCEMENT DES BERGES ET BANQUETTES**

Les talus reprofilés feront l'objet d'un ensemencement rustique.

L'exécution des semis se fait par projection hydraulique. La dose du mélange de graines à épandre uniformément est de 30 grammes/m² selon un mélange agréé. Le roulage sera réalisé après épandage des graines.

Pour chaque espèce, la graine sera pure, correspondant bien au genre, espèce ou variété demandés :

- bien constituée dans toutes les parties ;
- d'une bonne faculté germinative ;
- d'une couleur homogène ;
- non atteinte de maladie parasitaire ou cryptogamique.

Liste de graminées pour l'ensemencement « rustique » des berges

Nom commun	Nom latin	Proportion
Ray-grass anglais	<i>Lolium perenne</i>	32%
Fétuque des prés	<i>Festuca pratensis</i>	20%
Trèfle blanc	<i>Trifolium repens</i>	12%
Lotier corniculé	<i>Lotus corniculata</i>	12%
Fléole des prés	<i>Phleum pratense</i>	12%
Pâturin des prés	<i>Poa pratensis</i>	12%

Liste de graminées pour l'ensemencement « zones humides » des banquettes

Nom commun	Nom latin	Proportion
Ray-grass anglais	<i>Lolium perenne</i>	30%
Fétuque élevée	<i>Festuca arundinacea</i>	15%
Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i>	15%
Fétuque ovine	<i>Festuca ovina</i>	10%
Pâturin commun	<i>Poa trivialis</i>	5%
Agrostide	<i>Agrostis sp.</i>	5%
Lotier corniculé	<i>Lotus corniculata</i>	10%
Minette (Luzerne)	<i>Medicago sativa</i>	10%

Ce mélange est adapté aux zones humides : convient très bien en berges humides, supportera l'immersion provisoire.

10.5.2. PLANTATIONS

Sur les tronçon 1 et 2-3, des plantations seront effectuées en haut de berge avec des essences adaptées à raison d'un arbre tous les trois mètres environ.

Liste des espèces retenues au stade PRO pour les plantations des hauts des berges

Nom commun	Nom latin
Chêne pédonculée	<i>Quercus robur</i>
Saule blanc	<i>Salix alba</i>
Erable champêtre	<i>Acer campestre</i>

10.6. MATERIAUX MINERAUX**10.6.1. MATERIAUX DE LA RAMPE**

La rampe sera constituée par les matériaux suivants :

Couche de transition (matériaux dont le D85 > ou = 75 mm) positionnée entre les deux rangées d'enrochements 600/800 mm ;

- Deux rangées d'enrochements 600/800 mm liaisonnés (scellés sur 30% de leur hauteur) en amont et aval de la rampe ;
- Enrochements 300/500 mm (D65 = 400mm) liaisonnés à 30 % constituant la rampe ;
- Blocs 100/150 mm enchâssés dans le béton pour créer la rampe à anguilles sur toute la longueur de la rampe.

La mise en œuvre par déversement à partir de la crête ou par poussage aux engins est rigoureusement proscrite.

Les matériaux utilisés devront être de roche saine (non friable ou fracturée), propre et non gélive (norme CNF B10513). Leur résistance mécanique doit permettre d'éviter la fragmentation lors du transport, de la mise en place et de leur durée de vie sous l'effet des courants.

10.6.2. PROTECTION EN ENROCHEMENTS DES TALUS

Les pieds de talus reconstitués, sur les Tronçons n°1 et 2-1, feront l'objet d'une protection en enrochement.

- Mise en place de blocs ancrés en pied de remblais. Le diamètre des enrochements sera compris entre 600 et 800mm (poids variant entre 200 et 480 kg).

La mise en œuvre par déversement ou par poussage aux engins est rigoureusement proscrite. Les blocs devront être agencés côte à côte et ancrés dans le lit de la rivière sur la moitié de leur hauteur totale.

- Mise en place d'enrochements sur 0,70 m d'épaisseur dans la bèche. Le diamètre des enrochements sera compris entre 200 et 400 mm (poids variant entre 10 et 80 kg).

La mise en œuvre par déversement ou par poussage aux engins est rigoureusement proscrite. Un amalgame de petits, moyens et gros blocs devra être assuré de façon à présenter un revêtement homogène bien imbriqué. Un serrage des blocs à la pelle mécanique devra être fait dans le cas de pose au grappin.

10.6.3. CREATION D'UN RADIER

Un radier sera créé sur le Tronçon 1. Ce radier sera créé avec un dévers de 5% vers la partie centrale.

Le radier sera constitué d'un mélange de trois blocométries mélangées.

- 60% d'enrochements dont le diamètre sera compris entre 200 et 400 mm (poids variant entre 10 et 80 kg) ;
- 10% d'enrochements dont le diamètre sera compris entre 100 et 150 mm ;
- 30% d'enrochements dont le diamètre sera compris entre 60 et 100 mm.

Les matériaux seront étalés sur une épaisseur minimale de 0.6m, de sorte à atteindre des cotes indiquées dans les plans PRO. Les éléments les plus petits pourront être remobilisés par la rivière.

La mise en œuvre par déversement ou par poussage aux engins est rigoureusement proscrite. L'amalgame de petits, moyens et gros blocs devra être assuré de façon à présenter un revêtement bien imbriqué. Un serrage des blocs à la pelle mécanique devra être fait dans le cas de pose au grappin.

Les matériaux utilisés devront être de roche saine (non friable ou fracturée), propre et non gélive (norme CNF B10513). Leur résistance mécanique doit permettre d'éviter la fragmentation lors du transport, de la mise en place et de leur durée de vie sous l'effet des courants.

10.6.4. RECHARGES GRANULOMETRIQUE ET DIVERSITE DES ECOULEMENTS

Des recharges granulométriques seront disposées sous forme d'atterrissement (Tronçon 4) et recharge latérale en rive droite (Tronçon 5) pour diversifier les écoulements. Les éléments les plus petits pourront être remobilisés par la rivière.

Ces recharges granulométriques ponctuelles seront réalisées avec des enrochements de diamètre 100/300mm (poids variant entre 1 et 25 kg). Les enrochements seront étalés de façon irrégulière selon les épaisseurs indiquées sur les plans.

Les matériaux utilisés devront être de roche saine (non friable ou fracturée), propre et non gélive (norme CNF B10513). Leur résistance mécanique doit permettre d'éviter la fragmentation lors du transport, de la mise en place et de leur durée de vie sous l'effet des courants.

10.6.5. MATERIAUX CONSTITUTIF DES EPIS

Les épis prévus sur les Tronçons 1 et 3 seront réalisés avec des matériaux suivants :

- Enrochements dont le diamètre sera compris entre 600 et 800mm (poids variant entre 200 et 480 kg).

La mise en œuvre par déversement ou par poussage aux engins est rigoureusement proscrite. Les blocs devront être agencés côte à côte et ancrés dans le lit de la rivière sur la moitié de leur hauteur totale.

- Enrochements dont le diamètre sera compris entre 200 et 400 mm (poids variant entre 10 et 80 kg).

Un amalgame de petits, moyens et gros blocs devra être assuré de façon à présenter un revêtement homogène bien imbriqué. Un serrage des blocs à la pelle mécanique devra être fait dans le cas de pose au grappin.

La base des épis sera constituée de blocs ancrés de diamètre **600/800 mm**, une recharge granulométrique plus fine (**200/400 mm**) sera également installée pour limiter l'aspect visuel de l'enrochement.

Les matériaux utilisés devront être de roche saine (non friable ou fracturée), propre et non gélive (norme CNF B10513). Leur résistance mécanique doit permettre d'éviter la fragmentation lors du transport, de la mise en place et de leur durée de vie sous l'effet des courants.

10.7. INSTALLATION DE PASSERELLE

Le dimensionnement des deux passerelles de traversée sera basé sur les éléments suivants :

- Hypothèse de charge de 500 kg/m² ;
- Profil horizontal, permettant l'accès aux PMR ;
- Longueur 10 m (donnée définie sur la base des données existantes, la longueur pourra être réajustée en fonction des contraintes de site) ;
- Largeur de passage de 1.50 m.



Coupe Type



Eléments relatifs à la structure du tablier :

- Chargement conforme aux EUROCODE et Fascicule 61 ;
- Poutres porteuses en chêne ;

- Entretoises en chêne ;
- Platelage bois : lattes rainurées d'épaisseur 50 mm et de largeur de 2 m en chêne ;
- Ferrures et boulonnerie: galvanisation à chaud selon la norme EN 1461 (ou thermo laqué suivant la gamme RAL) ;
- Visserie assemblage bois : Inox.

La dimension des garde-corps sera conforme à la norme XP-P 98-405.

L'assise de la passerelle est assurée par :

- Une semelle béton dont les dimensions seront à définir par les entreprises au regard des essais géotechniques existants ;
- Un appareil à glissière intégré dans une réservation du bloc béton, permettant de tolérer de légers déplacements horizontaux et verticaux de l'ouvrage.

10.8. REPRISE DE REJETS PLUVIAUX

Les rejets pluviaux de diamètre et de natures différentes (béton, pvc, amiante,...) sont à reprendre et à intégrer dans les aménagements. Selon les rejets, l'entreprise adaptera l'aménagement pour ajuster les rejets au niveau du nouveau fond de lit :

- Couper le tuyau existant au niveau de l'aménagement et protéger avec quelques pierres liaisonnées ;
- Allonger le tuyau existant dans le cas d'un remblaiement pour permettre un écoulement au niveau de l'aménagement ;
- Refaire la tête de pont si besoin est.

10.9. SPECIFICATIONS PARTICULIERES DES MATERIAUX

10.9.1. GEOTEXTILE FILTRANT

Le géotextile Séparation/Filtration/Protection assure la protection des remblais de berge sous les carapaces de protection en enrochements.

Le géotextile sera un non tissé aiguilleté de filaments continus 100 % polypropylène.

Les géotextiles seront des produits certifiés ASQUAL et doivent satisfaire aux exigences suivantes :

Résistance au poinçonnement statique	2.5 KN	NF G 38019
Résistance à la perforation dynamique	10.5 mm	NF EN 918
Résistance à la traction SP ET ST	30 kN/m	NF EN ISO 101319
Déformation à l'effort maximal	SP 85 % SP 75 %	NF EN ISO 10319
Permittivité	2 S ⁻¹	NF G 38016
Ouverture à la filtration	85 µm	NF G 38017
Transmissivité	50 kPa : 3.10 ⁻⁶ m ² /s 200 kPa : 8.10 ⁻⁷ m ² /s	NF G 38018
Permittivité	0.5 S ⁻¹	NF G 38016

Ouverture de filtration	70 µm	NF G 38017
Masse surfacique	400 g/m ²	NF G 965
Épaisseur	4.2 mm sous 2 Kpa	NF EN 964-1

Le géotextile mis en talus sera traité anti U.V.

10.9.2. GEOTEXTILE COCO

Un dispositif anti-érosion sera posé sur le haut du talus des tronçons protégés par des techniques mixtes. On utilisera comme géotextiles biodégradables :

Treillis de coco tissé type "H2M2, 740 g/m²" ou similaire, pour le recouvrement de la berge :

- Composition : 100 % fibre végétale ;
- Grammage : 740 gr/m² ;
- Largeur : 3 ou 4 m.

Afin de permettre la fixation du géotextile biodégradable, l'entreprise fournira des agrafes en fer à béton. Ces agrafes présenteront les caractéristiques suivantes :

- Ø 6 mm, Longueur 60 cm / Ø 10 mm, Longueur 90 cm ;
- Forme : en crosse.

La fourniture des agrafes est comprise dans le prix de fourniture des géotextiles.

10.9.3. PIEUX

Les pieux utilisés mesureront 2 m ou présenteront une longueur suffisante pour garantir une tenue permanente. Ils présenteront les caractéristiques suivantes :

- Diamètre : 8/12 cm ;
- Bois : chêne, châtaignier ou acacia « mort » ;
- Espacement : 1 m pour les boudins d'hélophytes et 0.5m pour les banquettes simplement végétalisées.

10.10. CHANGEMENT DE CONSIGNE DE L'AUTOMATE DES CLAPETS

Les automates de gestion des clapets seront reprogrammés pour intégrer les nouvelles consignes de gestions.

L'intervention ne porte que sur la modification des consignes et ne comprend pas de changement de matériel (vérin, armoire de commande, flotteur).

10.11. TRAVAUX DE REMISE EN ETAT DES SITES

A la fin des travaux, l'intégralité du site devra être remise en état. En particulier :

- Les batardeaux seront déposés ;
- L'ensemble des engins de chantier évacués ;
- La zone devra être nettoyée. L'ensemble des déchets et matériaux non utilisés devront être évacués en décharge agréée ;
- Si nécessaire (en particulier au niveau des zones de stockage, base-vie et accès) des apports de terre végétale à ensemercer seront effectués ;
- De façon générale, les emprises terrestres devront retrouver leur aspect originel.

11. ESTIMATION FINANCIERE

L'estimation financière est présentée ci-dessous.

TRAVAUX DE RESTAURATION DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE SUR L'AIGLE

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant € HT
A. Postes généraux				92 500,00 €
A.1 Etudes préalables (dossiers d'EXE, DICT, etc.)	F	1	3 500 €	3 500,00 €
A.2 Relevés topographiques complémentaires pour les plans d'EXE	F	1	2 500 €	2 500,00 €
A.3 Etat des lieux par huissier de justice	F	1	1 500 €	1 500,00 €
A.4 Installation de chantier	F	4	15 000 €	60 000,00 €
A.5 Implantation des travaux	F	1	2 000 €	2 000,00 €
A.6 Remise en état du site	F	4	5 000 €	20 000,00 €
A.7 Dossier de récolement	F	1	3 000 €	3 000,00 €
B. Travaux préalables				72 750,00 €
B.1 Abattage et dessouchage d'arbres (pi : ~50 unités < Ø450mm)	F	1	5 000 €	5 000,00 €
B.2 Fourniture, mise en place et démantèlement des batardeaux amont et aval Tronçon (pi : 3 unités)	m3	270	130 €	35 100,00 €
B.5 Pêche de sauvegarde	F	3	1 000 €	3 000,00 €
B.6 Pompage pendant toute la durée du chantier sur chaque secteur	F	1	10 000 €	10 000,00 €
B.7 Création rampes d'accès	F	5	2 500 €	12 500,00 €
B.8 Nettoyage des berges et lit de la rivière	ml	715	10 €	7 150,00 €
C. Travaux RCE : Seuil de Verdun				34 137,20 €
C.1 Démolition des structures de génie civil	F	1	5 000 €	5 000,00 €
C.2 Evacuation des gravats et déchets en décharge agréée	F	1	3 000 €	3 000,00 €
C.3 Reprofilage du lit	F	1	2 000 €	2 000,00 €
C.4 Reprofilage des berges	m3	128	55 €	7 062,00 €
C.5 Terre végétale d'apport	m3	16	50 €	800,00 €
C.6 Géotextile filtrant	m2	204	9 €	1 836,00 €
C.7 Fourniture et pose enrochements de couche de transition 75mm	m3	50	75 €	3 750,00 €
C.9 Fourniture et mise en œuvre d'enrochements 300/500 mm liaisonnés par béton	m3	39	200 €	7 800,00 €
C.10 Fourniture et mise en œuvre d'enrochements 100/150 mm liaisonnés par béton	u	1	2 000 €	2 000,00 €
C.11 Fourniture et pose géotextile coco 740 g/m² (y/c agrafes)	m2	76	7 €	529,20 €
C.12 Fourniture et réalisation ensemencement rustique	m2	60	6 €	360,00 €
D. Travaux hydromorphologiques et attrait paysager				430 928,10 €
Destruction d'ouvrages particuliers				
D.1 Démolition de parking : décroustage et évacuation de l'enrobé	m2	1206	20 €	24 120,00 €
D.2 Démolition de parking : plus-value en cas d'enrobé amianté	m2	1206	10 €	12 060,00 €
D.3 Démolition de murs en berge (ou casiers)	m3	163	60 €	9 780,00 €
D.4 Evacuation des matériaux de démolition de murs en berge (ou casiers béton en berge)	m3	163	25 €	4 075,00 €
Terrassement				
D.4 Déblais en masse et mise en attente des matériaux gravo-terreux	m3	4341	35 €	151 928,00 €
D.5 Reprise et mise en œuvre matériaux gravo-terreux	m3	84	20 €	1 680,00 €
D.6 Evacuation des déblais gravo-terreux en excédant	m3	4257	15 €	63 852,00 €
D.7 Fourniture et mise en place de Terre végétale d'apport	m3	928	50 €	46 390,00 €
Génie végétal				
D.8 Fourniture et pose géotextile coco 740 g/m² (y/c agrafes)	ml	2744	7 €	19 208,70 €
D.9 Fourniture et plantation d'espèces adaptées en haut de berge	u	73	15 €	1 100,00 €
D.10 Fourniture et pose de pieux battus	u	914	17 €	15 538,00 €
D.11 Fourniture et réalisation ensemencement rustique	m2	1674	6 €	10 045,80 €

Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

Mission de maîtrise d'œuvre

D.12	Fourniture et réalisation ensemencement zones humides	m2	785	6 €	4 710,00 €
Aménagements minéraux					
D.13	Fourniture et mise en œuvre de blocs 600/800 mm	m3	87	115 €	9 993,50 €
D.14	Fourniture et mise en œuvre d'enrochements 200/400 mm	m3	162	85 €	13 778,50 €
D.15	Fourniture et mise en œuvre d'enrochements 100/300 mm	m3	97	70 €	6 755,00 €
D.16	Fourniture et mise en œuvre d'enrochements 100/150 mm	m3	0	60 €	0,00 €
D.17	Fourniture et mise en œuvre d'enrochements 60/150 mm	m3	50	50 €	2 475,00 €
D.18	Fourniture et pose du géotextile filtrant	m2	715	9 €	6 438,60 €
Aménagements connexes					
D.19	Démontage et évacuation de passerelle	u	2	2 000 €	4 000,00 €
D.20	Fourniture et pose de passerelle bois - 10m	u	2	10 000 €	20 000,00 €
D.21	Reprise de rejets pluviaux	u	4	750 €	3 000,00 €
E. Aléas : divers et imprévus (10%)					63 031,53 €
TOTAL HT					693 346,83 €
Taxe 20%					138 669,37 €
TOTAL TTC					832 016,20 €

F. Travaux optionnels					7 800,00 €
F.1	Fourniture et mise en œuvre d'un chemin piétonnier stabilisé (largeur 1.5 m)	ml	320	15 €	4 800,00 €
F.2	Automatisation gestions des clapets de la ville (changement consigne)	u	2	1 500 €	3 000,00 €
TOTAL HT					7 800,00 €
Taxe 20%					1 560,00 €
TOTAL TTC					9 360,00 €

Cette estimation n'intègre pas le cout des travaux liés au changement du pont n°46.

12. PLANNING ET PHASAGE DES TRAVAUX

Le phase et planning des travaux a été élaboré sur la base des contraintes et données suivantes :

- Fenêtre d'intervention : les espèces de faunes et de flore qui ont été inventoriées ne sont pas restrictives sur les fenêtres d'intervention dans le cours d'eau. En effet, concernant les espèces ornithologiques, le Martin pêcheur ne nidifie pas sur le site (en raison de la nature des berges) et la Bergeronnette des ruisseau niche en hauteur dans les interstices de bâtiment.
- Durée de chantier : le chantier a été réparti sur 2 ans en tenant compte d'une réalisation non simultanée des tronçons, afin ne pas pénaliser les entreprises susceptibles de répondre à la consultation.

Restauration de la continuité écologique du centre-ville de l'Aigle

Mission de maîtrise d'œuvre

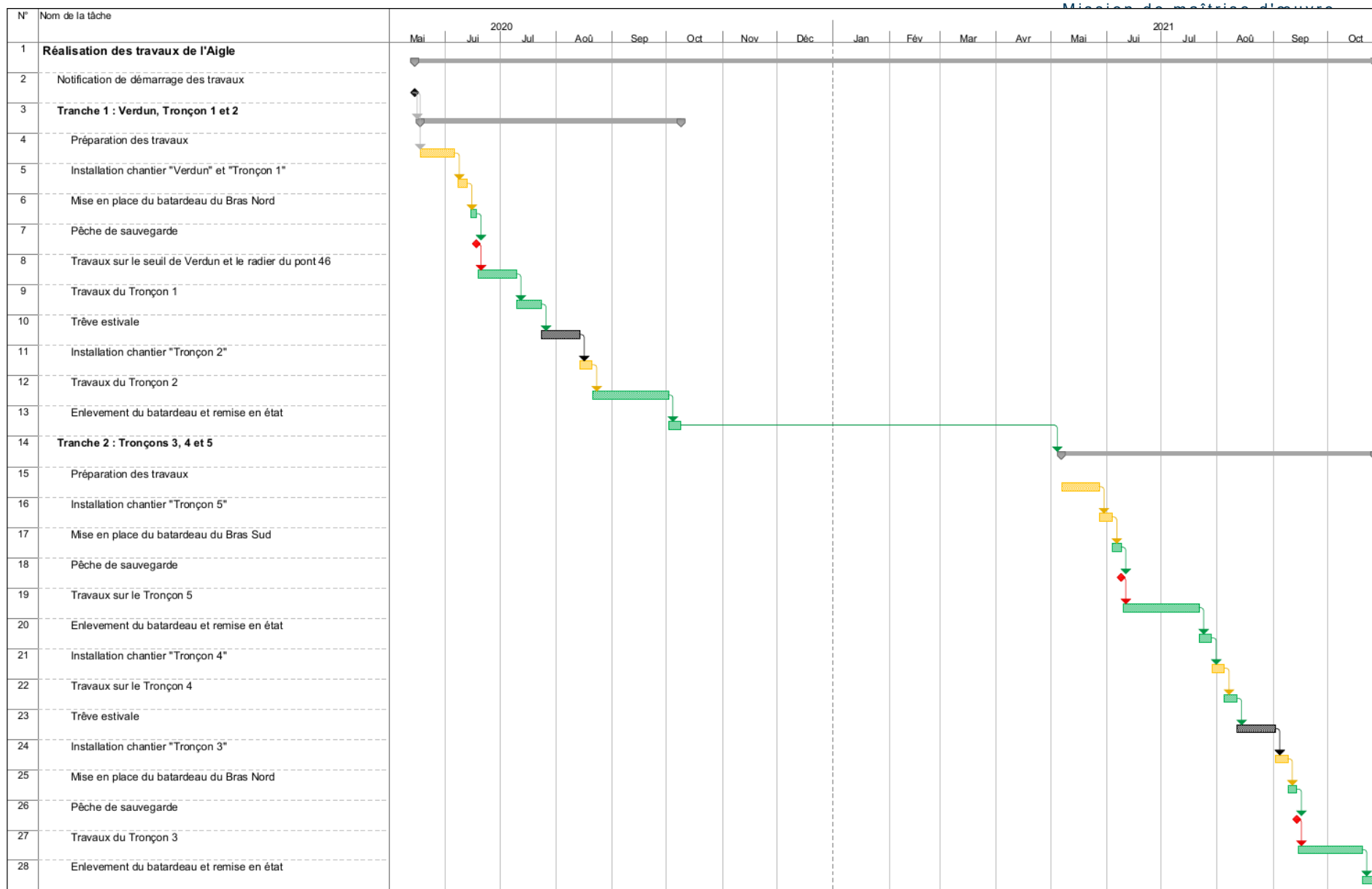


Fig. 57. Planning

SECTION 3 ANNEXES

Annexe A. PLANS AU STADE PROJET

MOE DE RESTAURATION DE LA CONTINUITE
ECOLOGIQUE DU CENTRE VILLE D'AIGLE,
DES MOULINS D'AUBE ET DE PORTE



AMENAGEMENTS SUR LA RISLE
SITE DE L'AIGLE

LOCALISATION DES TRAVAUX & ACCES

AFFAIRE N°	4-53-1976	DATE	07-05-2019	DESSIN	SGU	VERIFIE	RBE
------------	-----------	------	------------	--------	-----	---------	-----

INDICES	DATES	D	MODIFICATIONS
INDICE1	07-05-2019	SGU	/

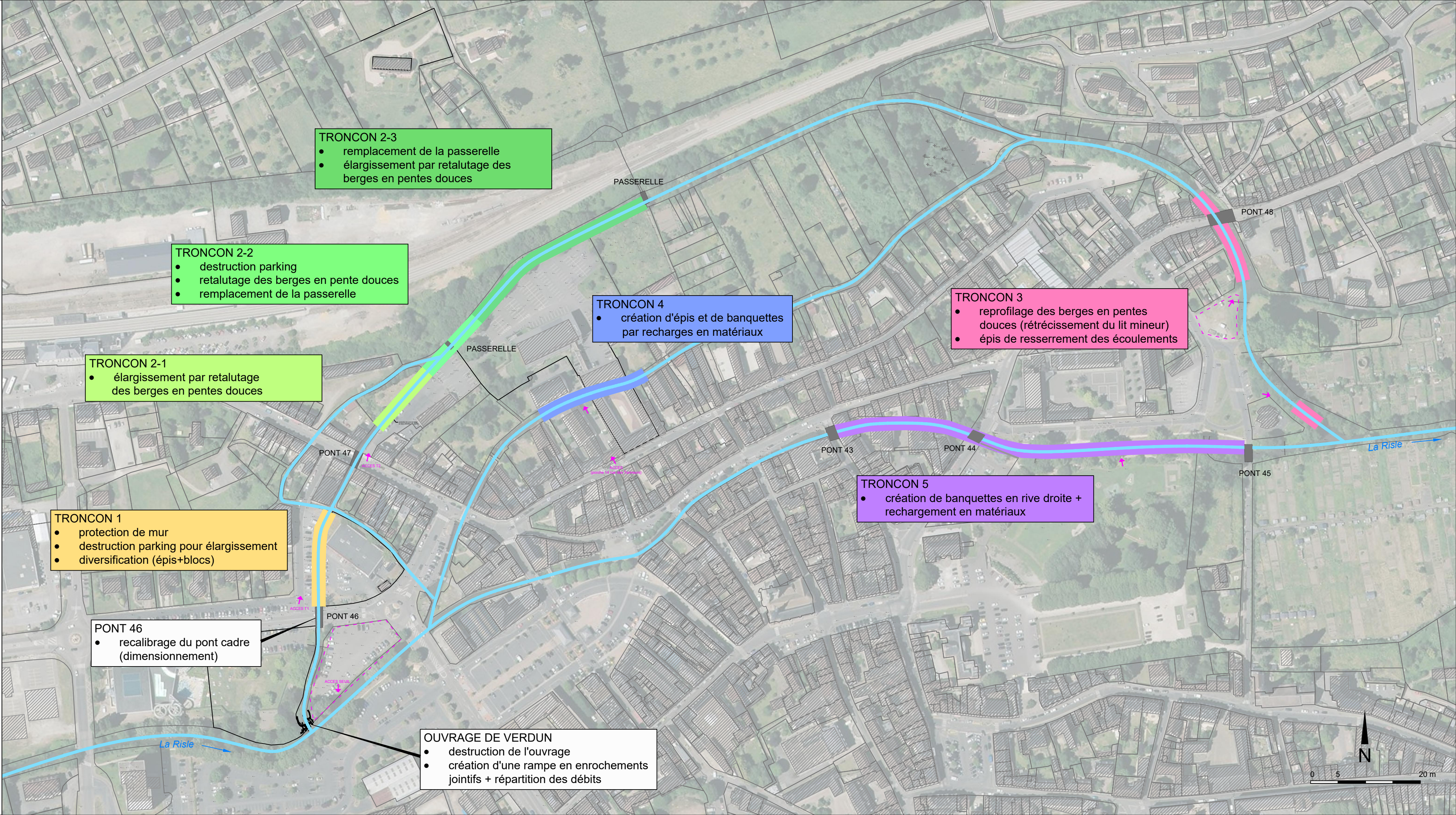
MAITRE D'OUVRAGE:

GEOMETRE:

MAITRE D'OUVRAGE DELEGUE:

MAITRE D'OEUVRE:

DIRECTION REGIONALE OUEST
ESPACE BUREAUX SILLON DE BRETAGNE
8 AVENUE DES THEBAUDIÈRES - CS 20232
44615 SAINT HERBLAIN CEDEX - FRANCE
Tél : 33 (0)2 28 09 18 00
Fax : 33 (0)2 40 94 80 99





AMENAGEMENTS SUR LA RISLE
SITE DE L'AIGLE
PLANS TRAVAUX
TRONCON 1 - PONT46

AFFAIRE N° 4-53-1976 DATE 07-05-2019 DESSIN SGU VERIFIE RBE

INDICES	DATES	D	MODIFICATIONS
INDICE1	07-05-2019	SGU /	

MAITRE D'OUVRAGE:

GEOMETRE:

MAITRE D'OUVRAGE DELEGUE:

MAITRE D'OEUVRE:



MOE DE RESTAURATION DE LA CONTINUITE
ECOLOGIQUE DU CENTRE VILLE D'AIGLE,
DES MOULINS D'AUBE ET DE PORTE

AMENAGEMENTS SUR LA RISLE
SITE DE L'AIGLE
PLANS TRAVAUX
TRONCONS 2 et 4

AFFAIRE N° 4-53-1976 DATE 07-05-2019 DESSIN SGU VERIFIE RBE

INDICES	DATES	D	MODIFICATIONS
INDICE1	07-05-2019	SGU /	

MAITRE D'OUVRAGE:

GEOMETRE:

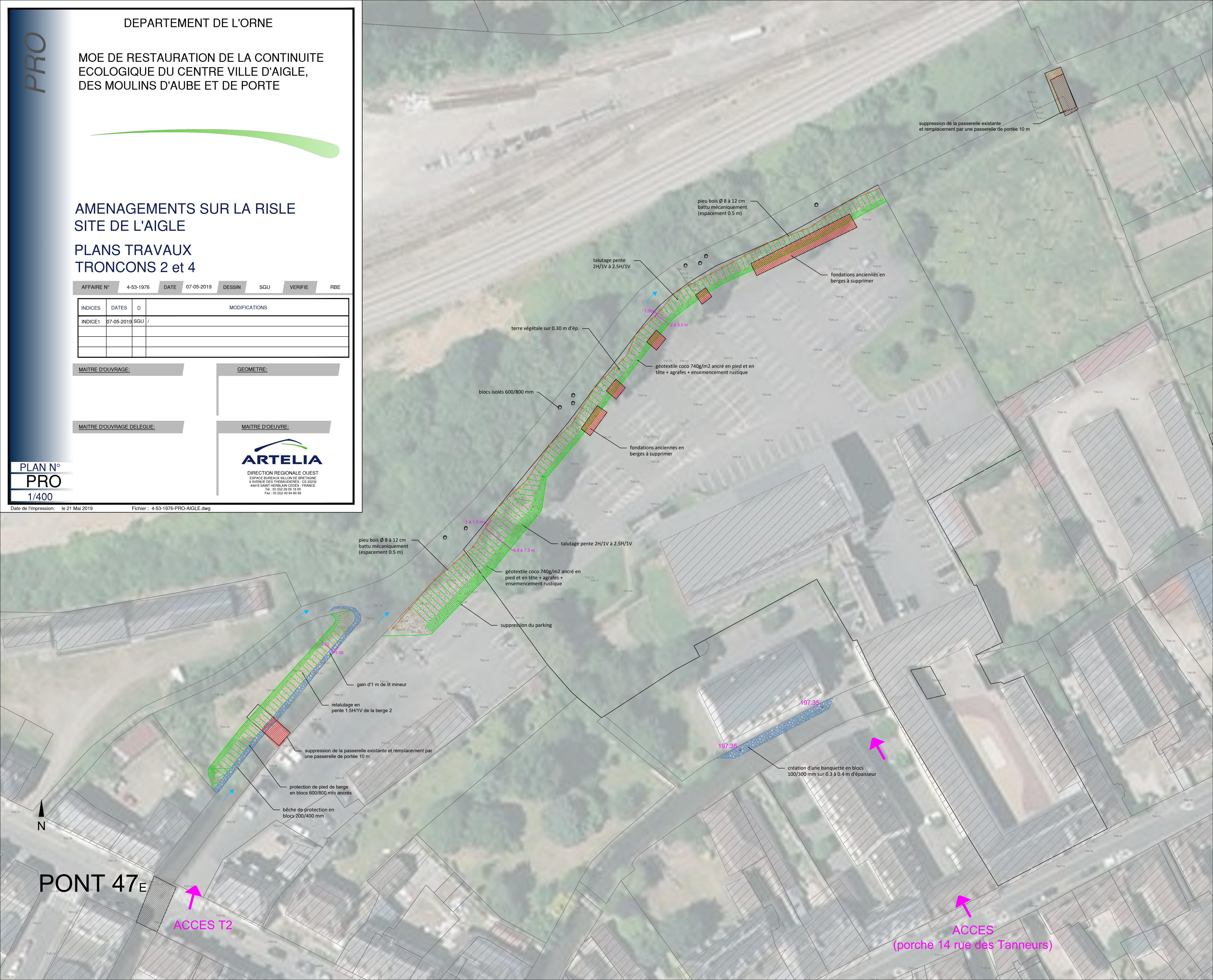
MAITRE D'OUVRAGE DELEGUE:

MAITRE D'OEUVRE:



PLAN N°
PRO
1/400

Date de l'impression: le 21 Mai 2019 Fichier : 4-53-1976-PRO-AIGLE.dwg



PONT 47_E

ACCES T2

ACCES
(porche 14 rue des Tanneurs)

MOE DE RESTAURATION DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE DU CENTRE VILLE D'AIGLE, DES MOULINS D'AUBE ET DE PORTE

AMENAGEMENTS SUR LA RISLE SITE DE L'AIGLE

PLANS TRAVAUX TRONCON 3

AFFAIRE N°	4-53-1976	DATE	07-05-2019	DESSIN	SGU	VERIFIE	RBE
------------	-----------	------	------------	--------	-----	---------	-----

INDICES	DATES	D	MODIFICATIONS
INDICE1	07-05-2019	SGU /	

MAITRE D'OUVRAGE:

GEOMETRE:

MAITRE D'OUVRAGE DELEGUE:

MAITRE D'OEUVRE:



PLAN N°

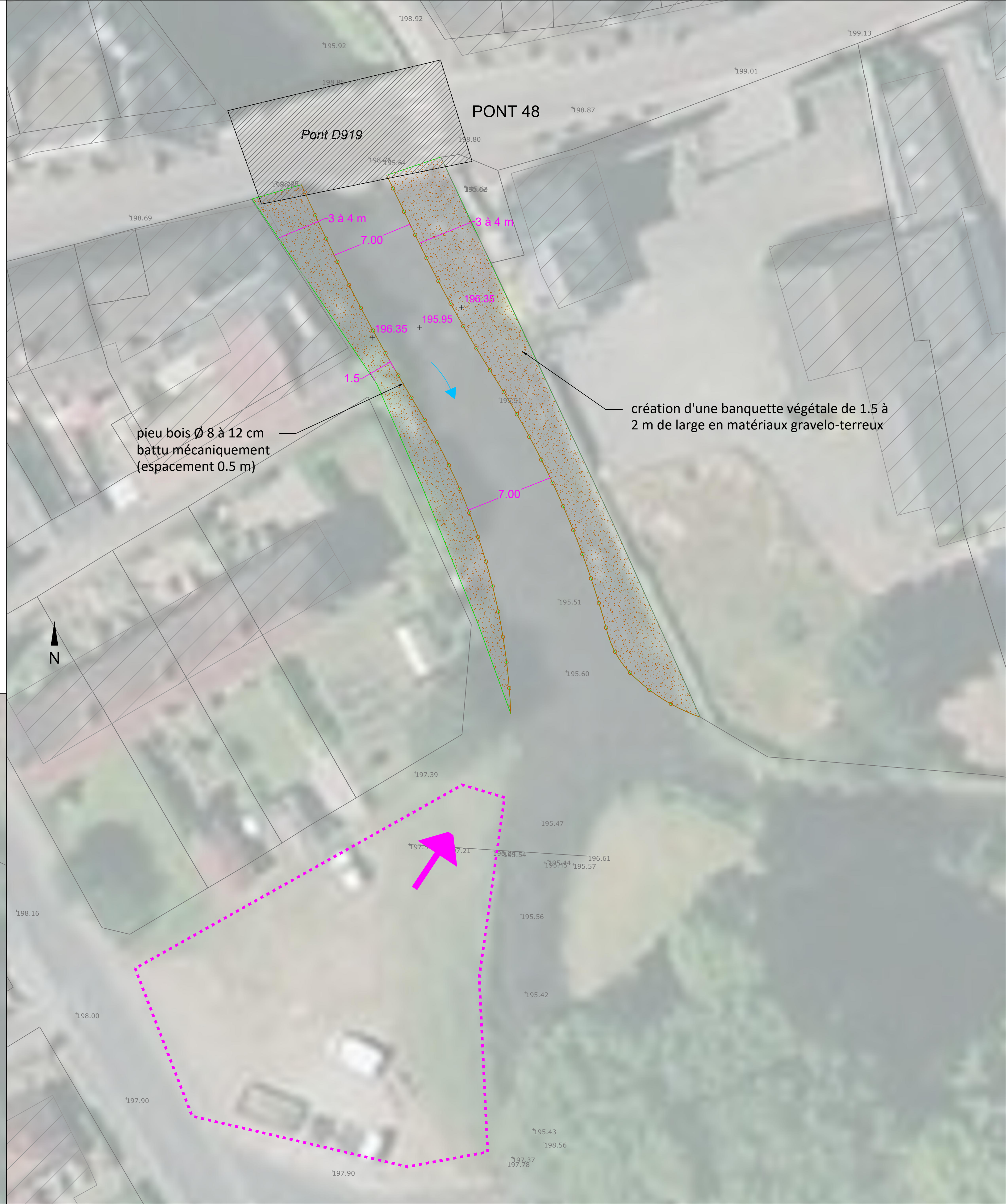
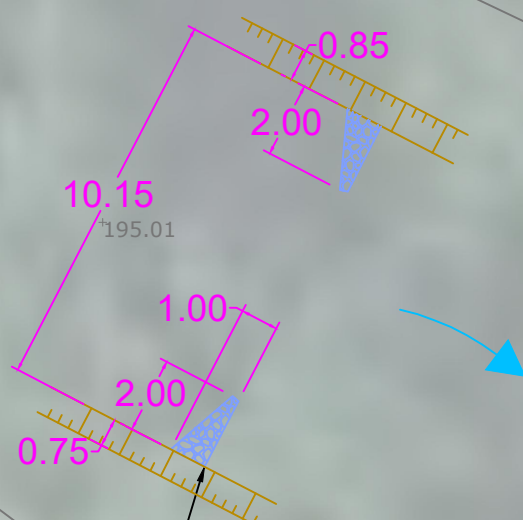
PRO

1/200

Date de l'impression: le 22 Mai 2019

Fichier : 4-53-1976-PRO-AIGLE.dwg

épi de resserrement des
écoulements en blocs sur 0.60 m
d'épaisseur et 2.00 m de large
(voir plan de détail)



MOE DE RESTAURATION DE LA CONTINUITE
ECOLOGIQUE DU CENTRE VILLE D'AIGLE,
DES MOULINS D'AUBE ET DE PORTE



AMENAGEMENTS SUR LA RISLE
SITE DE L'AIGLE
PLANS TRAVAUX
TRONCON 5

AFFAIRE N° 4-53-1976 DATE 07-05-2019 DESSIN SGU VERIFIE RBE

INDICES	DATES	D	MODIFICATIONS
INDICE1	07-05-2019	SGU /	

MAITRE D'OUVRAGE:

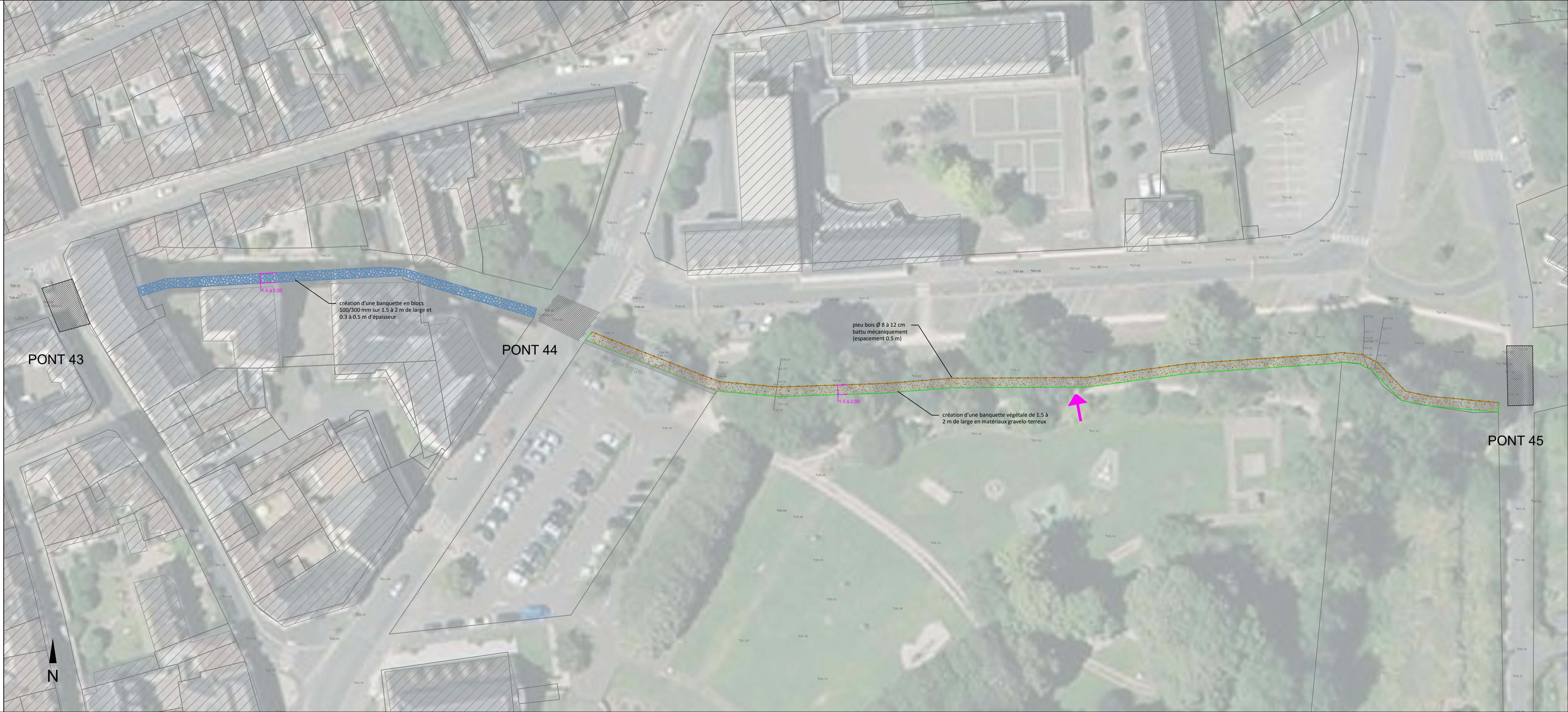
GEOMETRE:

MAITRE D'OUVRAGE DELEGUE:

MAITRE D'OEUVRE:



DIRECTION REGIONALE OUEST
ESPACE BUREAUX SILLON DE BRETAGNE
8 AVENUE DES THEBAUDIÈRES - CS 20232
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX - FRANCE
Tél : 33 (0)2 28 08 18 00
Fax : 33 (0)2 40 94 80 99



Annexe B. PHOTOMONTAGES

Ouvrage de Verdun



Actuellement

Travaux d'aménagement

Quelques mois après les travaux

Tronçon 1 : aval de la suppression du parking



Actuellement

Travaux d'aménagement

Quelques mois après les travaux

Tronçon 2 depuis le parking de la médiathèque



Actuellement

Travaux d'aménagement

Quelques mois après les travaux

Tronçon 5 - vue depuis le parc



Actuellement

Travaux d'aménagement

Quelques mois après les travaux

Tronçon 3 – depuis l’aval du pont n°48



Actuellement

Travaux d'aménagement

Quelques mois après les travaux

Annexe C. NOTE DE DIMENSIONNEMENT DE LA RAMPE EN ENROCHEMENTS JOINTIFS

Note de dimensionnement de la rampe en enrochements jointifs

La mise en place de cette rampe doit permettre de répondre à un double objectif :

- Permettre la restauration de la continuité piscicole sur le bras nord ;

Tableau 1 Critères hydrauliques à respecter selon les groupes d'espèces pour le dimensionnement de la rampe (Rapport Ghappe)

Groupe d'espèces	Hauteur d'eau minimale (m)	Vitesses d'écoulement maximales (m/s)	Longueur maximale du coursier (m)
Saumons, truites de mer, lamproies	0.3	3.0	10
		2.0	20
Aloses	0.4	2.5	10
		1.5-1.8	20
Truites fario, Ombres, cyprinidés rhéophiles	0.2	1.8-2.0	5-6
		1.5	10
Petites espèces	0.2	1.2-1.5	5-6

Pour ce projet on retiendra les critères associés aux espèces cibles (entourés dans le tableau précédent).

- Assurer la nouvelle répartition des débits entre les bras ;

Tableau 2 Objectifs de répartition des débits

Réseau hydrographique	Bras Nord	Bras sud	Bras centre
Objectif	60%	32%	8%

Comme évoqué précédemment la cote basse de cet ouvrage doit être inférieure au point haut du bras sud (197.85 m NGF) pour permettre une alimentation convenable du bras Nord (débit entrant).

Cet ouvrage doit également permettre de répondre à l'objectif de répartition des débits annoncée (hors crue et étiage). La section amont de la rampe est présentée sur la figure suivante.

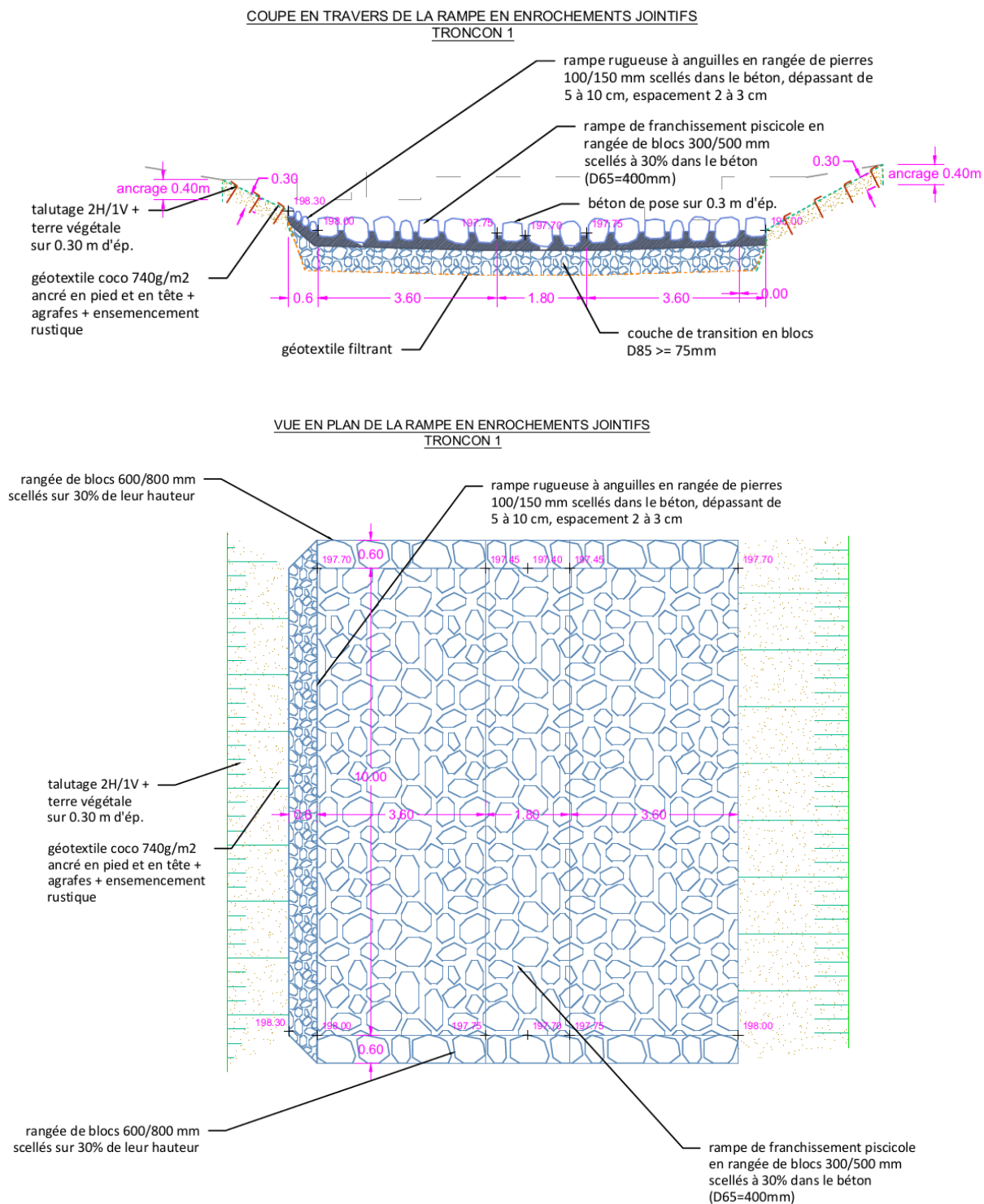


Figure 1 Coupe et vue en plan de la rampe

Les caractéristiques techniques de la rampe sont précisées dans le rapport précédent.

Respect de la répartition des débits annoncée

Le respect de cette nouvelle répartition des débits n'est possible que si les clapets (Quai Catel et Alliés) restent en position fixe hors étiage sévère et période de crue. L'analyse hydraulique a montré que la position des clapets modifie la répartition des débits dans les différents bras.

Définition des cotes des clapets hydrauliques

En se basant sur le module, à l'état actuel le niveau d'eau en amont immédiat de l'ouvrage de Verdun est de 198.19 m NGF. L'objectif est de conserver cette cote (+/- quelques cm) avec la mise en place du nouvel ouvrage de franchissement piscicole.

Pour rappel la cote du seuil répartiteur mis en place sur le bras nord est à 197.70 m NGF. Les cotes fixes des deux clapets ont été définies par ajustement à partir des modélisations hydrauliques de façon à obtenir une répartition convenable des débits.

- **Clapet des Alliés**

La cote du clapet des Alliés a été définie à **198.00 m NGF**.

- **Clapet Quai Catel**

La cote du clapet des Alliés est définie à **197.90 m NGF**.

La répartition a été vérifiée pour différents débits en prenant en compte ces cotes.

Tableau 3 Répartition des débits après aménagement

Réseau hydrographique		Bras Nord	Bras sud	Bras centre
Objectif		60%	32%	8%
Qmna5/ Q10%	Répartition %	65%	28%	7%
Module	Répartition (%)	57%	30%	13%
Q90%	Répartition (%)	55%	30%	15%

Globalement la répartition des débits est bien respectée, le dispositif répond bien à cette contrainte.

Les cotes des clapets hydrauliques pourront évidemment être modifiées en cas de conditions particulières :

- Abaissement des clapets en période de crue ;
- Ajustement des cotes des clapets en cas d'étiage si besoin tout en assurant un débit majoritaire dans le bras nord. De manière plus générale, pour des conditions particulières les cotes des clapets pourront être modifiées pour garantir la fonctionnalité de la rampe ;

Franchissabilité piscicole du dispositif

La fonctionnalité du dispositif a été vérifiée pour une gamme de débits s'étendant du Qmna5 au Q90%, gamme de débit couvrant les périodes de migrations des espèces cibles.

Le tableau suivant présente les niveaux d'eau calculés (par modélisation hydraulique) en amont de la rampe en fonction des débits.

Tableau 4 Niveaux d'eau en amont de la rampe pour les débits associés

	Débits total (m3/s)	Niveau d'eau projet en amont de la rampe
QMNA5	0.56 m3/s	198.00 m NGF
Module	1.66 m3/s	198.15 m NGF
Q90%	2.7 m3/s	198.26 m NGF

La mise en place du radier en aval de la rampe permet de fixer la condition aval. La cote amont du radier est fixée à 197.48 m NGF.

Le dimensionnement permet de garantir qu'à minima une partie de la rampe est franchissable pour les espèces cibles quel que soit le débit transitant dans la Risle.

Le tableau de synthèse ci-après présente le respect des contraintes de hauteurs d'eau et de vitesse pour l'ensemble des niveaux d'eau présentés ci-avant.

Tableau 5 Respect des contraintes hydrauliques associées au franchissement piscicole

Critère de vitesse maximale :	1.50	m/s
Critère de hauteur d'eau minimale :	0.20	m

Atteinte des 2 critères de vitesse maximale et hauteur d'eau minimale			Cote du niveau d'eau amont (m)									
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	197.95	198.00	198.05	198.10	198.15	198.19	198.25	198.27	198.30	198.35
1	1.2	197.96	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
2	1.2	197.88	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
3	1.2	197.79	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
4	0.6	197.71	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non
5	0.6	197.73	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non
6	0.6	197.74	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non
7	1.2	197.79	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
8	1.2	197.88	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
9	1.2	197.96	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui

Critère de vitesse maximale :	2.50	m/s
Critère de hauteur d'eau minimale :	0.28	m

Atteinte des 2 critères de vitesse maximale et hauteur d'eau minimale			Cote du niveau d'eau amont (m)									
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	197.95	198.00	198.05	198.10	198.15	198.19	198.25	198.27	198.30	198.35
1	1.2	197.96	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
2	1.2	197.88	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui
3	1.2	197.79	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
4	0.6	197.71	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
5	0.6	197.73	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
6	0.6	197.74	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
7	1.2	197.79	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
8	1.2	197.88	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui
9	1.2	197.96	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui

Pour les grands migrateurs (saumon atlantique, truite de mer et lamproies) le tirant d'eau sur la rampe peut être limitant pour des débits proches du QMNA5 (< 0.3 m). Ce résultat est à nuancer avec le fait que ces débits ne sont pas les plus propices aux événements de montaison pour ces espèces.

L'aménagement spécifique pour les anguilles a été calé de manière à s'assurer qu'une partie de la rampe à anguilles soit toujours hors d'eau pour le Q_{90%}. Cela permet de garantir une zone de reptation pour les anguilles quel que soit le débit de la Risle (hors crue).

Les niveaux d'eau associés à différents débits ont été calculés sur l'ensemble du dispositif à l'aide du logiciel CAPRIS.

La figure suivante présente les résultats obtenus.

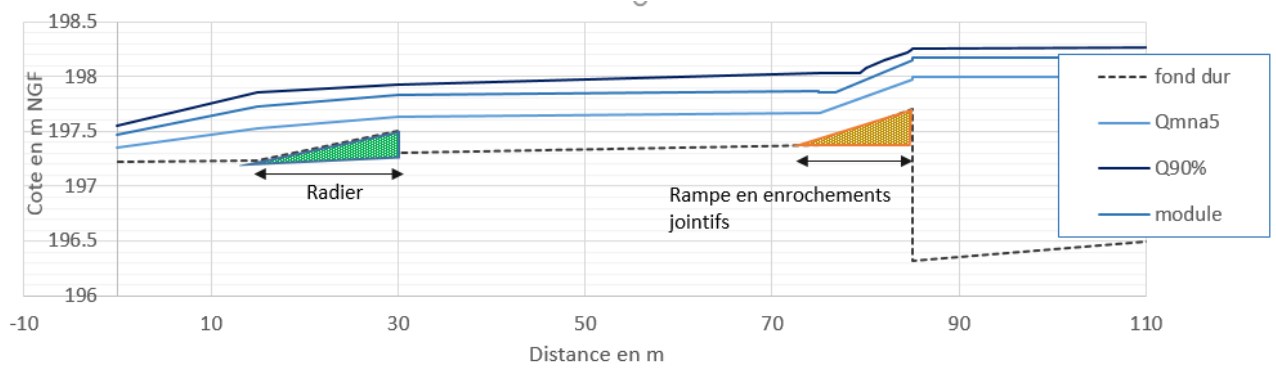


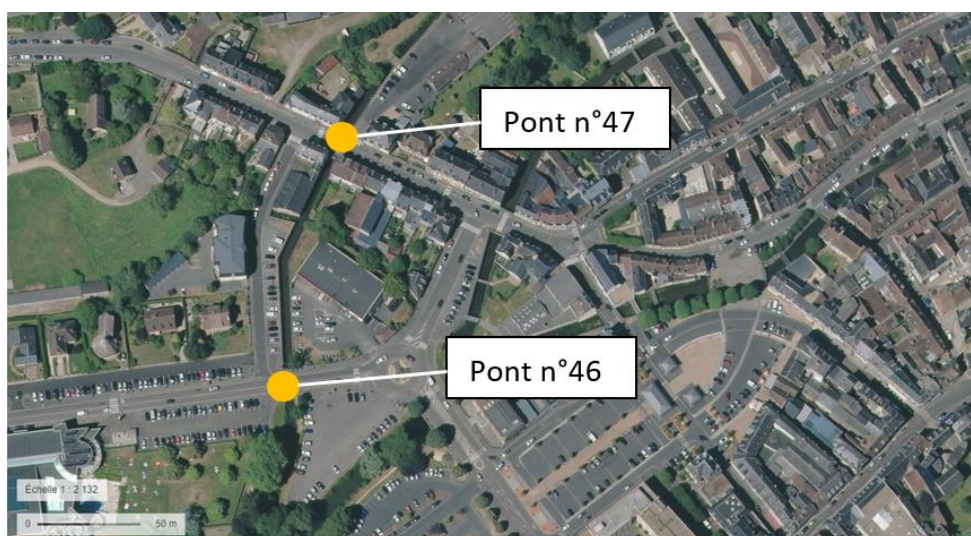
Figure 2 Profils en long des lignes d'eau sur le dispositif

La rampe est dimensionnée de manière à permettre à l'ensemble des poissons migrateurs présents ou susceptibles de l'être de la franchir.

Annexe D. NOTE DE DIMENSIONNEMENT DU PONT N°46

Note de dimensionnement du pont n°46

Les ponts n°46 et 47 sont considérés comme des obstacles à la continuité hydraulique en crue. Dans le cas de l'élargissement du bras nord et de la nouvelle répartition des débits il convient donc de reconstruire ces ponts pour augmenter la capacité d'écoulement en crue et ne pas accentuer l'effet d'obstacle à la continuité hydraulique.



Le changement du pont n°46 est intégré dans le projet mais pas le pont n°47. Des indications sont données pour justifier l'intérêt du changement du pont n°47.

Pont n°46

Ce pont est actuellement sous-dimensionné et présente un pilier central susceptible de bloquer les embâcles. Ces contraintes seront encore plus fortes suite à la nouvelle répartition des débits. Cela nécessite donc une réfection totale du pont pour en améliorer les capacités d'écoulement.

Le pont n°46 sera entièrement détruit et pourra être reconstruit avec les caractéristiques suivantes :

- Pont cadre : section de 6 (L) x 2.5 (h) m soit un gain de 2 mètres en largeur ;
- Tablier préfabriqué d'épaisseur 0.3 à 0.4 m ;

Pour mesurer l'impact du changement de pont sur les écoulements en crue nous avons calculé à l'aide d'une modélisation hydraulique la capacité d'écoulement de l'ouvrage actuel et de l'ouvrage projet.

La modélisation ne prend pas en compte la potentielle présence d'embâcles qui pourrait réduire considérablement la capacité d'écoulement des arches au regard de leurs caractéristiques. Les paramètres du modèle utilisé sont ceux du modèle présenté en phase AVP, ils tiennent compte de la configuration locale du tronçon étudié (pente, rugosité etc.).

	Débit maximal (m3/s)	Niveau d'eau amont
Pont état actuel	25 m3/s	199.7 m NGF
Pont état projet	35 m3/s	199.7 m NGF

A l'état projet la capacité d'écoulement au droit du pont est améliorée à hauteur de 40% vis-à-vis de l'état actuel.

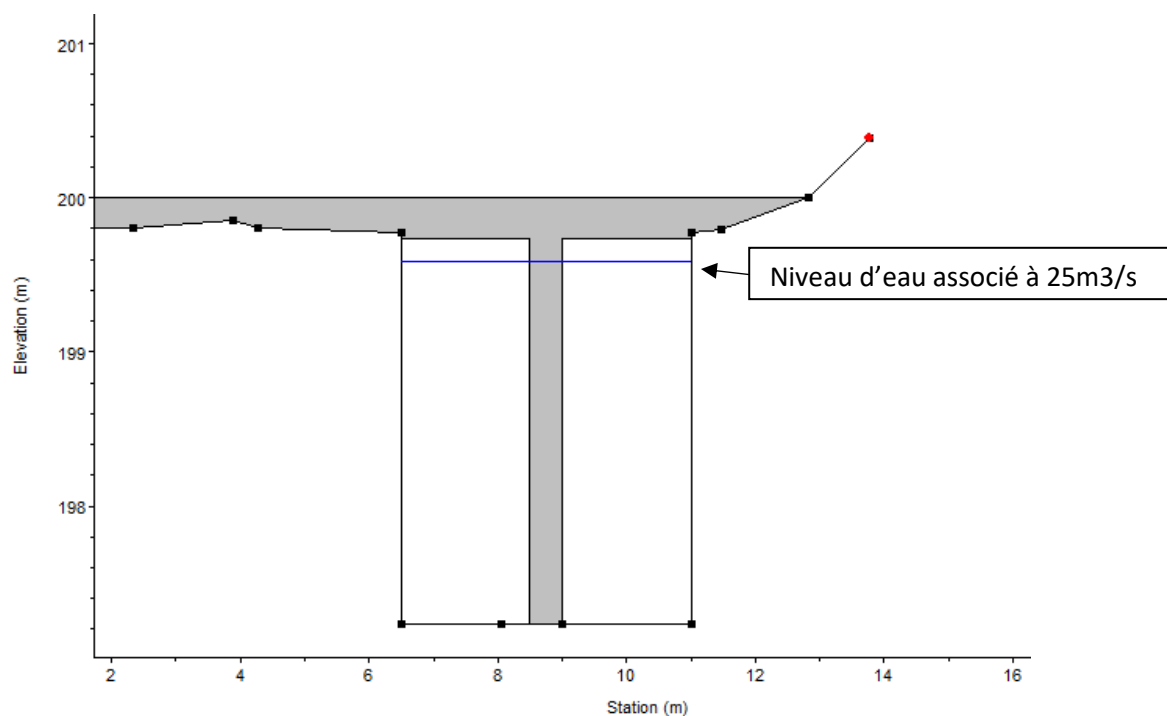


Figure 1 Coupe en travers du pont à l'état actuel

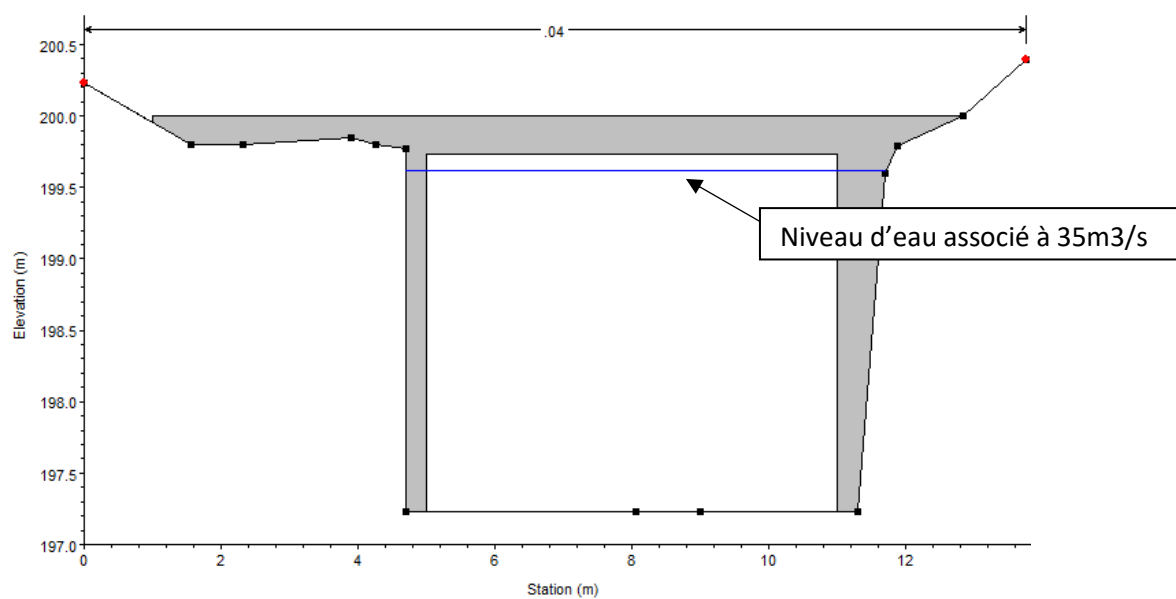


Figure 2 Coupe en travers du pont à l'état projet

Des modélisations état projet avec mise en place de ce pont ont été réalisées dans le but de définir les incidences des aménagements sur les écoulements en crue. Les résultats pour Q2, Q10 et Q100 sont présentés ci-après :

- **Q2**

L'état projet permet globalement une baisse du niveau d'eau sur la zone en amont du centre-ville et une hausse du niveau d'eau sur la partie aval du bras nord au niveau des jardins partagés qui n'est pas considérée comme une zone à enjeux.

- **Q10**

L'état projet permet globalement une légère baisse du niveau d'eau (de l'ordre de 2 à 5 cm) sur la zone en amont du centre-ville. Il permet une baisse significative du niveau d'eau au droit du centre-ville (15 à 25 cm) voire une mise hors d'eau de zones proche de l'avenue de la comtesse de Ségur, zone au nord de la piscine et zone de la rue des tanneurs.

- **Q100**

L'état projet permet globalement une légère baisse du niveau d'eau (de l'ordre de 2 à 5 cm) sur la zone amont du modèle. Il permet une baisse significative du niveau d'eau au droit du centre-ville (15 à 25 cm) voire une mise hors d'eau de zones proche de l'avenue de la comtesse de Ségur, zone au nord de la piscine et zone de la rue des tanneurs

A noter que la zone inondée plus fréquemment (proche des jardins partagés le long du bras nord) à Q2 et Q10 a été identifiée comme zone humide par notre écologue. L'inondation plus fréquente de cette zone pourra conduire à rendre davantage fonctionnelle la zone humide.

Les comparaisons des cartographies de différences de niveaux d'eau sur les zones de débordement sont présentées ci-après.

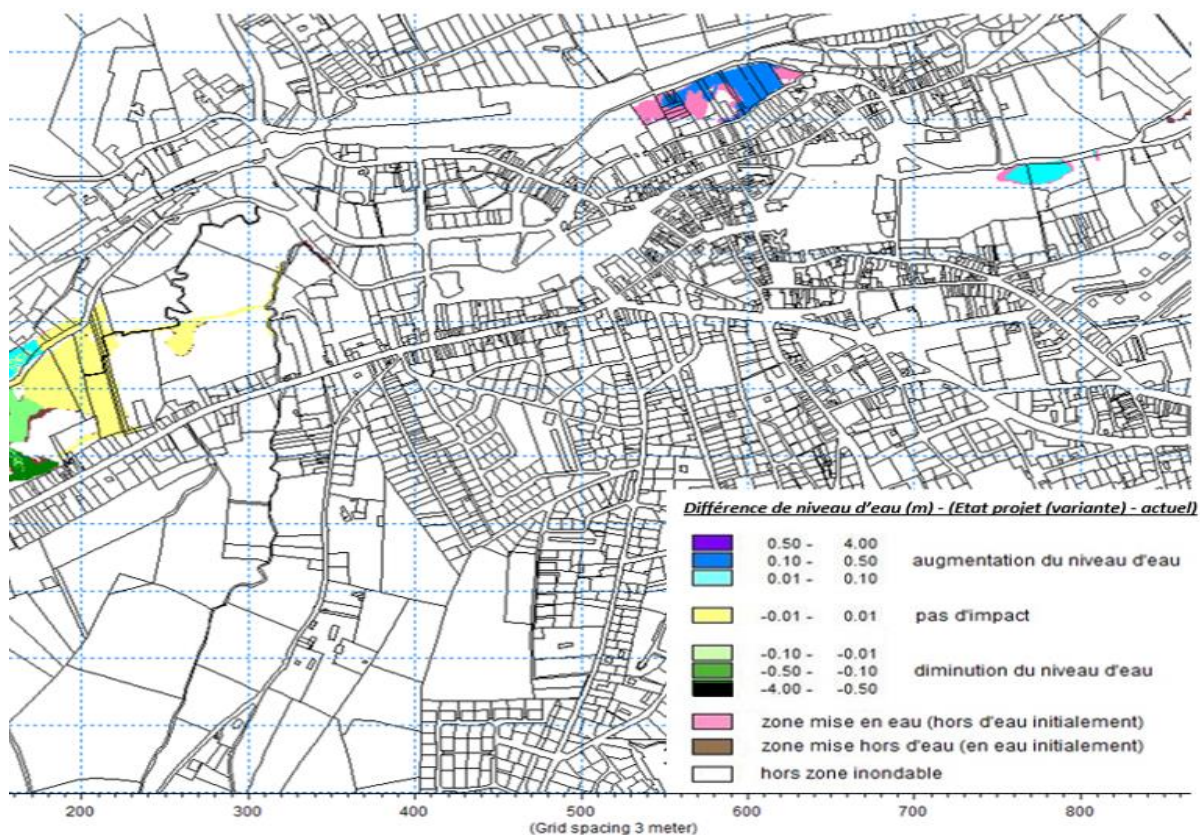


Figure 3 Comparaison état actuel/état projet des zones inondées à Q2

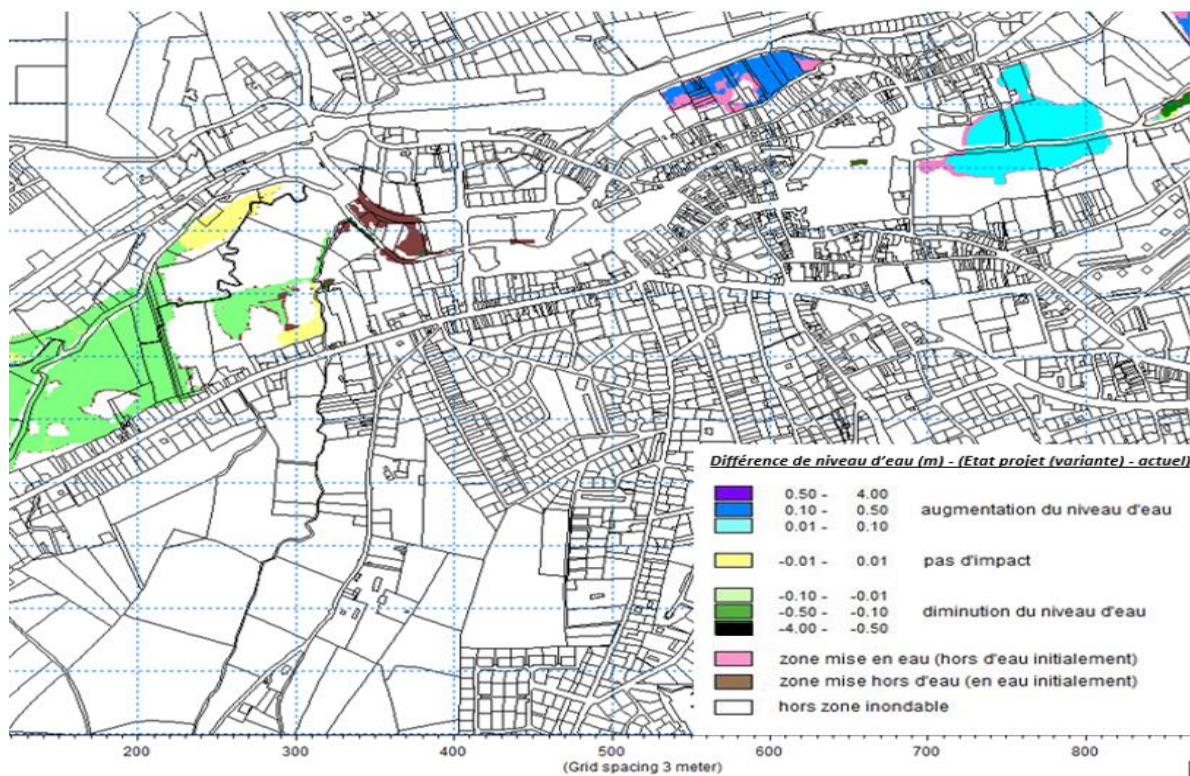


Figure 4 Comparaison des état actuel/état projet des zones inondées à Q10

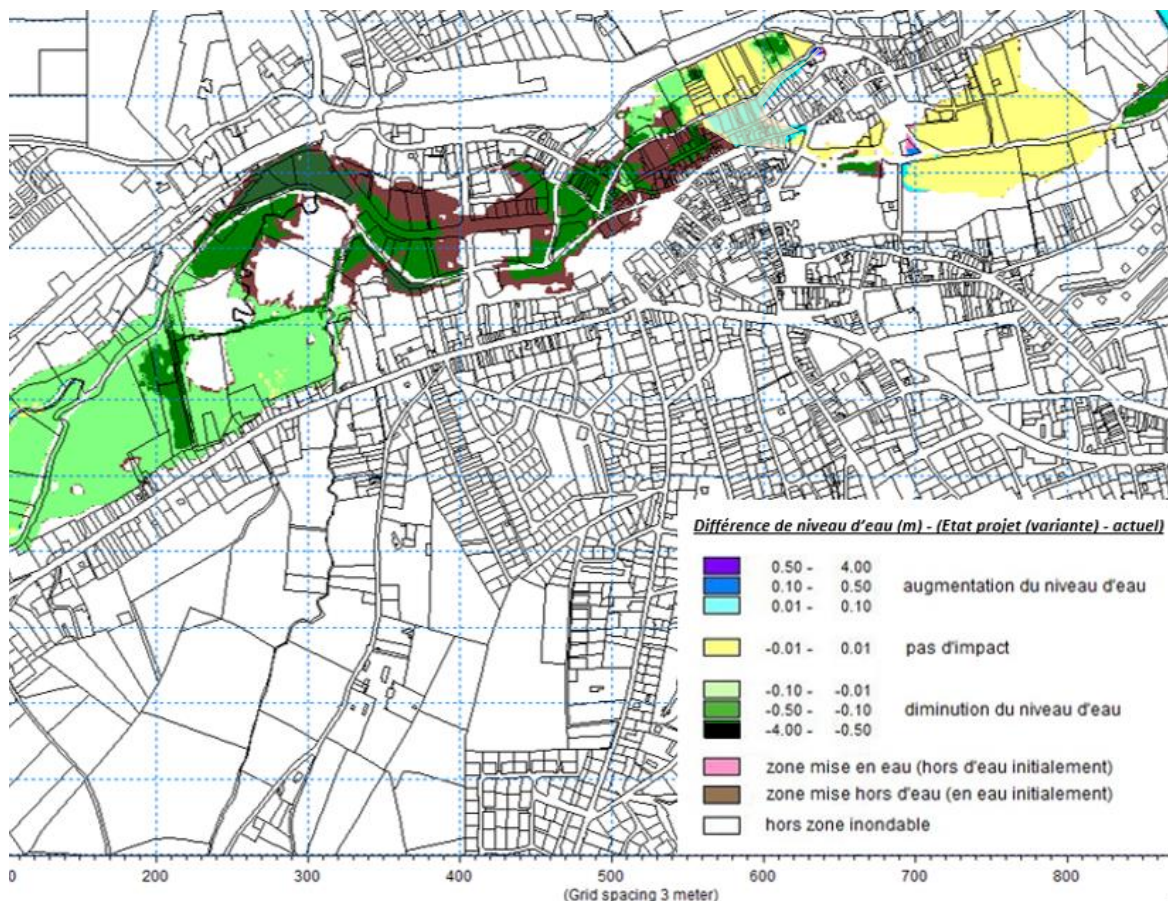


Figure 5 Comparaison état actuel/état projet des zones inondées à Q100

Devenir du pont n°47

Le pont n°47 a été considéré comme un obstacle à la continuité hydraulique du fait de son orientation et de sa section d'écoulement.

Plusieurs tests de modélisation ont été effectués pour justifier de l'intérêt ou non du changement de pont. Nous avons modélisé deux scénarios (état projet) pour les différents débits de crue (Q2, Q10 et Q100) :

- Avec le pont en l'état actuel (état projet conforme aux aménagements stade PRO de l'Aigle) ;
- Avec la mise en place du pont cadre (largeur de 4.5m et hauteur de 2.5 m) ;

Pour les crues biennales et décennales, le changement du pont n'a pas d'impact significatif sur les zones inondées au droit du centre-ville.

Pour la crue centennale, les résultats montrent que le changement de pont a un impact significatif (positif) sur les zones inondées. En effet la mise en place du pont cadre permet de réduire la hauteur d'eau de **0.1 à 0.25 m** sur les zones à enjeux du centre-ville (secteur Avenue de la Comtesse de Ségur, Pont des Alliés). Certaines zones sont mises hors d'eau notamment en rive gauche du bras sud.

Sur le secteur amont la différence de hauteur d'eau observée est très faible (de l'ordre de 2 à 5cm), l'impact engendré par le changement de pont sera donc très léger et l'abaissement du niveau d'eau peu visible.

La cartographie suivante présente les différences de niveaux d'eau entre l'état projet (PRO RCE) avec le pont actuel et l'état projet variante intégrant le changement de pont.

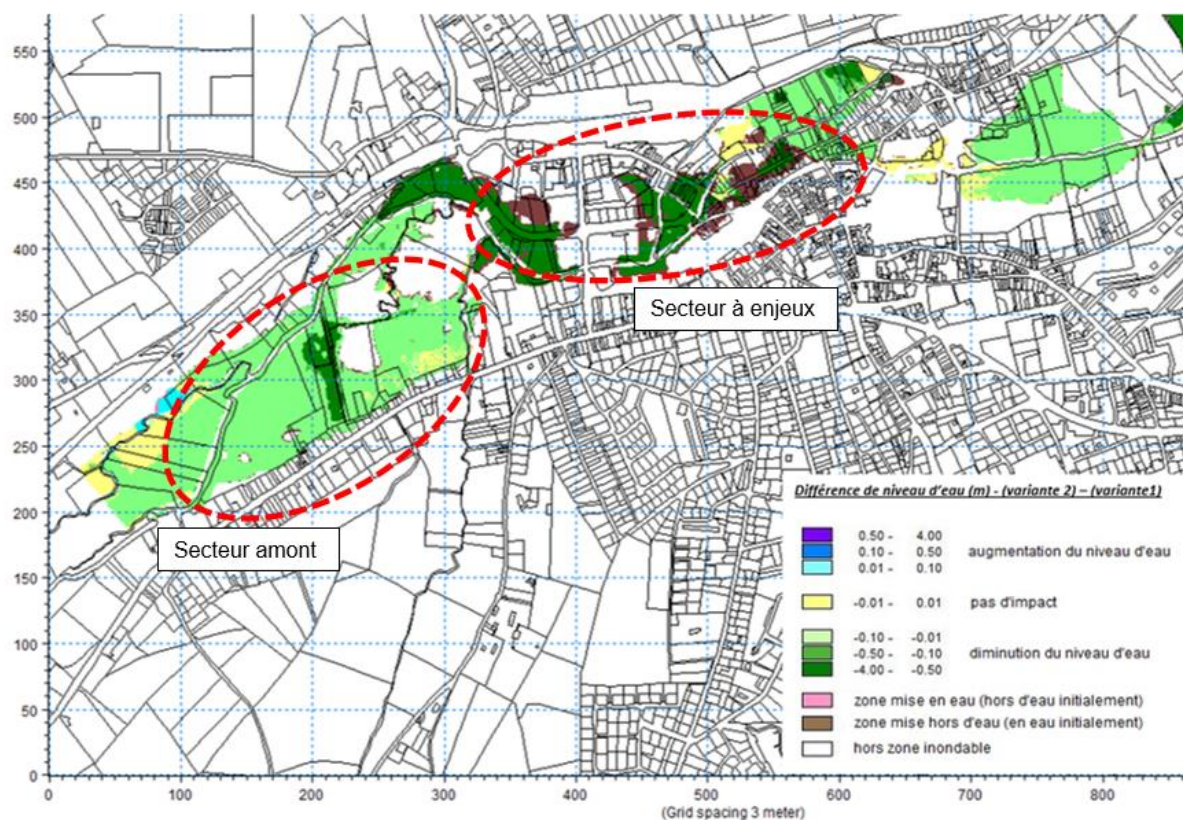


Figure 6 Comparaison état projet (PRO RCE)/état projet « changement de pont » des zones inondées pour Q100

Le remplacement du pont n°47 est donc conseillé pour améliorer la capacité d'écoulement de la Risle pour des crues dont la période de retour est supérieure à 10 ans.