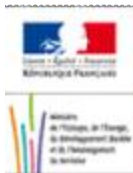




SYNDICAT INTERCOMMUNAL DU HAUT COUESNON
Fougères Communauté
Parc de l'Aumallerie
35133 La Selle-en-Luitré

**ETUDE DE RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ ECOLOGIQUE
SUR LES OUVRAGES HYDRAULIQUES
DU BASSIN VERSANT DU HAUT COUESNON**

avec le soutien financier de :



Établissement public du ministère
chargé du développement durable



Phase 3 : Avant projets

-

Document définitif

Ouvrages OH1, OH3, OH6, OH7, OH8, OH9, OH10, OH11, OH12

AUTEUR DE L'ÉTUDE :



5 rue des Tulipes
67600 MUTTERSHOLTZ
Tél. : 03 88 85 17 94 / Fax : 03 88 85 19 50
Site Internet : www.sinbio.fr / Courriel : contact@sinbio.fr

CE 318

Avril 2013

Indice D

SOMMAIRE

1. SCENARII DEVELOPPES AU STADE AVANT PROJET	5
1.1. GROUPE 1 : QUATRE OUVRAGES DEVANT PASSER RAPIDEMENT EN PHASE OPERATIONNELLE.....	5
1.2. GROUPE 2 : QUATRE AUTRES OUVRAGES ETUDIES AU STADE AVANT-PROJET.....	5
1.3. GROUPE 3 : L'OUVRAGE DU MOULIN AUX MOINES (OH1).....	6
1.4. GROUPE 4 : TROIS DERNIERS OUVRAGES NON ETUDIES AU STADE AVP.....	6
2. OH1 – MOULIN AUX MOINES.....	7
2.1. TYPE DE DISPOSITIF	7
2.2. DESCRIPTIF DES AMENAGEMENTS	7
2.2.1. Accès au chantier	7
2.2.2. Travaux préalables et de mise à sec	7
2.2.3. Travaux au niveau du vannage de décharge B	8
2.2.4. Travaux au niveau du lit à l'aval.....	8
2.2.5. Travaux au niveau du seuil du moulin A	8
2.2.6. Mesures d'accompagnement.....	8
2.3. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ; IMPACT SUR LA ZONE D'INFLUENCE AMONT ...	9
2.4. COUT DES AMENAGEMENTS	9
3. OH3 - MOULIN DU HOUX	10
3.1. DESCRIPTIF DES AMENAGEMENTS	10
3.1.1. Accès au chantier	10
3.1.2. Travaux préalables et de mise à sec	10
3.1.3. Phase 1 : ouvrage B : vannage de décharge.....	11
3.1.4. Phase 2 : ouvrage A : seuil du moulin.....	11
3.1.5. Ouvrage D : seuil de surverse et de passage des canoës.....	11
3.1.6. Mesures d'accompagnement.....	11
3.2. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ; IMPACT SUR LA ZONE D'INFLUENCE AMONT. .	12
3.3. COUT DES AMENAGEMENTS	12
4. OH6– MOULIN DE BLOT	13

4.1.	TYPE DE DISPOSITIF	13
4.2.	DESCRIPTIF DES AMENAGEMENTS	13
4.2.1.	Accès	13
4.2.2.	Travaux préalables	13
4.2.3.	Travaux de déconstruction du seuil existant	14
4.2.4.	Travaux de réalisation de la fosse en enrochement aval	14
4.2.5.	Travaux de réalisation de la rampe rugueuse et de la bèche d'ancrage amont	14
4.2.1.	Abaissement de la cote du coursier du moulin	14
4.2.2.	Reprofilage du bief	14
4.2.3.	Berges amont	15
4.3.	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ET PISCICOLE ; IMPACT SUR LA ZONE D'INFLUENCE AMONT	15
4.4.	COÛT DES AMENAGEMENTS	16
5.	OH7– MOULIN DE VANDEL	17
5.1.	TYPE DE DISPOSITIF	17
5.2.	DESCRIPTIF DES AMENAGEMENTS	17
5.2.1.	Accès	17
5.2.2.	Travaux préalables	17
5.2.3.	Travaux de déconstruction du seuil existant	18
5.2.4.	Travaux de réalisation de la fosse en enrochement aval	18
5.2.5.	Travaux de réalisation de la rampe rugueuse et de la bèche d'ancrage amont	18
5.2.6.	Abaissement de la cote du coursier du moulin	18
5.2.7.	Reprofilage du bief	19
5.2.8.	Berges amont	19
5.3.	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ET PISCICOLE – IMPACT SUR LA ZONE D'INFLUENCE	19
5.4.	COÛT DES AMENAGEMENTS	20
6.	OH8 - MOULIN DE LA MARCHE	21
6.1.	DESCRIPTIF DES AMENAGEMENTS	21
6.1.1.	Accès	21
6.1.2.	Travaux préalables	21
6.1.3.	Bras de contournement provisoire	22

6.1.4.	Démolition de l'ouvrage et mise en place d'un seuil de fond	22
6.1.5.	Aménagement et protection de berge.....	22
	• Protection de berge amont sur 150ml.....	22
	• Protection de berge aval à l'emplacement des murs latéraux actuels	22
	• Protection de berge aval rive gauche.....	23
	• Protection de berge aval rive droite (abreuvoir)	23
6.1.6.	Option	23
6.2.	COUT DES AMENAGEMENTS	24
7.	OH9 – SITE DE GALACHE ET DES PRAIRIES D'YNE	26
7.1.	DESCRIPTIF DES AMENAGEMENTS	27
7.1.1.	Calage hydraulique.....	27
7.1.2.	Travaux préalables et accès	28
7.1.3.	Travaux de terrassement.....	28
7.1.4.	Travaux sur ouvrage.....	29
	• Effacement de l'ancien ouvrage sur le Couesnon.....	29
	• Ouvrage de régulation de la répartition des eaux	29
7.1.5.	Végétalisation et protections des berges	29
	• Végétalisation du nouveau tracé.....	29
	• Protections de berges au droit de la connexion Couesnon-bief et en amont du pont d'Yné rive gauche.....	30
	• Protection de berges au droit de l'ouvrage en ruine.....	30
7.2.	COUT DES AMENAGEMENTS	30
7.2.1.	Cout du scénario de base : creusement du nouveau lit du Couesnon + retour au lit historique du Grolay	31
7.2.2.	Cout du scénario variante 1 : creusement du nouveau lit du Couesnon uniquement ; le Grolay continue de passer par la zone humide	32
7.2.3.	Cout du scénario variante 2 : idem variante 1 + renaturation du Couesnon en aval des ponts	33
8.	OH10 – MOULIN DE LA MOTTE	34
8.1.	TYPE DE DISPOSITIF	34
8.2.	DESCRIPTIF DES AMENAGEMENTS	34
8.2.1.	Accès.....	34
8.2.2.	Travaux préalables	34
8.2.3.	Travaux d'abaissement et d'adaptation du seuil	35
	• Déconstruction du seuil existant	35

•	Travaux de réalisation de la fosse en enrochement aval (Couesnon)	35
•	Travaux de réalisation du seuil sur le Couesnon	35
8.2.4.	Travaux de réalisation du seuil d'admission sur le bief	35
8.2.5.	Démantèlement du vannage B	35
8.2.6.	Reprofilage du bief.....	35
8.2.7.	Berges amont	36
8.3.	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ET PISCICOLE	36
8.4.	COUT DES AMENAGEMENTS	37
9.	OH11 - MOULIN AUX PAUVRES	38
9.1.	ARGUMENTAIRE APRES ANALYSE DE LA TOPOGRAPHIE REALISEE ET NOUVEL EXAMEN DU TERRAIN EN PHASE AVP	38
9.2.	TYPE DE DISPOSITIF	38
9.3.	DESCRIPTIF DES AMENAGEMENTS	38
9.3.1.	Accès.....	38
9.3.2.	Travaux préalables	39
9.3.3.	Création d'un nouveau tronçon.....	39
9.4.	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE.....	40
9.5.	COUT DES AMENAGEMENTS	41
10.	OH12 - SEUIL PONT AUX ANES	42
10.1.	TYPE DE DISPOSITIF	42
10.2.	DESCRIPTIF DES AMENAGEMENTS	42
10.2.1.	Accès.....	42
10.2.2.	Travaux préalables	42
10.2.3.	Travaux de réalisation de bassins à seuils noyés.....	43
10.2.4.	Travaux de réalisation de la fosse en enrochement aval.....	43
10.2.5.	Travaux de réalisation du prébarrage d'attrait	43
10.3.	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ET PISCICOLE	43
10.3.1.	Fonctionnement de l'ensemble hydraulique	43
10.3.2.	Fonctionnement piscicole	44
10.4.	COUT DES AMENAGEMENTS	44

1. SCENARIIS DEVELOPPES AU STADE AVANT PROJET

La phase 2 de l'étude a permis de comparer différents scénarios d'aménagement des ouvrages. Ces scénarios ont fait l'objet d'une présentation en comité de pilotage en février 2012 de façon à en dégager les spécificités, et à préciser les hypothèses de montages financiers. Par ailleurs les propriétaires ont été à nouveau rencontrés pour échanger et recueillir leur sentiment sur les scénarios.

D'autre part, une campagne de levés topographique a été réalisée sur 7 ouvrages (Groupe 1 et Groupe 2 hors Galaché, voir ci-dessous) au courant des mois de mars et avril 2012, par le cabinet D2L BETALI, sur la base d'un cahier des charges réalisé par SINBIO.

Les ouvrages ont alors été classés en trois groupes décrits ci-après. Huit des ces ouvrages (les deux premiers groupes) font ensuite l'objet d'un développement détaillé dans les parties 2 à 9 du document.

1.1. Groupe 1 : Quatre ouvrages devant passer rapidement en phase opérationnelle

Au moulin du Houx (OH3), le propriétaire est favorable à un scénario d'effacement hydraulique maximal dès lors que ce scénario laisse passer un débit de base par l'ancien coursier du moulin. La ligne d'eau amont peut donc être nettement abaissée mais l'alimentation du coursier impose de maintenir une trentaine de cm de chute, résorbée par un canal échanuré. Une mise à niveau de la passe à kayak est également nécessaire.

A l'ancien moulin de la marche (OH8), le propriétaire et la commune sont favorables à un effacement hydraulique total dès lors que la passerelle utilisée en exploitation agricole est maintenue. Des dispositifs de confortement des berges sont également nécessaires.

Le moulin aux Pauvres (OH11) peut lui aussi faire l'objet d'un effacement hydraulique total avec l'accord du propriétaire. Une particularité toutefois : la phase 2 avait orienté le choix vers un simple effacement du seuil existant sur le cours actuel du Nançon. Or la nature rocheuse du lit de ce dernier, ré-examinée en phase avant-projet, pose une difficulté qui réoriente l'avant projet vers la création d'un bras de contournement. Il s'agit en fait de créer un bras en lieu et place de ce qui a probablement été autrefois le cours naturel du Nançon, le cours actuel correspondant à l'ancien bief taillé dans le rocher.

Le Pont Aux Anes, seuil jaugeur sur le Nançon (OH12), doit garder sa fonction de seuil de mesure et ne peut pas être effacé. Le scénario de création d'une passe à deux bassins, retenu en phase 2, est donc ici développé. Des bassins aux dimensions précises réalisés en génie civil ont été préférés à des appareillages de seuils en enrochement, pour des questions de fiabilité vis-à-vis des espèces cibles.

1.2. Groupe 2 : Quatre autres ouvrages étudiés au stade avant-projet

Les moulins de Blot (OH6), de Vandel (OH7) et de la Marche (OH10) pourraient chacun faire l'objet d'un effacement hydraulique partiel, tout en cherchant à préserver un petit débit dans les biefs. Ces trois sites présentent donc plusieurs points communs :

- contrairement au moulin du Houx, les biefs s'étirent sur plusieurs centaines de mètres de long ; or le maintien d'une alimentation du bief, avec un abaissement de la ligne d'eau en amont, suppose d'adapter le profil en travers du bief : création d'un chenal et de banquettes adaptés à un débit estival moins élevé qu'en situation actuelle
- conjointement le seuil du coursier du moulin doit être abaissé (OH6, OH7. Alternativement, au moulin de la marche(OH10) où cet abaissement de coursier n'est pas possible, c'est au niveau de la vanne de décharge B, proche du moulin, que l'abaissement peut se faire.
- Ces abaissements aux moulins et dans les biefs permettent d'abaisser la ligne d'eau aux ouvrages de prises d'eau « C ». Ces derniers peuvent être arasés et remplacés par des rampes rugueuses, plus efficaces en termes de continuité, et mieux intégrés, qu'une simple adaptation des seuils actuels.

Enfin la pisciculture de Galaché (OH9) se prête à un projet de renaturation du cours d'eau : trois scénarios sont proposées :

- renaturation uniquement en amont du pont d'Yné, avec recreusement de l'ancien lit du ruisseau du Grolay
- renaturation uniquement en amont du pont d'Yné, avec maintien de l'alimentation de la zone humide par le ruisseau du Grolay
- renaturation plus complète, en amont et en aval des ponts, sur plusieurs centaines de mètres.

1.3. Groupe 3 : l'ouvrage du moulin aux Moines (OH1)

Le scénario d'effacement quasi-total, consistant à démanteler le vannage de décharge existant, puis à adapter le coursier attenant ainsi que le lit à l'aval a reçu dans un premier temps l'approbation du propriétaire ; il a donc été demandé à SINBIO de l'étudier au stade AVP.

A noter que depuis (avril 2013), le propriétaire s'est ravisé et ne souhaite plus d'aménagement au niveau de ses ouvrages.

1.4. Groupe 4 : trois derniers ouvrages non étudiés au stade AVP

Il s'agit du moulin de Mézières (OH2), du moulin du Pont (OH4) et du moulin de St-Jean (OH5).

Pour ces ouvrages, le comité de pilotage a pris la décision de ne pas engager les études d'AVP, du fait du refus des propriétaires, motivé par courrier, de l'ensemble des scénarii qui leur ont été proposés par le Syndicat.

Le présent document présente les avant projets des trois premiers groupes, présentés d'aval en amont :

- sur le Couesnon : OH1 – moulin aux moines ; OH3 – moulin du Houx ; OH6 – moulin de Blot ; OH7 – moulin de Vandel ; OH8 – moulin de la Marche ; OH 9 – galaché ; OH10 – moulin de la Motte.
- sur le Nançon : OH11 – moulin aux pauvres ; OH12 – seuil du Pont-aux-Ânes.

2. OH1 – MOULIN AUX MOINES

Voir Plans OH1_1 et OH1_2.

2.1. Type de dispositif

Le scénario retenu (Scénario 1 de la phase 2) consiste en l'effacement de l'ouvrage. Cet effacement n'est pas *total*, au sens où une dénivelée résiduelle de 0,5 m environ est conservée, de manière à ne pas s'engager dans des travaux trop lourds de démolition du coursier B, et à maintenir une alimentation du bief du moulin moyennant une adaptation du radier A. La solution comprend les aménagements suivants :

- Démantèlement du vannage B avec abaissement et adaptation du radier, matérialisée par la mise en place d'une rampe de franchissement à ralentisseurs de type chevrons épais. C'est par cet ouvrage que transitera le débit réservé.
- Création d'un pré barrage en sortie du coude à l'aval des ouvrages, afin de compenser une partie de la dénivelée résiduelle.
- Adaptation avec abaissement du seuil A, par création d'une échancrure dans le radier. Par cet ouvrage transitera un débit sanitaire au niveau du bief du moulin.
- Conservation des seuils de décharge C et de surverse D.
- Mesures d'accompagnement sur le bief : création de banquettes végétalisées consécutives à l'abaissement de la ligne d'eau.
- Mesures d'accompagnement sur le lit amont : coupes sélectives de la végétation rivulaire et bouturage du pied de berge.

2.2. Descriptif des aménagements

2.2.1. Accès au chantier

L'accès pourra se faire via la rive gauche depuis la route d'accès au moulin, puis par le parc en aval du moulin, avec remontée le long de la rive, dans le lit.

2.2.2. Travaux préalables et de mise à sec

Les travaux sont organisés selon le phasage suivant :

1. Dépose de la passerelle au niveau du vannage B ; ajout de garde-corps en bois sur cette dernière.
2. Court-circuit de la zone de travaux par création d'un bras de contournement en amont de D en rive droite + isolement de la zone de travaux par batardeaux en matériaux terreux : seuil A, vannage B et zone de banquettes en amont de B ;
3. Isolement du lit aval, une fois l'échancrure sur le seuil A achevée, par dérivation des eaux par le bief : isolement du lit aval en sortie du bief de fuite, pour création du pré barrage aval.

2.2.3. Travaux au niveau du vannage de décharge B

Les travaux comprennent :

- Le démantèlement complet du vannage : enlèvement des vannes et suppression des portiques, y compris les parties en béton ;
- L'arasement du seuil en béton en face amont de l'ouvrage : abaissement de la crête de 0,3 m
- La découpe soignée à la disqueuse du radier sur une longueur de 4,0 m, une largeur de 1,0 m et une profondeur de 0,45 m ;
- Le ragréage de la goulotte ainsi créée après découpe + la pose de ralentisseurs de type chevrons épais en bois traité sur le radier ragréé ;
- La création en sortie d'une rampe en enrochements (50 – 150 kg) liaisonnés, pour assurer la transition avec le lit actuel.

Pour la franchissabilité par l'anguille, les côtés du coursier sont conservés en l'état (rugueux et à faible pente, hypothèse à confirmer par l'ONEMA, une solution de repli étant d'adjoindre un tapis à anguille en parallèle de la goulotte).

Durant les travaux, il est prévu la dépose puis la repose de la passerelle.

2.2.4. Travaux au niveau du lit à l'aval

Les travaux comprennent :

- Le terrassement d'une tranchée transversale dans le lit au niveau du coude de sortie , en aval de la fosse de dissipation ;
- Le tapissage de la tranchée de géotextile anticontaminant + la mise en œuvre de blocs d'enrochements (150 – 300 kg) selon une forme de crête en V, la flèche étant de 0,4 m maximum ;
- Le confortement des berges attenantes par une rangée de blocs et des ancrages en blocs + technique végétale en partie supérieure : boudins de géotextile biodégradable remplis de matériaux terreux et lits de plançons de saules.

2.2.5. Travaux au niveau du seuil du moulin A

Les travaux comprennent :

- La découpe soignée à la disqueuse d'une échancrure dans le seuil du moulin (partie centrale) sur une longueur de 0,5 m, une largeur de 0,3 m et une profondeur de 0,3 m.
- Le ragréage si nécessaire après découpe.

2.2.6. Mesures d'accompagnement

- Sur le bief : mise en place de banquettes végétalisées à l'amont de l'ouvrage B (base 60 ml) :
 - Remodelage suite à l'abaissement de la retenue
 - Apport de matériaux terreux sains
 - Apport de petits blocs en pied de berge au droit des seuils de décharge C et de surverse D ;
 - Confection des banquettes à l'aide d'un double géotextile biodégradable : feutre + treillis coco
 - Plantation d'hélophytes (6u / ml) et ensemencement
- Sur le lit amont (zone d'influence de 600 ml) :
 - Rattrapage d'entretien par coupes sélectives

- Bouturage du pied des berges exondées

2.3. Fonctionnement hydraulique ; impact sur la zone d'influence amont

Le débit réservé (352 l/s correspondant au 1/10 du module) transite par l'échancrure du coursier B ; Au-delà de ce débit, un débit sanitaire passe par l'échancrure dans le seuil A (quelques dizaines de l/s, à négocier avec le propriétaire).

La zone d'influence amont est estimée aujourd'hui à 600 ml à l'étiage, bien que les vannes soient déjà partiellement ouvertes. Un effet de cuvette, sur une longueur qui ne devrait pas excéder 100 ml, sera visible à l'amont, du fait de la conservation des radiers, même abaissés et / ou échancrés, au niveau des ouvrages B et A.

2.4. Coût des aménagements

N°	Intitulé travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire €HT	Prix total €HT
1	Installation et repli de chantier	fft	1	4500	4 500
2	Travaux préalables				4 500
2.1	Dépose puis repose de la passerelle bois, ajout de garde-corps	fft	1	4500	4 500
3	Seuil du moulin A				2 500
3.1	Création d'échancrure dans le seuil du moulin	fft	1	2500	2 500
4	Vannage de décharge B				13 300
4.1	Démontage des vannes et suppression du portique	fft	1	1500	1 500
4.2	Adaptation du seuil amont : abaissement avec création d'échancrure longue dans le coursier	fft	1	5000	5 000
4.3	Rampe et fosse de dissipation aval en blocs d'encrochements	t	120	40	4 800
4.4	Béton de liaison	m3	8	250	2 000
5	Prébarrage aval				9 700
5.1	Seuil en blocs d'encrochements	t	180	40	7 200
	Béton de liaison	m3	10	250	2 500
7	Mesures d'accompagnement sur le bief				10 380
	banquettes végétalisées entre D et A : terrassement, modelage	ml	60	45	2 700
	Apports de matériaux terreux	m3	120	25	3 000
	Géotextile biodégradable	m2	240	7	1 680
	Hélophytes en mini mottes	u	1200	2,5	3 000
8	Mesures d'accompagnement sur le lit amont				6 600
	Coupes sélectives de la végétation rivulaire	fft	1	3000	3 000
	Bouturage en pied de berges	mdb	1200	3	3 600
9	Divers et imprévus (10 %)				5 150
	TOTAL TRAVAUX €HT				56 630
	TVA (19,6 %)				11 099
	TOTAL TRAVAUX €TTC				67 729

3. OH3 - MOULIN DU HOUX

Voir Plans OH3_1 à OH3_5.

Le scénario retenu (Scénario 1 de phase 2) consiste en l'effacement de l'ouvrage. Cet effacement n'est pas *total*, au sens où une dénivelée résiduelle de 0,3 m est conservée, pour maintenir une alimentation du bief du moulin moyennant un abaissement de la cote du coursier. La solution comprend les aménagements suivants :

- Démantèlement du vannage B avec abaissement et adaptation du radier, par lequel transitera le débit réservé
- Démantèlement du vannage A avec abaissement du seuil, par lequel transitera le débit du préservé sur le bief du moulin
- Adaptation de l'ouvrage D avec abaissement du seuil pour le franchissement des kayaks
- Mesures d'accompagnement sur le bief : création de banquettes végétalisées consécutives à l'abaissement de la ligne d'eau
- Mesures d'accompagnement sur le lit amont : coupes sélectives de la végétation rivulaire et bouturage du pied de berge

3.1. Descriptif des aménagements

3.1.1. Accès au chantier

L'accès ne peut pas se faire par la rive droite du Couesnon (côté St Marc), par la maison du propriétaire, devant laquelle l'implantation de la fosse toutes eaux empêche toute circulation de véhicule.

L'accès se fera donc par la rive gauche, c'est-à-dire côté Mézières, par la propriété du moulin côté passe à kayak (« ouvrage D »). Compte tenu du mauvais état de la passerelle du déversoir C, deux possibilités ont été étudiées pour l'accès aux ouvrages A et B

- Via le lit du cours d'eau avec rétablissement de ce dernier par des buses pendant les travaux sur A : après ré examen sur le terrain cette option semble difficile notamment car le cours d'eau peut difficilement être longé sur sa rive gauche
- Par la passerelle du déversoir C, qui dans ce cas doit être refaite ou consolidée pour le chantier
- Via le lit du bief emprunté depuis la passe à kayak D.

3.1.2. Travaux préalables et de mise à sec

Les travaux sont organisés selon le phasage suivant :

- Phase 1 : mise en place de batardeaux en amont et en aval du vannage B. Pendant le travail sur cet ouvrage, l'eau est détournée en totalité vers A. Une pêche de sauvegarde pourrait alors être réalisée sur le lit actuel entre B et la restitution du bief.
- Phase 2 : mise en place d'un batardeau devant A pendant le travail sur ce seuil, l'eau étant renvoyée en totalité vers le vannage B.

3.1.3. Phase 1 : ouvrage B : vannage de décharge

Les travaux comprennent :

- Le démantèlement complet du vannage : enlèvement des vannes et suppression des portiques, y compris les parties en béton, à l'exception du pilier central conservé comme pile pour la passerelle.
- L'arasement du seuil en béton en face amont de l'ouvrage : abaissement à la cote 44,60
- La découpe soignée à la disqueuse du radier à la cote 44,25 sur une longueur de 4,0 m et sur une largeur de 1,0 m. L'échancrure ainsi créée est à pente nulle donc noyée et à section trapézoïdale. Cette section trapézoïdale est privilégiée pour minimiser les turbulences dans le chenal et donc faciliter la montaison.
- Le ragréage après découpe.

Pour la franchissabilité par l'anguille, le radier de l'échancrure est réalisé rugueux (hypothèse à confirmer par l'ONEMA, une solution de repli étant d'adjoindre un tapis à anguille)

Durant ces travaux, il est prévu l'enlèvement de la passerelle au vu de son état, et, *en Option*, son remplacement.

3.1.4. Phase 2 : ouvrage A : seuil du moulin

Les travaux comprennent :

- La découpe soignée à la disqueuse du seuil du moulin (côté droit attendant au bâtiment) à la cote 44,60 sur une longueur de 1,5 m et sur une largeur de 0,3 m
- Le ragréage si nécessaire après découpe.

3.1.5. Ouvrage D : seuil de surverse et de passage des canoës

Les travaux comprennent :

- L'adaptation du seuil de surverse : abaissement à la cote 44,60
- La reprise des blocs mis en parafouille amont
- Le confortement des ancrages de la passerelle par mise en place de blocs d'enrochements (100 – 300 kg) avec géotextile anticontaminant

3.1.6. Mesures d'accompagnement

- Sur le bief : mise en place de banquettes végétalisées de l'ouvrage D à la passerelle en amont de A (base 47 ml) :
 - Remodelage suite à l'abaissement de la retenue
 - Apport de matériaux terreux sains
 - Confection des banquettes à l'aide d'un double géotextile biodégradable : feutre + treillis de coco
 - Plantation d'hélophytes (6u / ml) et ensemencement
- Sur le lit amont (zone d'influence de 750 ml) :
 - Rattrapage d'entretien par coupes sélectives
 - Bouturage du pied des berges exondées

3.2. Fonctionnement hydraulique ; impact sur la zone d'influence amont.

Le débit réservé (321 l/s correspondant au 1/10 du module) transite par l'échancrure du coursier B la vitesse y est de 1 m/s. Au-delà de ce débit, un débit sanitaire passe par l'échancrure dans le seuil A (quelques dizaines de l/s), par le seuil D ainsi qu'en surverse au niveau de B.

La zone d'influence amont est estimée aujourd'hui à 750 ml à l'étiage, bien que les vannes soient déjà partiellement ouvertes. Appréhendée sur le terrain en période d'étiage, ces 750 ml ne se limitent pas à la zone de plan d'eau de retenue, mais incluent une zone soumise à un écoulement ralenti (*là où, sans ouvrage, l'écoulement présenterait des tronçons à écoulement plus rapide*).

Dans la situation future, le fond de lit amont se ré incisera localement à la cote du fond de l'échancrure soit 51.40. La dénivelée résiduelle amont – aval du lit sera d'une dizaine de cm contre environ 50 cm aujourd'hui. Pour une dénivelée de cette nature, avec une pente de cours d'eau de l'ordre de 1/1000, la zone d'influence remontera pas ou très peu au-delà de la zone de plan d'eau de retenue proprement dite, soit 100 à 150 mètres environ.

3.3. Coût des aménagements

N°	Intitulé travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix total € HT
1	Installation et repli de chantier	fft	1	7000	7 000
2	Travaux préalables				3 000
2.1	Mise en place de batardeau, pompage et dérivation des eaux	fft	1	3000	3 000
3	Seuil du moulin A				2 500
3.1	Création d'échancrure dans le seuil côté bâtiment	fft	1	2500	2 500
4	Vannage de décharge B				6 200
4.1	Démontage des vannes et suppression du portique	fft	1	1500	1 500
4.2	Adaptation du seuil amont : abaissement	fft	1	1200	1 200
4.3	Création d'échancrure longue dans le coursier	fft	1	3500	3 500
5	Passerelles				1 400
5.1	Démontage de la passerelle B	fft	1	600	600
5.2	Remontage de la passerelle B	fft	1	800	800
6	Ouvrage D				3 200
	Reprise du seuil d'admission béton : abaissement de l'échancrure	fft	1	2000	2 000
	Confortement des ancrages aval et repositionnement des blocs en amont	fft	1	1200	1 200
7	Mesures d'accompagnement sur le bief				9 600
	banquettes végétalisées entre D et A : terrassement, modelage	ml	100	5	500
	Apports de matériaux terreux	m3	100	25	2 500
	Géotextile biodégradable	m2	600	7	4 200
	Hélophytes en mini mottes	u	600	4	2 400
8	Mesures d'accompagnement sur le lit amont				8 250
	Coupes sélectives de la végétation rivulaire	ml	750	6	4 500
	Bouturage en pied de berges	ml	1500	2,5	3 750
	TOTAL TRAVAUX (hors options) € HT				41 150
	TVA (19.6%)				8 065
	TOTAL TRAVAUX (hors options) € TTC				49 215
	OPTIONS ou TRANCHES CONDITIONNELLES				
Op.	Création d'une rampe de reptation	fft	1	3000	3 000
Op.	Plus-value pour évacuation et fourniture d'une nouvelle passerelle B	fft	1	12000	12 000

4. OH6– MOULIN DE BLOT

Voir série de plans « CE 318_Le Haut Couesnon_P3_OH6 »

Le scénario retenu (Scénario 2) est la réalisation d'une rampe rugueuse permettant un effacement hydraulique partiel (dénivelée résiduelle : et le maintien d'une alimentation du bief

4.1. Type de dispositif

Rampe rugueuse permettant une bonne continuité sédimentaire et un franchissement piscicole au fil de l'eau

4.2. Descriptif des aménagements

Notre proposition au stade avant projet consiste à démonter entièrement le seuil existant, pour créer intégralement une rampe rugueuse. Une variante peut consister à conserver les fondations du seuil existant, comme fondation de la future rampe. Mais nous avons écarté l'éventualité de conserver le seuil est d'adapter uniquement le coursier du vannage : pour assurer la franchissabilité piscicole des bassins seraient nécessaires, or la conservation de l'ouvrage actuel n'est pas nécessaire ; la création d'une rampe rugueuse offre un résultat plus proche d'un radier naturel de cours d'eau.

Pour préserver dans le même temps une alimentation du bief et du coursier du moulin, un abaissement de ce dernier est prévu, de même qu'un reprofilage du bief sur une partie du linéaire.

4.2.1. Accès

L'accès au seuil C doit être étudié à travers les pâturages attenants

4.2.2. Travaux préalables

Ils comprennent :

- L'implantation et le piquetage.
- La création des batardeaux provisoires d'isolement de la zone de travaux sur le seuil C, à l'amont ainsi qu'à l'aval. A l'amont, le seuil sera isolé le temps des travaux, en envoyant la totalité du débit sur le bief. Les batardeaux seront réalisés en matériaux tout venant avec apport de matériaux argileux ou géotextile d'isolation. Durant les travaux, le Couesnon sera dérivé par la gauche du lit; de cette manière, l'intervention sur le barrage pourra être réalisée à sec.
- Le pompage des venues d'eau résiduelles, pour la durée des travaux de création du seuil.
- Puis la création d'un batardeau sur le bief pour l'isolement de ce dernier, de façon à y réaliser le curage et les banquettes proposées.

4.2.3. Travaux de déconstruction du seuil existant

Après isolation du cours d'eau le seuil sera déconstruit soigneusement à la pelle mécanique, avec évacuation des blocs.

4.2.4. Travaux de réalisation de la fosse en enrochement aval

- Creusement du lit du Couesnon et évacuation des matériaux déblayés.
- Mise en place d'un géosynthétique
- Mise en place de blocs d'enrochement (100-300 kg) sur 80cm d'épaisseur, pour la création de la fosse de dissipation et d'appel aval. Cote fond de fosse : 50.40

4.2.5. Travaux de réalisation de la rampe rugueuse et de la bèche d'ancrage amont

- Terrassement du fond de forme de la rampe et pose du géotextile synthétique.
- Création d'une rampe en enrochement sur toute la largeur du lit y compris les ancrages en berge, avec des blocs de 300/600mm sur une épaisseur de 1m. La rampe aura dans l'axe une forme en v afin de concentrer le flux en débit d'étiage, avec une flèche en son centre de 30cm. La partie amont de la rampe sera à la côte 51.40. La partie aval de la rampe sera à 51,10 ou 50,80 selon la pente retenue, le fond de fosse étant dans les deux cas à la cote 50.40.
- Création de la bèche d'ancrage amont dans la continuité, avec des blocs de 300/600mm sur une épaisseur de 1m

4.2.1. Abaissement de la cote du coursier du moulin

Cette opération joue sur trois points :

- Démontage du batardeau de 20 cm, actuellement à la cote 51,91
- Curage du bief pour retrouver le point dur à 51.47 (cf. ci-après la partie sur le curage du bief)
- A l'aval du coursier, arasement du petit seuil à 51,59, pour y retrouver le point dur à 51,47

⇒ La cote du coursier passe donc de 50,91 dans l'état actuel à 51.47.

4.2.2. Reprofilage du bief

L'abaissement de la ligne d'eau sur le Couesnon abaissera la ligne d'eau d'une quarantaine de cm sur le bief. Deux dispositions sont proposées :

- Le curage du bief : les profils en travers réalisés sont confrontés ci-dessous aux hypothèses de ligne d'eau à l'étiage :
 - o ligne d'eau amont : 51.70 ; fond de bief profil 1 = 51.40
 - o ligne d'eau aval dans le coursier (fil d'eau ramené à 51.47) : 51.50
 - o ligne d'eau intermédiaire au profil 3 : 51.60 ; fond de bief profil 3 : 51,60
 - o → curage sur la moitié du linéaire + régalaage sur la parcelle. Volume estimé : 200 m x 8m x 0.2m moyens = 320 m³
- Le reprofilage du bief sur les 50 derniers mètres : il s'agit là de réduire la section du bief, aujourd'hui large de 8 mètres, pour y garder une dynamique d'écoulement et y créer un

paysage proportionné au débit incident. Ce reprofilage consiste à créer des banquettes latérales pour limiter le chenal d'écoulement à 3 m.

4.2.3. Berges amont

La baisse de ligne d'eau sera de l'ordre de 40 – 50 cm et ne nécessite pas d'intervention lourde ; nous prévoyons toutefois un budget de plantation de 1000 euros

4.3. Fonctionnement hydraulique et piscicole ; impact sur la zone d'influence amont.

La dénivelée actuelle totale d'environ 0.9 m est ramenée à une quarantaine de cm. Cette dénivelée est gérée par une rampe rugueuse échancrée.

Le fonctionnement de l'ensemble s'établit comme suit :

- è Le débit d'étiage QMNA5 au droit de l'ouvrage est de 0.189 m³/s.
- Un débit réservé égal à 0.237 m³/s (dixième du module) transite par le profil en V créée dans la rampe (cf. calcul ci-dessous). Ligne d'eau amont au débit réservé ramenée à 51,70 (environ - 40 cm par rapport à la situation actuelle)

Le franchissement se fait au fil de l'eau, avec en outre une fosse d'appel en pied de rampe.

Seuil triangulaire	régime dénoyé
ligne d'eau amont	51,7 m
Cd	1,00
Cv	1,00
demi-ouverture du V	1,10 m
hauteur du V	0,30 m
a : angle du V	
tg a/2 : L/h	3,67
Débit	0,228 m ³ /s

Calcul du seuil en V aménagé dans la rampe, avec ligne d'eau tenue à 51.70 dans cette situation

Le coursier du moulin est à la fois éloigné est plus haut que le fil d'eau de l'échancrure de la rampe rugueuse (51,47 pour 51,40) à la cote 51,70, le débit passera essentiellement par la rampe, donc vers le cours d'eau, et marginalement par le bief. C'est pourquoi il n'est pas nécessaire à notre sens de contrôler l'admission sur le bief.

Concernant la zone d'influence : elle est estimée aujourd'hui à 2500 ml, bien que le vannage n'existe plus, donc uniquement sous l'influence du radier de l'ouvrage. Appréhendée sur le terrain en période d'étiage, cette emprise ne se limite pas à la zone de plan d'eau de retenue, mais inclut une zone soumise à un écoulement ralenti (là où, sans ouvrage, l'écoulement présenterait des tronçons à écoulement plus rapide).

Dans la situation future, la dénivelée résiduelle amont – aval du lit sera d'une quarantaine de cm (environ moitié moins qu'aujourd'hui) : compte tenu de la faible pente du cours d'eau (comprise entre 0,5 et 1/1000), on peut estimer en première approche, sans modélisation, que la zone d'influence diminuera au prorata, et restera d'environ 1000 mètres à l'étiage.

4.4. Coût des aménagements

N°	Intitulé travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix total € HT
1	Installation et repli de chantier	fft	1	4000	4 000
2	Travaux préalables				2 500
2.1	temps 1 : Mise en place de batardeau, pompage et dérivation des eaux, isolation du seuil C	fft	1	2000	2 000
2.2	temps 2 : Mise en place de batardeau pour isoler le bief	fft	1	500	500
3	Création de la rampe rugueuse				13 700
4.1	Démolition de l'ouvrage existant, évacuation	fft	1	5000	5 000
4.2	Rampe rugueuse : Fourniture et mise en œuvre de blocs d'enrochement 300-600 kg	t	120	40	4 800
4.3	Géotextile anticontaminant 400g/m ²	m ²	60	5	300
4.4	Aménagement des berges sur les côtés de la rampe créée : boudin de géotextile coco biodégradable avec lits de plançons	ml	60	60	3 600
3	Travaux sur le bief et le coursier du moulin				7 005
3.1	Curage sur le bief (hypothèse régalage sur parcelle ou réutilisation pour les banquettes)	m3	360	3	1 080
3.2	Enlèvement du batardeau et de blocs, et reprises de maçonnerie pour l'abaissement du coursier	fft	1	1500	1 500
3.3	Création de banquettes sur une cinquantaine de mètres				
	terrassement, modelage	m3	45	5	225
	Apports de matériaux terreux	m3	45	20	900
	Géotextile biodégradable	m2	300	7	2 100
	Hélophytes en mini mottes	u	300	4	1 200
4	Mesures d'accompagnement sur le lit amont				1 000
	Bouturage en pied de berges et ou autres plantations	fft	1000	1	1 000
	TOTAL TRAVAUX (Solution de base) € HT				28 205
	TVA (19.6%)				5 528
	TOTAL TRAVAUX (avec option) € TTC				33 733

5. OH7– MOULIN DE VANDEL

Voir série de plans « CE 318_Le Haut Couesnon_P3_OH7 »

Le scénario retenu (Scénario 2) est la réalisation d'une rampe rugueuse permettant un effacement hydraulique partiel et le maintien d'une alimentation du bief

5.1. Type de dispositif

Rampe rugueuse permettant une bonne continuité sédimentaire et un franchissement piscicole au fil de l'eau

5.2. Descriptif des aménagements

Notre proposition au stade avant projet consiste à démonter entièrement le seuil existant, pour créer intégralement une rampe rugueuse. Une variante peut consister à conserver les fondations du seuil existant, comme fondation de la future rampe. Mais nous avons écarté l'éventualité de conserver le seuil est d'adapter uniquement le coursier du vannage : pour assurer la franchissabilité piscicole des bassins seraient nécessaires, or la conservation de l'ouvrage actuel n'est pas nécessaire ; la création d'une rampe rugueuse offre un résultat plus proche d'un radier naturel de cours d'eau.

Pour préserver dans le même temps une alimentation du bief et du coursier du moulin, un abaissement de ce dernier est prévu, de même qu'un reprofilage du bief sur une partie du linéaire.

5.2.1. Accès

L'accès au seuil C doit être étudié à travers les pâturages attenants

5.2.2. Travaux préalables

Ils comprennent :

- L'implantation et le piquetage.
- La création des batardeaux provisoires d'isolement de la zone de travaux sur le seuil C, à l'amont ainsi qu'à l'aval. A l'amont, le seuil sera isolé le temps des travaux, en envoyant la totalité du débit sur le bief. Les batardeaux seront réalisés en matériaux tout venant avec apport de matériaux argileux ou géotextile d'isolation. Durant les travaux, le Couesnon sera dérivé par la gauche du lit; de cette manière, l'intervention sur le barrage pourra être réalisée à sec.
- Le pompage des venues d'eau résiduelles, pour la durée des travaux de création du seuil.
- Puis la création d'un batardeau sur le bief pour l'isolement de ce dernier, de façon à y réaliser le curage et les banquettes proposées.

5.2.3. Travaux de déconstruction du seuil existant

Après isolation du cours d'eau le seuil sera déconstruit soigneusement à la pelle mécanique, avec évacuation des blocs.

5.2.4. Travaux de réalisation de la fosse en enrochement aval

- Creusement du lit du Couesnon et évacuation des matériaux déblayés.
- Mise en place d'un géosynthétique
- Mise en place de blocs d'enrochement (100-300 kg) sur 80cm d'épaisseur, pour la création de la fosse de dissipation et d'appel aval. Cote fond de fosse : 52.30

5.2.5. Travaux de réalisation de la rampe rugueuse et de la bèche d'ancrage amont

- Terrassement du fond de forme de la rampe et pose du géotextile synthétique.
- Création d'une rampe en enrochement sur toute la largeur du lit y compris les ancrages en berge, avec des blocs de 300/600mm sur une épaisseur de 1m. La rampe aura dans l'axe une forme en v afin de concentrer le flux en débit d'étiage, avec une flèche en son centre de 30cm. La partie amont de la rampe sera à la cote 53.40. La partie aval de la rampe sera 53, avec deux hypothèses de pente en long. Le fond de fosse étant dans les deux cas à la cote 52.30.
- Création de la bèche d'ancrage amont dans la continuité, avec des blocs de 300/600mm sur une épaisseur de 1m

5.2.6. Abaissement de la cote du coursier du moulin

Cette opération consiste à abaisser la cote du coursier A de 53,85 à 53,50, de façon à faciliter la baisse de ligne d'eau amont, tout en maintenant la possibilité d'alimenter une roue à vocation d'agrément (sans puissance d'entraînement). Nous faisons l'hypothèse que cet abaissement aura lieu dans le coursier droit, le coursier gauche étant en pied de bâtisse donc plus délicat à retravailler



Vue des deux coursiers, coursier gauche en pied de bâtisse

5.2.7. Reprofilage du bief

L'abaissement de la ligne d'eau sur le Couesnon abaissera la ligne d'eau d'une quarantaine de cm sur le bief. Deux dispositions sont proposées :

- Le curage du bief : les profils en travers réalisés sont confrontés ci-dessous aux hypothèses de ligne d'eau à l'étiage :
 - o ligne d'eau amont : 53.70 ; fond de bief profil 2 = 53.40
 - o ligne d'eau aval dans le coursier (fil d'eau ramené à 53.50) : 53.40 ; fond de bief profil 5 = 53.30
 - o ligne d'eau intermédiaire au profil 3 : 53.55; fond de bief profil 3 : 53,50
 - o -> curage sur 300 ml + régalage sur la parcelle. Volume estimé : 300 m x 6m x 0.2m moyens = 360 m³

- Le reprofilage du bief sur les 50 derniers mètres : il s'agit là de réduire la section du bief, aujourd'hui large de 6 mètres, pour y garder une dynamique d'écoulement et y créer un paysage proportionné au débit incident. Ce reprofilage consiste à créer des banquettes latérales pour limiter le chenal d'écoulement à 3 m.

5.2.8. Berges amont

La baisse de ligne d'eau sera de l'ordre de 40 – 50 cm et ne nécessite pas d'intervention lourde ; nous prévoyons toutefois un budget de plantation de 1000 euros

5.3. Fonctionnement hydraulique et piscicole – impact sur la zone d'influence

La dénivelée actuelle totale d'environ 0.9 m est ramenée à une quarantaine de cm. Cette dénivelée est gérée par une rampe rugueuse échancrée.

Le fonctionnement de l'ensemble s'établit comme suit :

- è Le débit d'étiage QMNA5 au droit de l'ouvrage est de 0.186 m³/s.
- Un débit réservé égal à 0.233 m³/s (dixième du module) transite par le profil en V créée dans la rampe (cf. calcul ci-dessous). Ligne d'eau amont au débit réservé ramenée à 53,70 (environ - 40 cm par rapport à la situation actuelle)

Le franchissement se fait au fil de l'eau, avec en outre une fosse d'appel en pied de rampe.

Seuil triangulaire régime dénoyé	
ligne d'eau amont	53,7 m
Cd	1,00
Cv	1,00
demi-ouverture du V	1,10 m
hauteur du V	0,30 m
a : angle du V	
tg a/2 : L/h	3,67
Débit	0,228 m ³ /s

Calcul du seuil en V aménagé dans la rampe, avec ligne d'eau tenue à 53.70 dans cette situation

Le coursier du moulin est à la fois éloigné est plus haut que le fil d'eau de l'échancrure de la rampe rugueuse (53,50 pour 53,40) à pour une ligne d'eau située à la cote 53,70, le débit passera essentiellement par la rampe, donc vers le cours d'eau, et marginalement par le bief. C'est pourquoi il n'est pas nécessaire à notre sens de contrôler l'admission sur le bief.

Concernant la zone d'influence : elle est estimée aujourd'hui à 2500 ml, bien que le vannage n'existe plus, donc uniquement sous l'influence du radier de l'ouvrage. Appréhendée sur le terrain en période d'étiage, cette emprise ne se limite pas à la zone de plan d'eau de retenue, mais inclut une zone soumise à un écoulement ralenti (*là où, sans ouvrage, l'écoulement présenterait des tronçons à écoulement plus rapide*).

Dans la situation future, la dénivelée résiduelle amont – aval du lit sera d'une quarantaine de cm (environ moitié moins qu'aujourd'hui) : compte tenu de la faible pente du cours d'eau (environ 0,5/1000 sur le secteur), on peut estimer en première approche, sans modélisation, que la zone d'influence diminuera au prorata, et restera d'environ 1000 mètres à l'étiage.

5.4. Coût des aménagements

N°	Intitulé travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix total € HT
1	Installation et repli de chantier	fft	1	4000	4 000
2	Travaux préalables				2 500
2.1	temps 1 : Mise en place de batardeau, pompage et dérivation des eaux, isolation du seuil C	fft	1	2000	2 000
2.2	temps 2 : Mise en place de batardeau pour isoler le bief	fft	1	500	500
3	Création de la rampe rugueuse				18 900
4.1	Démolition de l'ouvrage existant, évacuation	fft	1	2000	2 000
4.2	Rampe rugueuse : Fourniture et mise en œuvre de blocs d'enrochement 300-600 kg	t	200	40	8 000
4.3	Géotextile anticontaminant 400g/m²	m²	100	5	500
4.4	Aménagement des berges sur les côtés de la rampe créée : boudin de géotextile coco biodégradable avec lits de plançons	ml	140	60	8 400
3	Travaux sur le bief et le coursier du moulin				6 885
3.1	Curage sur le bief (hypothèse régalaie sur parcelle ou réutilisation pour les banquettes)	m3	320	3	960
3.2	Enlèvement de blocs et reprises de maçonnerie pour l'abaissement du coursier de droite	fft	1	1500	1 500
3.3	Création de banquettes sur une cinquantaine de mètres				
	terrassment, modelage	m3	45	5	225
	Apports de matériaux terreux	m3	45	20	900
	Géotextile biodégradable	m2	300	7	2 100
	Hélophytes en mini mottes	u	300	4	1 200
4	Mesures d'accompagnement sur le lit amont				1 000
	Bouturage en pied de berges et ou autres plantations	fft	1000	1	1 000
	TOTAL TRAVAUX (Solution de base) € HT				33 285
	TVA (19.6%)				6 524
	TOTAL TRAVAUX (avec option) € TTC				39 809

6. OH8 - MOULIN DE LA MARCHE

Voir Plans OH8_01 à OH8_07.

Le scénario retenu (Scénario 1) consiste à effacer l'ouvrage : le radier, les murs bajoyers et le portique (3 piliers béton). L'ensemble des éléments de la structure est probablement lié par une même armature. La profondeur du radier serait d'après le propriétaire des parcelles riveraines d'une profondeur de 50cm.

En lieu et place de l'ouvrage actuel, un seuil de fond en enrochement constituera un point dur et permettra d'éviter une érosion régressive du lit mineur. Les berges à l'emplacement des murs latéraux seront adoucies et protégées par des boudins de géotextile biodégradable et par des lits de plançons.

L'amont de l'ouvrage verra la ligne d'eau baisser de 70cm, mettant à nues les berges existantes. Ces berges sont déjà érodées sur la zone d'influence de l'ouvrage. Une mesure d'accompagnement par talutage et plantations vise à stabiliser les rives.

La chute d'eau créée par l'ouvrage a favorisé l'érosion des berges aval, créant une large fosse. En rive gauche, l'érosion de la berge menace un chemin de randonnée réalisé en 2011. La mise en d'une technique végétale visant à stabiliser et protéger la berge est nécessaire :

è Peigne végétal avec talutage du haut de la berge et mise en place d'un géotextile

En rive droite, l'érosion a été accentuée par le piétinement bovin venant à l'abreuvoir.

è Remodelage de la berge et plantations, avec mise en place d'une clôture de protection et d'un dispositif d'abreuvoir de type « pompe à nez ».

6.1. Descriptif des aménagements

6.1.1. Accès

L'accès se fait par la rive gauche du Couesnon,

- Soit par le chemin communal (structure bois en entrée de chemin à ôter provisoirement pendant la durée des travaux, cf la commune)
- Soit via la propriété qui longe le chemin (pour les engins lourds).

6.1.2. Travaux préalables

Ils comprennent :

- La coupe et le désouchage de 4 peupliers en rive droite.
- La création d'un bras de contournement provisoire, pour toute la durée du chantier.
- La création des batardeaux provisoires d'isolement de la zone de travaux, à l'amont ainsi qu'à l'aval. Les batardeaux seront réalisés en matériaux tout venant ou en matériaux issus du bras de contournement, avec apport de matériaux argileux ou géotextile d'isolation.

Ils comprennent également le déplacement de la passerelle pour accéder aux ouvrages. La passerelle est constituée de 3 poteaux électriques et d'un bas de caisse de camion. En rive gauche, une barre métallique de soutènement est incrustée en haut de berge. L'ensemble est posé sur les deux rives. Elle sera enlevée par un engin de chantier de type pelleuse de gros tonnage, en attachant la structure avec deux chaînes pour la soulever et la déposer dans le champ en rive gauche. Toutes autres suggestions de l'entrepreneur seront étudiées.

6.1.3. Bras de contournement provisoire

Les travaux comprennent :

- Les terrassements, avec conservation des matériaux (terre végétale et tout venant) nécessaire à la remise en état du terrain.
- Le lit aura 3m de large et partira de l'amont de la passerelle, pour rejoindre la Couesnon à aval de l'ouvrage au niveau de la zone de piétinement bovin.
- La côte amont sera de 65.00, et la côte aval de 64.20 pour une longueur d'environ 25ml. La pente résultante sera de 0.8%. Les berges seront talutées à 1h/1v. La côte du terrain naturel est d'environ 65.50.

6.1.4. Démolition de l'ouvrage et mise en place d'un seuil de fond

Les travaux comprennent les éléments suivants :

- Démolition de l'ouvrage, à savoir : le radier, le portique (3 piliers béton) et les murs latéraux + évacuation des produits de la démolition.
- Terrassement du fond de forme du nouveau seuil et pose du géotextile synthétique.
- Création d'un seuil de fond en enrochement sur toute la largeur du lit y compris les ancrages en berge, avec des blocs de 300/600mm sur une épaisseur de 1m. Le seuil aura une forme en v afin de concentrer le flux en débit d'étiage, avec une flèche en son centre de 30cm. La partie amont du seuil de fond (environ 3ml) sera à la côte 64.50. La partie aval du seuil (environ 3ml) plongera pour atteindre la côte actuelle du fond de la fosse à 63.50.

6.1.5. Aménagement et protection de berge

- Protection de berge amont sur 150ml
 - Talutage des berges (base 10 % du linéaire influencé, correspondant aux endroits où les faciès sont verticaux et où des plantations seront effectuées)
 - Bouturage de saule en pied de berge (4 unités par ml)
 - Plantation de baliveaux (1 unité par 5ml) et arbustes en haut de berge (8 unités par 10ml)
 - Enherbement des surfaces travaillées (sur 5 m de largeur)
- Protection de berge aval à l'emplacement des murs latéraux actuels

Les boudins de géotextiles constituent une protection de berge par la réalisation de petites risbermes réparties sur plusieurs niveaux, chaque fois remblayées avec des matériaux gravo-terreux compactés, entre lesquelles sont placés des lits de plants et de plançons.

Description des travaux :

- coupe préalable de la végétation ligneuse le nécessitant sur la partie supérieure du talus
- terrassement du fond du lit
- assise de la protection en enrochements
- reconstitutions des parties médiane et supérieure en remblai : superposition de 4 boudins (épaisseur 0.3 m / largeur 1.0 m) remplis de matériaux terreux et constitués d'un ensemble feutre + treillis de coco biodégradable, et mise en place de branches de saules (longueur 120 cm / D 1-3 cm / 30 unités/ml) entre chaque boudin.

- Protection de berge aval rive gauche

Cette berge aval est actuellement très érodée en anse, juste en contrebas du chemin communal. La solution proposée consiste à y mettre en place un peigne végétal pour ré engraisser progressivement l'anse.

Un peigne végétal est un ouvrage vivant constitué d'un amas de branches et ramilles enchevêtrées en mélange avec des matériaux gravelo-terreux. L'ensemble de la structure nécessite d'être compacté et solidement lié par des câbles d'acier ou de fils de fer galvanisé fixés à des pieux de maintien.

L'ouvrage a pour fonction de filtrer les éléments transportés par l'eau en période de crue et favoriser leur dépôt en son sein (l'enchevêtrement "aéré" des branches et ramilles devant permettre de dissiper les courants et faciliter la sédimentation). La reprise végétale est alors soit directe et spontanée par la présence de branches vivantes capables de rejeter (saules) dans l'ouvrage, soit indirecte suite à l'apport par le cours d'eau en crue de semences, éclats de racines, ou branches, etc.

- Protection de berge aval rive droite (abreuvoir)

Cette berge est pour sa part érodée et fragilisée par l'abreuvement. La proposition consiste à supprimer l'abreuvement direct, en mettant en place des pompes à nez. Les travaux sont les suivants :

- Retalutage de berge en pente douce et mise en place de géotextile biodégradable
- Mise en place d'une clôture de protection
- Bouturage de saules en pied de berge (4 unités par ml), plantations de baliveaux en berge (1 unités par 5ml), plantations d'arbustes en berge (1 unités par ml), et enherbement des surfaces travaillées.
- Installation d'un dispositif d'abreuvement de type pompe à nez.

6.1.6. Option

En option, il est projeté la mise en place d'une nouvelle passerelle avec garde corps. En effet, de part les éléments qui la composent, il est difficile d'apprécier comment se comportera la passerelle actuelle lors de son déplacement.

6.2. Coût des aménagements

N°	Intitulé travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix total € HT
1	Installation et repli de chantier	fft	1	4000	4 000
2	Travaux préalables				3 700
2.1	Déplacement de la passerelle existante	fft	1	500	500
2.2	Élimination de 4 peupliers en rive droite	u	4	300	1 200
2.3	Création d'un bras de contournement provisoire en rive droite d'environ 30ml	m3	100	12	1 200
2.4	Réutilisation des matériaux en déblai pour la réalisation de : un merlon amont et un merlon aval (mise à sec de la zone de chantier)	m3	40	20	800
3	Effacement de l'ouvrage				16 400
3.1	Démolition de l'ouvrage béton (seuil, coursier et murs latéraux), évacuation	fft	1	7000	7 000
3.2	Seuil de fond : Fourniture et mise en œuvre de blocs d'enrochement 300-600 kg	t	130	40	5 200
3.3	Géotextile anticontaminant 400g/m²	m²	60	5	300
3.4	Aménagement des berges à l'emplacement de l'ouvrage actuel : boudin de géotextile coco biodégradable avec lits de plançons	ml	40	60	2 400
3.5	Repose de la passerelle	fft	1	500	500
3.6	Mise en place de garde corps	fft	1	1000	1 000
4	Aménagements amont				7 260
4.1	Talutage ponctuel des berges (base 10 % du linéaire impacté)	ml	150	25	3 750
4.2	Bouturage de saules en pied de berge	u	600	2	1 200
4.3	Plantations de baliveaux en haut de berges	u	30	15	450
4.3	Plantations d'arbustes en haut de berges	u	120	8	960
4.4	Enherbement des surfaces travaillées	m²	750	1,2	900
5	Aménagement de peigne végétalisé en rive gauche aval				5 020
5.1	Pieux en bois pour ancrage	u	54	30	1 620
5.2	Rémanents végétaux et fixation pour constitution du peigne	m3	51	55	2 805
5.3	Bouturage de saules en pied de berge	u	85	2	170
	retalutage en haut de berge avec pose de géotextile biodégradable et enherbement	ml	17	25	425
6	Aménagements aval rive droite				1 500
6.1	Retalutage de berge en pente douce et mise en place de géotextile biodégradable	ml	20	50	1 000
6.3	Bouturage de saules en pied de berge	Unité	80	2	160
	Plantations de baliveaux en berge	u	4	15	60
6.4	Plantations d'arbustes en berge	Unité	20	8	160
6.5	Enherbement des surfaces travaillées	m²	100	1,2	120
7	Aménagement lié à l'abreuvement (suppression de l'accès direct au Couesnon)				460
7.1	Clôture de protection	ml	20	8	160
7.2	Installation d'un dispositif d'abreuvement de type pompe à nez	fft	1	300	300
8	Option				12 000
8.1	Mise en place d'une nouvelle passerelle + garde corps	fft	1	12000	12 000
	TOTAL TRAVAUX (hors option) € HT				38 340
	TVA (19.6%)				7 515
	TOTAL TRAVAUX (hors option) € TTC				45 855
	TOTAL TRAVAUX (avec option) € HT				50 340
	TVA (19.6%)				9 867
	TOTAL TRAVAUX (avec option) € TTC				60 207

7. OH9 – SITE DE GALACHE ET DES PRAIRIES D'YNE

Voir Plans OH9_01 à OH9_06.

Le scénario retenu (Scénario de type 2) consiste à effacer partiellement l'ouvrage. Un effacement total s'est avéré impossible du fait de la présence d'une prise d'eau alimentant la pisciculture.

Les aménagements préconisés consistent à réouvrir la section d'écoulement de l'ouvrage de franchissement actuellement comblé (Pont d'Yné rive gauche) et à dériver les eaux du Couesnon vers le second bras actuellement peu actif. Un débit réservé de l'ordre de 100 l/s est préservé sur le bief afin d'assurer une alimentation suffisante des bassins de la pisciculture.

Le ruisseau du Grolay présente une qualité d'eau inférieure à celle du Couesnon, aussi l'aménagement prévoit de recréer une confluence avec le Couesnon en aval de la prise d'eau alimentant le bief. Sur cet aspect deux solutions sont proposées :

- **En solution de base** (sur proposition du Maître d'ouvrage) connexion directe du Grolay suivant le cours actuel. Dans ce cas les eaux du Grolay alimenteront moins la zone humide existante à l'amont des ponts, et cette dernière sera drainée par le cours d'eau du fait de l'abaissement significatif de son fil d'eau au niveau du Pont d'Yné côté rive droite. A noter que cette zone humide constitue, à la différence de celle répertoriée au moulin aux pauvres notamment, une zone d'intérêt environnemental fort en terme d'espèces et d'habitats présents
à l'impact du nouveau tracé sur le caractère humide de la zone est important, et devra être évalué au travers d'une étude d'impact spécifique, vraisemblablement avec inventaires naturalistes.
- **En Variante 1**, SINBIO propose un tracé qui préserve le trajet du Grolay à travers la zone humide, avec maintien d'une nouvelle confluence *en aval* de la prise d'eau de la pisciculture
à la variante 1 ne présente pas d'impact sur la zone humide.

Enfin SINBIO propose également une Variante 2 plus ambitieuse qui s'attache à renaturer le Couesnon y compris en aval des ponts, avec aménagement d'un nouveau tracé sinueux conforme aux secteurs naturels existants directement à l'amont et à l'aval.

Dans les trois cas (base, variantes) le second bras du Couesnon étant peu actif, il est nécessaire de rétablir un gabarit suffisant pour assurer le transit des futurs débits. Toutefois, en cas de crue, le lit majeur du Couesnon sera mobilisé, soit la pleine section des deux ponts.

Certains points de fragilités sont à signaler : zone d'érosion en amont de la vanne de décharge, zones de jonction entre nouveau et ancien lit,... devront faire l'objet de reprises et de protections spécifiques.

7.1. Descriptif des aménagements

Les travaux comprennent :

Base	Variante 1	Variante 2
Les travaux préalables et accès,		
Les terrassements du nouveau lit du Couesnon en amont du pont		
Le curage du pont d'Yné rive droite		
le recreusement du lit originel du Grolay vers le pont d'Yné	Maintien du Grolay vers la zone humide	
La réutilisation des matériaux extraits pour recalibrer le bief, sur lequel le débit admis en basses eaux sera plus faible qu'actuellement		
La mise en place d'un ouvrage de type seuil de fond au droit de la prise d'eau du Bief,		
La mise en place d'un ouvrage de calibrage de débit admis sur le bief		
La protection de la berge en amont immédiat du pont ; la plantation d'une ripisylve sur les berges du nouveau Couesnon.		
Pas d'intervention en aval des ponts		Terrassement et renaturation du Couesnon en aval des ponts, avec franchissements agricoles

7.1.1. Calage hydraulique

Le dimensionnement du gabarit du nouveau Couesnon a respecté les objectifs suivants :

- Conservation de la capacité d'écoulement actuelle,
- Réduction des hauteurs de berges afin de compenser l'encaissement actuel du cours d'eau.

Débit de capacité actuel : *Calculs obtenus par la formule de Manning-Strickler*

Les débits de capacité ont été calculés en plusieurs points, le tableau ci-après résume les débits transitant par le Bief et le bras relictuel :

Profil	S	P	R	V	Q	Q total
10	10.76	10.7	1.01	0.65	7.01	7.52
9 Bief	8.69	8.62	1.01	0.65	5.67	
9 Couesnon	0.97	3.13	0.31	0.52	0.51	6.18
8 Bief	7.50	8.34	0.90	0.60	4.49	
8 Couesnon	0.96	3.16	0.30	0.51	0.49	4.99
7	9.14	7.92	1.15	0.72	6.60	6.60
6 Bief	6.78	7.34	0.92	0.61	4.14	
6 Couesnon	2.03	6.85	0.30	0.51	1.03	5.17
5 Bief	6.99	7.83	0.89	0.60	4.17	
5 Couesnon 1	0.45	2.59	0.17	0.34	0.15	
5 Couesnon 2	1.46	4.13	0.35	0.58	0.84	5.16
4 Bief	7.8	15.17	0.51	0.39	3.07	
4 Couesnon	2.85	6.15	0.46	0.71	2.01	5.09
3 Bief	5.08	6.60	0.77	0.53	2.71	
3 Couesnon	5.83	6.32	0.92	1.18	6.90	9.61

En moyenne, les débordements s'observent pour un débit de 6,29 m³/s. Ce débit d'objectif à été retenu.

Débit de capacité futur :

Le gabarit du futur Couesnon devra en moyenne présenter les caractéristiques suivantes pour conserver une capacité d'écoulement similaire :

- Largeur : 4 à 5 m
- Hauteur de berge : 1 à 1,2 m
- Pente des berges : 1/1

7.1.2. Travaux préalables et accès

Ils comprennent :

- La coupe et le dessouchage de la végétation gênante,
- La mise en place de clôture délimitant le chantier,
- Le démontage d'une passerelle vétuste présente sur le Couesnon.

Les accès sur le site sont multiples et aisés et peuvent s'effectuer depuis la rive droite ou gauche par de nombreux chemins.

Le chantier ne nécessite pas la réalisation d'une piste d'accès couteuse. Les travaux de terrassement devront être réalisés en période estivale lorsque les terrains sont praticables.

7.1.3. Travaux de terrassement

Les travaux de terrassement comprennent :

- Le décapage de la terre végétale sur l'emprise du nouveau tracé et le stockage temporaire des matériaux avant leur réutilisation,
- Le terrassement en déblai des nouveaux lits et le stockage temporaire des matériaux,
- Le terrassement fin et le modelage des berges.
- L'apport, pour la reconstitution des nouveaux lits, de tout venant sablo-graveleux roulé,
- Le remblaiement partiel du bief afin de limiter le volume des matériaux à exporter et permettre l'implantation de terrasse à hélophytes. Ce remblaiement partiel est souhaitable pour que le gabarit du bief en basses eaux corresponde mieux au débit qui y transitera
- L'exportation des matériaux en excès. Le devenir des matériaux devra être précisé. Compte tenu de la qualité des matériaux extrait et de leur valorisation potentielle, le cout de cette opération pourra être optimisé,

En variante 2, les travaux de terrassement comprennent également :

- Le remblaiement du bras du Couesnon actuel afin de concentrer les écoulements sur le tracé méandreux du lit.

Les volumes calculés sont les suivants :

	Unité	Base Couesnon + Grolay	Variante : Couesnon uniquement	Variante globale amont aval
Décapage de la terre végétale	m ³	1125	1125	1750
Terrassement en déblai des nouveaux lit	m ³	5000	3740	9375
Stockage temporaire des matériaux terrassés	m ³	5000	3740	9375
Apport de matériaux de type graveleux pour les lits	m ³	2000	1210	1875
Modelage définitif des talus de berges	m ³	2415	2415	3750
Remblaiement du Couesnon actuel	m ³	0	0	2300
Remblaiement partiel du Bief	m ³	2670	2670	2670
Exportation des matériaux en excès	m ³	2330	1070	4405

Les travaux de terrassement seront réalisés à l'aide d'une pelle mécanique et de dumper. Afin de limiter l'impact des travaux sur les pâtures et la zone humide, tout engin supérieur à 15 T sera interdit.

7.1.4. Travaux sur ouvrage

- Effacement de l'ancien ouvrage sur le Couesnon
 - Démolition de l'ouvrage, à savoir : le radier, les murs latéraux + évacuation des produits de la démolition.
 - Terrassement du fond de forme du nouveau seuil et pose du géotextile synthétique.
 - Création d'un seuil de fond en enrochement sur toute la largeur du lit y compris les ancrages en berge, avec des blocs de 300/600mm sur une épaisseur de 1m. Le seuil aura une forme en v afin de concentrer le flux en débit d'étiage, avec une flèche en son centre de 30cm.
- Ouvrage de régulation de la répartition des eaux

L'objectif de l'ouvrage est de privilégier l'alimentation de futur Couesnon. L'ouvrage devra garantir le maintien de la cote du fond du bief égale à celle du futur lit du Couesnon.

- Terrassement du fond de forme du nouveau seuil et pose du géotextile synthétique.
- Création d'un seuil de fond en enrochement sur toute la largeur du lit y compris les ancrages en berge, avec des blocs de 300/600mm sur une épaisseur de 1m.

En phase PRO la nécessité de réaliser cet ouvrage sera ré évaluée.

7.1.5. Végétalisation et protections des berges

- Végétalisation du nouveau tracé

La création d'une ripisylve sera réalisée sur le secteur situé en aval des ponts d'Yné.

- Plantation d'hélophytes sur les terrasses du bief (2 unités / m²),
- Plantation de baliveaux (1 unité / 5ml de berge) et arbustes en haut de berge (2 unités / 5ml),

- Plantation d'arbres de haut jet formés (1 unité par 10 ml de cours d'eau),
- Enherbement des surfaces travaillées.

- Protections de berges au droit de la connexion Couesnon-bief et en amont du pont d'Yné rive gauche

Les boudins de géotextiles constituent une protection de berge par la réalisation de petites risbermes réparties sur plusieurs niveaux, chaque fois remblayées avec des matériaux gravo-terreux compactés, entre lesquelles sont placés des lits de plants et de plançons.

Description des travaux :

- terrassement du fond du lit
- assise de la protection en enrochements
- reconstitutions des parties médiane et supérieure en remblai : superposition de 4 boudins (épaisseur 0.3 m / largeur 1.0 m) remplis de matériaux terreux et constitués d'un ensemble feutre + treillis de coco biodégradable, et mise en place de branches de saules (longueur 120 cm / D 1-3 cm / 30 unités/ml) entre chaque boudin.

- Protection de berges au droit de l'ouvrage en ruine

Au droit de l'ouvrage en ruine, les berges devront être reprises à l'aide de techniques végétales :

- Retalutage de berge en pente douce et mise en place de géotextile biodégradable
- Mise en place d'une clôture de protection
- Bouturage de saules en pied de berge (4 unités par ml), plantations de baliveaux en berge (1 unités par 5ml), plantations d'arbustes en berge (1 unités par ml), et enherbement des surfaces travaillées.

7.2. Coût des aménagements

Le surcoût de la base par rapport à la variante 1 tient à la nécessité de recreuser le lit historique du Grolay, ce qui à la fois renchérit les terrassements mais aussi augmente le volume à évacuer ; la variante 2 implique pour sa part des volumes de terrassements et des linéaires d'aménagement nettement plus élevés.

7.2.1. Cout du scénario de base : creusement du nouveau lit du Couesnon + retour au lit historique du Grolay

N°	Intitulé travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix total € HT
1	Installation et repli de chantier	fft	1	10000	10 000
2	Travaux préliminaires				7 000
2.1	Implantation des ouvrages et piquetage (y compris calage altimétrique amont / aval du fond du lit)	fft	1	4000	4 000
2.2	Traitement de la végétation (débroussaillage, abattage, dessouchage, broyage)	fft	1	3000	3 000
3	Travaux de terrassements généraux				146 770
3.1	Décapage de la terre végétale sur une épaisseur de 20 cm, y compris stockage temporaire	m ³	1200	4	4 800
3.2	Terrassement en déblai des nouveaux lit et stockage des matériaux compatibles pour une réutilisation en remblai	m ³	5000	4	20 000
3.3	Stockage temporaire des matériaux terrassés	m ³	5000	1	5 000
3.4	Apport de matériaux de type graveleux pour rechargement du fond du lit	m ³	2000	25	50 000
3.5	Modelage définitif des talus de berges pour finition	m ²	4000	4	16 000
3.6	Remblaiement du Couesnon actuel et compactage	m ³	0	3	0
3.7	Remblaiement du Bief pour aménagement de terrasses à héliophytes	m ³	2670	6	16 020
3.8	Exportation des matériaux en excès	m ³	2330	15	34 950
4	Travaux de terrassements généraux				52 600
4.1	Fourniture et mise en œuvre de protection en techniques mixtes (enrochements - lits de plants)	ml	50	450	22 500
4.2	Fourniture et mise en œuvre de protection en techniques végétales (couches de branches - lits de plants)	ml	50	250	12 500
4.3	Fourniture et mise en œuvre de géotextile coco H2M5 pour la protection du bas de berge	m ²	1200	8	9 600
4.4	Fourniture et mise en œuvre de boutures	u	2000	4	8 000
5	Plantations et végétalisation des aménagements				46 000
5.1	Plantation d'héliophytes en bas de berge à raison de 4 u / m ² de banquette (godets 9 x 9 cm)	u	4000	4	16 000
5.2	Ensemencement des talus de berge et plateformes hors zones de plantations d'héliophytes	m ²	1200	1,5	1 800
5.3	Plantations d'arbres formés 250-300 en racines nues	u	150	45	6 750
5.4	Tuteurs (diamètre 6 à 8 cm ; hauteur 1,00 à 1,20 m) et son collier	u	150	15	2 250
5.5	Plantations d'arbres baliveaux en racines nues	u	600	10	6 000
5.6	Tuteurs (diamètre 6 à 8 cm ; hauteur 1,00 à 1,20 m) et son collier	u	600	6	3 600
5.7	Plantations d'arbustes (0,60 à 1,00m)	u	1200	5	6 000
5.8	Tuteurs (diamètre 3 à 5 cm ; hauteur 0,80 à 1 m) et son collier	u	1200	3	3 600
6	Ouvrage hydraulique				20 000
6.1	Fourniture et mise en œuvre d'un ouvrage hydraulique de répartition des eaux	fft	2	10000	20 000
	TOTAL TRAVAUX € HT				282 370
	TVA (19.6%)				55 345
	TOTAL TRAVAUX € TTC				337 715

7.2.2. Cout du scénario variante 1 : creusement du nouveau lit du Couesnon uniquement ; le Grolay continue de passer par la zone humide

N°	Intitulé travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix total € HT
1	Installation et repli de chantier	fft	1	10000	10 000
2	Travaux préliminaires				7 000
2.1	Implantation des ouvrages et piquetage (y compris calage altimétrique amont / aval du fond du lit)	fft	1	4000	4 000
2.2	Traitement de la végétation (dérouissage, abattage, dessouchage, broyage)	fft	1	3000	3 000
3	Travaux de terrassements généraux				102 670
3.1	Décapage de la terre végétale sur une épaisseur de 20 cm, y compris stockage temporaire	m³	1100	4	4 400
3.2	Terrassement en déblai des nouveaux lit et stockage des matériaux compatibles pour une réutilisation en remblai	m³	3740	4	14 960
3.3	Stockage temporaire des matériaux terrassés	m³	3740	1	3 740
3.4	Apport de matériaux de type graveleux pour rechargement du fond du lit	m³	1500	25	37 500
3.5	Modelage définitif des talus de berges pour finition	m²	2500	4	10 000
3.6	Remblaiement du Couesnon actuel et compactage	m³	0	3	0
3.7	Remblaiement du Bief pour aménagement de terrasses à héliophytes	m³	2670	6	16 020
3.8	Exportation des matériaux en excès	m³	1070	15	16 050
4	Travaux de terrassements généraux				52 600
4.1	Fourniture et mise en œuvre de protection en techniques mixtes (enrochements - lits de plants)	ml	50	450	22 500
4.2	Fourniture et mise en œuvre de protection en techniques végétales (couches de branches - lits de plants)	ml	50	250	12 500
4.3	Fourniture et mise en œuvre de géotextile coco H2M5 pour la protection du bas de berge	m²	1200	8	9 600
4.4	Fourniture et mise en œuvre de boutures	u	2000	4	8 000
5	Plantations et végétalisation des aménagements				46 000
5.1	Plantation d'héliophytes en bas de berge à raison de 4 u / m² de banquettes (godets 9 x 9 cm)	u	4000	4	16 000
5.2	Ensemencement des talus de berge et plateformes hors zones de plantations d'héliophytes	m²	1200	1,5	1 800
5.3	Plantations d'arbres formés 250-300 en racines nues	u	150	45	6 750
5.4	Tuteurs (diamètre 6 à 8 cm ; hauteur 1,00 à 1,20 m) et son collier	u	150	15	2 250
5.5	Plantations d'arbres baliveaux en racines nues	u	600	10	6 000
5.6	Tuteurs (diamètre 6 à 8 cm ; hauteur 1,00 à 1,20 m) et son collier	u	600	6	3 600
5.7	Plantations d'arbustes (0,60 à 1,00m)	u	1200	5	6 000
5.8	Tuteurs (diamètre 3 à 5 cm ; hauteur 0,80 à 1 m) et son collier	u	1200	3	3 600
6	Ouvrage hydraulique				20 000
6.1	Fourniture et mise en œuvre d'un ouvrage hydraulique de répartition des eaux	fft	2	10000	20 000
	TOTAL TRAVAUX € HT				238 270
	TVA (19.6%)				46 701
	TOTAL TRAVAUX € TTC				284 971

7.2.3. Cout du scénario variante 2 : idem variante 1 + renaturation du Couesnon en aval des ponts

N°	Intitulé travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix total € HT
1	Installation et repli de chantier	fft	1	10000	10 000
2	Travaux préliminaires				13 000
2.1	Implantation des ouvrages et piquetage (y compris calage altimétrique amont / aval du fond du lit)	fft	1	8000	8 000
2.2	Traitement de la végétation (débroussaillage, abattage, dessouchage, broyage)	fft	1	5000	5 000
3	Travaux de terrassements généraux				235 120
3.1	Décapage de la terre végétale sur une épaisseur de 20 cm, y compris stockage temporaire	m³	1800	4	7 200
3.2	Terrassement en déblai du nouveau lit et stockage des matériaux compatibles pour une réutilisation en remblai	m³	9500	4	38 000
3.3	Stockage temporaire des matériaux terrassés	m³	9500	1	9 500
3.4	Apport de matériaux de type graveleux pour rechargement du fond du lit	m³	1900	35	66 500
3.5	Modelage définitif des talus de berges pour finition	m²	3800	5	19 000
3.6	Remblaiement du Couesnon actuel et compactage	m³	2300	3	6 900
3.7	Remblaiement du Bief pour aménagement de terrasses à hélophytes	m³	2670	6	16 020
3.8	Exportation des matériaux en excès	m³	4500	16	72 000
4	Protections de berges				183 000
4.1	Fourniture et mise en œuvre de protection en techniques mixtes (enrochements - lits de plants)	ml	200	500	100 000
4.2	Fourniture et mise en œuvre de protection en techniques végétales (couches de branches - lits de plants)	ml	200	300	60 000
4.3	Fourniture et mise en œuvre de géotextile coco H2M5 pour la protection du bas de berge	m²	1875	8	15 000
4.4	Fourniture et mise en œuvre de boutures	u	2000	4	8 000
5	Plantations et végétalisation des aménagements				72 000
5.1	Plantation d'hélophytes en bas de berge à raison de 4 u / m² de banquette (godets 9 x 9 cm)	u	8010	5	40 050
5.2	Ensemencement des talus de berge et plateformes hors zones de plantations d'hélophytes	m²	1875	2	3 750
5.3	Plantations d'arbres formés 250-300 en racines nues	u	150	45	6 750
5.4	Tuteurs (diamètre 6 à 8 cm ; hauteur 1,00 à 1,20 m) et son collier	u	150	15	2 250
5.5	Plantations d'arbres baliveaux en racines nues	u	600	10	6 000
5.6	Tuteurs (diamètre 6 à 8 cm ; hauteur 1,00 à 1,20 m) et son collier	u	600	6	3 600
5.7	Plantations d'arbustes (0,60 à 1,00m)	u	1200	5	6 000
5.8	Tuteurs (diamètre 3 à 5 cm ; hauteur 0,80 à 1 m) et son collier	u	1200	3	3 600
6	Franchissement				10 000
6.1	Fourniture et mise en œuvre d'un franchissement agricole	fft	2	5000	10 000
7	Ouvrage hydraulique				8 000
7.1	Fourniture et mise en œuvre d'un ouvrage hydraulique de répartition des eaux	fft	1	8000	8 000
	TOTAL TRAVAUX € HT				531 120
	TVA (19.6%)				104 100
	TOTAL TRAVAUX € TTC				635 220

8. OH10 – MOULIN DE LA MOTTE

Voir série de plans « CE 318 Le Haut Couesnon_P3_OH10 »

Le scénario retenu (Scénario 2, effacement hydraulique partiel) consiste à abaisser la ligne d'eau sur le Couesnon amont en arasant et en adaptant le seuil existant, et en maintenant simultanément une alimentation du bief jusqu'à la vanne de décharge B. Le coursier du moulin lui-même ne peut plus être alimenté aux basses eaux, cela signifierait en effet d'abaisser la cote du coursier sous le dallage existant, ce qui semble techniquement très difficile.

8.1. Type de dispositif

Seuil échancré permettant le franchissement et diminuant nettement la zone d'influence compte tenu de la faible chute résiduelle (30 cm)

8.2. Descriptif des aménagements

L'aménagement consiste à abaisser le seuil actuel. Toutefois compte tenu de son état et de son mode de construction (béton), l'arasement peut être délicat à un remplacement du seuil existant serait dans ce cas requis.

Un seuil de fond est également créé sur le bief, pour garantir le débit réservé sur le bief en cas d'étiage sévère. Contrairement aux ouvrages OH6 et OH7, cette disposition nous semble ici nécessaire compte tenu des plus faibles débits.

8.2.1. Accès

L'accès au seuil C à doit être étudié à travers les pâturages attenants

8.2.2. Travaux préalables

Ils comprennent :

- L'implantation et le piquetage.
- La création des batardeaux provisoires d'isolement de la zone de travaux sur le seuil C, à l'amont ainsi qu'à l'aval. A l'amont, le seuil sera isolé le temps des travaux, en envoyant la totalité du débit sur le bief. Les batardeaux seront réalisés en matériaux tout venant avec apport de matériaux argileux ou géotextile d'isolation. Durant les travaux, le Couesnon sera dérivé par la gauche du lit; de cette manière, l'intervention sur le barrage pourra être réalisée à sec.
- Le pompage des venues d'eau résiduelles, pour la durée des travaux de création du seuil.
- Puis la création d'un batardeau sur le bief pour l'isolement de ce dernier, de façon à y réaliser le curage et les banquettes proposées.

8.2.3. Travaux d'abaissement et d'adaptation du seuil

Nous faisons ici l'hypothèse que compte tenu de l'état du seuil existant et de ses ancrages, le seuil doit être remplacé. C'est la phase projet qui permettrait le cas échéant d'arbitrer en faveur d'un arasement du seuil existant

- Déconstruction du seuil existant

Après isolation du cours d'eau le seuil sera déconstruit soigneusement à la pelle mécanique, avec évacuation des blocs.

- Travaux de réalisation de la fosse en enrochement aval (Couesnon)

- Creusement du lit du Couesnon et évacuation des matériaux déblayés.
- Mise en place d'un géosynthétique
- Mise en place de blocs d'enrochement (100-300 kg) sur 50cm d'épaisseur, pour la création de la fosse de dissipation et d'appel aval

- Travaux de réalisation du seuil sur le Couesnon

- Création de la semelle 80 x 80, y compris ancrage en berges, béton coulé en place
- création du seuil même, y compris ancrage en berges, béton coulé en place

8.2.4. Travaux de réalisation du seuil d'admission sur le bief

Ce seuil d'admission sur le bief a pour but de privilégier l'alimentation du bief tant que la ligne d'eau n'atteint pas la cote 77,70. A la différence des aménagements décrits pour les moulins de Blot et de Vandiel, ce dispositif est ici nécessaire compte tenu des débits plus faibles et de l'altimétrie prévue sur le bras de décharge (cf. plus loin). En d'autres termes en l'absence de ce seuil d'admission il serait difficile de garantir le débit réservé sur le Couesnon.

- Création de la semelle 80 x 80, y compris ancrage en berges, béton coulé en place
- création du seuil même, y compris ancrage en berges, béton coulé en place

8.2.5. Démantèlement du vannage B

A proximité du moulin, la vanne de décharge est démontée de façon à disposer d'un fil d'eau de décharge au Couesnon abaissé à 76.90

8.2.6. Reprofilage du bief

L'abaissement de la ligne d'eau sur le Couesnon amont et sur le bief sera d'une vingtaine de cm. Deux dispositions sont proposées :

- Le curage du bief : les profils en travers réalisés sont confrontés ci-dessous aux hypothèses de ligne d'eau à l'étiage
 - o ligne d'eau minimum amont : 77.70 ; fond de bief profil 1 = 77.57

- o ligne d'eau aval au vannage B démonté : hypothèse 77,10 ; fond de bief profil 5 = 76,90
 - o ligne d'eau intermédiaire au profil 4 : 77,40 ; fond de bief profil 4 : 77,30
 - o -> curage sur tout le linéaire + régalage sur la parcelle. Volume estimé : 350 m x 2m x 0.2m = 140 m³
- Le reprofilage du bief sur les 50 derniers mètres : il s'agit là de réduire la section du bief à l'endroit où il s'élargit nettement, pour y garder une dynamique d'écoulement et y créer un paysage proportionné au débit incident. Ce reprofilage consiste à créer des banquettes latérales pour limiter le chenal d'écoulement à 2m

8.2.7. Berges amont

La baisse de ligne d'eau sera de l'ordre de 20 – 30 cm et ne nécessite pas d'intervention lourde ; nous prévoyons toutefois un budget de plantation de 1000 euros

8.3. Fonctionnement hydraulique et piscicole

La dénivelée actuelle totale d'environ 0.5 m est ramenée à une trentaine de cm. Cette dénivelée est gérée par un seuil échancré.

Le fonctionnement de l'ensemble s'établit comme suit :

- è Le débit d'étiage QMNA5 au droit de l'ouvrage est de 0.058 m³/s.
- Un débit réservé égal à 0.073 m³/s (dixième du module) transite *en permanence et pour toute situation hydrologique* par l'échancrure créée dans le seuil. Ligne d'eau amont au débit réservé ramenée à 77,70 (environ -20 cm par rapport à la situation actuelle)
- Seuil d'admission vers le bief à la cote 77,70

Le franchissement se fait au fil de l'eau ou par saut, grâce à la fosse d'appel créée en pied de seuil.

L'échancrure dans le seuil est calculée pour une situation soit dénoyée soit semi noyée, en tablant sur une débitance proche du dixième du module.

Constante Cd	0,40	
Largeur échancrure	0,30 m	
Hauteur de l'échancrure	0,30 m	
Débit admis seuil dénoyé	0,087	m ³ /s
Dénivelée amont aval lorsque le seuil est semi noyé	0,20 m	
K	0,92	
Débit admis seuil semi noyé	0,080	m ³ /s

8.4. Coût des aménagements

N°	Intitulé travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix total € HT
1	Installation et repli de chantier	fft	1	3000	3 000
2	Travaux préalables				1 700
2.1	temps 1 : Mise en place de batardeau, pompage et dérivation des eaux, isolation du seuil C	fft	1	1200	1 200
2.2	temps 2 : Mise en place de batardeau pour isoler le bief	fft	1	500	500
3	Adaptation de la cote du seuil existant				7 000
4.1	Démentellement de l'ouvrage existant, évacuation	fft	1	2000	2 000
4.2	Création de la semelle du nouvel ouvrage en béton armé	fft	1	3000	3 000
4.3	Création du nouveau radier en béton armé avec une échancrure trapézoïdale	fft	1	2000	2 000
3	Travaux sur le bief et la vanne de décharge B				6 045
3.1	Curage sur le bief (hypothèse régalage sur parcelle ou réutilisation pour les banquettes)	m3	140	3	420
3.2	Démentellement du vannage B	fft	1	1200	1 200
3.3	Création de banquettes sur une cinquantaine de mètres				
	terrassement, modelage	m3	45	5	225
	Apports de matériaux terreux	m3	45	20	900
	Géotextile biodégradable	m2	300	7	2 100
	Hélophytes en mini mottes	u	300	4	1 200
4	Mesures d'accompagnement sur le lit amont				1 000
	Bouturage en pied de berges et ou autres plantations	fft	1000	1	1 000
	TOTAL TRAVAUX (Solution de base) € HT				18 745
	TVA (19.6%)				3 674
	TOTAL TRAVAUX (avec option) € TTC				22 419

9. OH11 - MOULIN AUX PAUVRES

Voir Plans OH11_1 à OH11_4

9.1. Argumentaire après analyse de la topographie réalisée et nouvel examen du terrain en phase AVP

L'effacement de l'ouvrage à son endroit actuel implique un abaissement de ligne d'eau d'environ 1 m. Or le lit du Nançon est à cet endroit un lit de bief perché par rapport au boisement de rive droite, creusé au moins partiellement dans le rocher, et de faible profondeur.

à un effacement par suppression du seuil A aurait pour conséquence de décaler la chute vers l'amont, tout en conservant une dénivelée

De fait le tracé du cours d'eau ne devait pas originellement correspondre à ce qu'il est aujourd'hui.

Pour ces raisons il nous semble plus efficace de gérer l'effacement par le rétablissement du lit du Nançon dans le thalweg hors zone rocheuse, à travers la parcelle boisée qui se trouve en rive droite en léger contre bas du Nançon actuel. Ce parti d'aménagement correspond sensiblement au scénario 4 proposé en phase 2.

Ce scénario conduit à créer un nouveau bras de cours d'eau à travers le boisement, répertorié « zone humide » à il appartient donc au dossier d'incidence au titre du code de l'environnement de montrer :

- que les gains écologiques obtenus sur le Nançon sont, grâce à ce projet, intéressants
- que ceci ne remet pas en question la zone humide, qui sera dans les faits mieux alimentée par les crues du Nançon qu'elle ne l'est aujourd'hui.

9.2. Type de dispositif

Recréation d'un nouveau lit à travers la parcelle boisée, en suivant le lit temporaire de la décharge de l'ouvrage B. Ceci implique la percée de la digue isolant le bief en rive droite au niveau de l'ouvrage B.

La dénivelée entre l'ouvrage B (80.3) et la jonction avec le cours d'eau en aval de l'ouvrage (78.4) est de 1.9 m. La distance du nouveau tronçon sera de 75m, avec une pente moyenne de 2.5%. La dénivelée sera rattrapée au niveau de 3 petites rampes rustiques (admission amont 0,3 m, intermédiaire 0,2 m, restitution aval 0,3 m), le solde en section courante soit 1,5 %.

9.3. Descriptif des aménagements

9.3.1. Accès

L'accès de la zone boisée par la propriété implique le franchissement

- d'un talus de 1.4m de hauteur
- du cours d'eau

Ces contraintes imposent la mise en place d'une passerelle provisoire capable de supporter des engins de chantier.

La seconde solution est un accès par les parcelles amont, actuellement non cultivée (pâturage) : Section BI n°273, 274 puis 271.



9.3.2. Travaux préalables

Les travaux préalables concernent l'abattage et le débardage de la végétation ligneuse présente sur l'emprise des travaux de terrassement :

- Abattage des ligneux présents dans une bande de 25 m de largeur dans l'emprise du terrassement,
- Billonnage et enstérage des fûts et des grosses branches en grandes longueurs. Le bois sera laissé à la disposition du propriétaire ou évacué par l'entreprise,
- Broyage ou brulage des rémanents,
- Broyage de la strate buissonnante.

9.3.3. Création d'un nouveau tronçon

- La création du nouveau lit s'effectue par étapes :

1/ Terrassement du nouveau lit et mise en dépôt provisoire des matériaux :

- Décapage de la couche superficielle des terrains sur une épaisseur de 30 cm,
- Terrassement pleine masse du nouveau tracé, des ancrages de la rampe et des protections de berges. Un bouchon terreux sera laissé à l'extrémité amont du tracé,
- Stockage temporaire des matériaux terrassés en place de dépôt.

2/ Réalisation de l'ouvrage d'admission amont :

- Mise en place d'un géotextile anti-contaminant et des enrochements 100-300 kg (y compris ancrages en berges sur toute leur hauteur).

3/ Mise en place des matériaux alluvionnaires dans le nouveau lit :

- Régalage des matériaux alluvionnaires dans le nouveau lit du cours d'eau.
- Compléter cet apport par des matériaux alluvionnaires extérieurs

4/ Comblement de l'ancien cours et évacuation des matériaux terrassés en excès :

- Comblement de l'ancien cours (bief) à l'aide des matériaux terrassés. Les matériaux issus du décapage des terrains seront réutilisés pour napper les surfaces terrassées

Végétalisation du nouveau lit :

- Plantation de baliveaux et d'arbustes y compris tuteurs et attaches de fixation.
- Bouturage en pied des berges reconstituées.

- La question de la création de points durs devra-t-elle être examinée de près en phase projet

L'hypothèse sécuritaire pour éviter toute érosion régressive pénalisante sur le nouveau bras créé est de prévoir trois points durs enrochés en fond de lit :

- A l'admission (actuel ouvrage C)
- Au point de jonction avec le Nançon actuel
- Et à mi chemin entre les deux points ci-dessus

Dans une optique d'optimisation des coûts, il peut être envisagé de ne créer que le premier de ces trois points, avec le risque d'avoir à ré intervenir ultérieurement. A la demande du comité de pilotage nous chiffrons un seul point dur, plus deux autres en option.

- Durée du chantier et période d'intervention

La durée globale du chantier est estimée à 6 semaines.

Les travaux devront se faire en basses eaux, hors période de reproduction des salmonidés, idéalement entre les mois d'avril et octobre.

9.4. Fonctionnement hydraulique

L'ensemble du débit transite par le nouveau lit via le seuil d'admission amont créé en place de l'ouvrage B.

L'ouvrage C continue d'être sollicité en tant que décharge de crue.

Le bief et l'ouvrage A sont condamnés, mais peuvent également servir de surverse en crue.

9.5. Coût des aménagements

N°	Intitulé travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix total € HT
1	Installation et repli de chantier	fft	1	3000	3 000
2	Travaux préalables				4 000
2.1	Déboisement sur la zone de projet	fft	1	4000	4 000
3	Terrassement				9 360
3.1	Terrassement pleine masse en déblai et mise en dépôt provisoire	m ³	480	4	1 920
3.2	Profilage des berges et finitions	m ²	240	5	1 200
3.3	Réutilisation de matériaux pour comblement du bief	m ³	360	4	1 440
3.4	Evacuation des matériaux en excès	m ³	120	15	1 800
3.5	Apport de grave roulée pour reconstitution du fond du lit	t	150	20	3 000
4	Ouvrages de stabilisation du lit en enrochements				9 600
4.1	Ouvrage d'admission amont : blocs d'enrochement 100 - 300 kg y compris géotextile anticontaminant	t	240	40	9 600
5	Végétalisation				2 040
5.1	Bouturage en pied des berges	u	640	2	1 280
5.2	Plantations de balivaux	u	16	15	240
5.3	Plantations d'arbustes	u	65	8	520
6	Travaux divers				1 500
6.1	Pêche électrique de sauvegarde	fft	1	1500	1 500
	TOTAL TRAVAUX € HT				29 500
	TVA (19.6%)				5 782
	TOTAL TRAVAUX € TTC				35 282
OPTIONS ou TRANCHES CONDITIONNELLES					
Op.	Seuil de fond intermédiaire : blocs d'enrochement 100 - 300 kg y compris géotextile anticontaminant	t	100	40	4 000
Op.	Ouvrage d'admission aval : blocs d'enrochement 100 - 300 kg y compris géotextile anticontaminant	t	220	40	8 800

10. OH12 - SEUIL PONT AUX ANES

Voir Plans OH12_1 à OH12_4

Le scénario retenu (Scénario 4) est la mise en place d'un dispositif de franchissement de type passe à prébarrages en génie civil.

10.1. Type de dispositif

Passe à poisson de type bassin à seuils noyés. Elle est composée de 2 bassins à parois béton, construits sur une assise compactée. A l'amont, l'échancrure d'admission est aménagée au niveau de la crête du seuil existant. En aval de la passe, une fosse d'appel et de dissipation en enrochement pour faciliter le franchissement du premier seuil.

10.2. Descriptif des aménagements

10.2.1. Accès



L'accès au seuil se fait par la rive droite. Il s'agit d'un chemin piétonnier d'une largeur d'environ 2m.

10.2.2. Travaux préalables

Ils comprennent :

- L'implantation et le piquetage.
- L'enlèvement préalable de la végétation en rive gauche, au niveau des abords des bassins à terrasser.
- La création des batardeaux provisoires d'isolement de la zone de travaux, à l'amont ainsi qu'à l'aval. Les batardeaux seront réalisés en matériaux tout venant avec apport de matériaux argileux ou géotextile d'isolation. Durant les travaux, le Nançon sera dérivé par la droite du lit; de cette manière, l'intervention sur le barrage pourra être réalisée à sec.
- Le pompage des venues d'eau résiduelles, pour la durée des travaux de création des bassins.

10.2.3. Travaux de réalisation de bassins à seuils noyés

- Découpe partielle soignée du seuil et du radier sur le tiers de sa longueur côté rive gauche. Réalisation d'une échancrure de 50cm de large et 30cm de profondeur (côte échancrure 104.95).
- Creusement d'une fosse en pied de seuil jusqu'à la côte 103.47 et mise en place d'un fond de forme sur 50cm de profondeur ; évacuation des matériaux déblayés.
- Sur ce fond de forme, mise en place d'un radier en béton de 30cm d'épaisseur (côte radier 104.27)
- Coffrage et réservation des parois des bassins (dimensions : longueur = 2m ; largeur = 1.8m ; épaisseur paroi = 20cm). L'arrête des bassins sera à la côte 105.50, afin d'empêcher que l'eau ne surverse dans les bassins autrement que par l'échancrure, et ce jusqu'aux eaux moyennes
- Seuil entre le bassin 1 et le bassin 2 : largeur = 0.25m ; côte 104.57
- Seuil en sortie de bassin 2 : largeur = 0.25m ; côte 104.37
- Mise en place de déflecteur à 20cm du bord de chaque seuil
- Découpe d'orifices de fond de 20cm de coté en sortie des deux bassins. Le fond des orifices est au niveau du radier. Ces orifices permettent l'évacuation des sédiments.
- Comblement de l'espace entre les bassins et le talus, avec des blocs.

10.2.4. Travaux de réalisation de la fosse en enrochement aval

- Creusement du lit du Nançon et évacuation des matériaux déblayés.
- Mise en place d'un géosynthétique
- Mise en place de blocs d'enrochement (50-150 kg) sur 80cm d'épaisseur, pour la création de la fosse de dissipation et d'appel aval (côte de fond de fosse 104.00)

10.2.5. Travaux de réalisation du prébarrage d'attrait

- Mise en place de blocs d'enrochement (50-150 kg) entre l'aval du second bassin et la rive droite.

10.3. Fonctionnement hydraulique et piscicole

10.3.1. Fonctionnement de l'ensemble hydraulique

Le fonctionnement de l'ensemble s'établit comme suit :

- è Le débit d'étiage QMNA5 au droit de l'ouvrage est de 0.180 m³/s.
- è Un débit réservé égal à 0.15 m³/s transite *en permanence et pour toute situation hydrologique* par l'échancrure du seuil existant et alimente le dispositif de franchissement piscicole. Les 0.03 m³/s restant déverse par le seuil en rive droite.

Le tableau en page suivante indique les dimensions des bassins pour un fonctionnement habituel (de l'étiage QMNA5 à 2 x le module) :

	Cote eau m NGF	Cote échanc. m NGF	Cote fond m NGF	Longueur m	Largeur m	Prof. en eau m	Débit m³/s	Vitesse moy. m/s	Puissance dissipée W/m³
Plan d'eau amont	105,27	104,95							
Bassin 1	105,07	104,57	104,27	2,00	1,80	0,80	0,15	0,60	101
Bassin 2	104,87	104,37	104,27	2,00	1,80	0,60	0,15	0,60	134
Plan d'eau aval	104,67								

10.3.2. Fonctionnement piscicole

La dénivelée actuelle totale de 0.6 m est fractionnée en 3 chutes unitaires de 0.20 m.

Le débit total de fonctionnement dans la passe est de 0.15 m³/s.

Au niveau de la crête du déversoir, le débit transite par une échancrure rectangulaire (largeur en gueule 0.5 m, charge 0.32 m), siège d'un écoulement à jet plongeant avec ennoyage partiel du jet.

Au niveau des bassins, la lame d'eau varie de 0.6 m (pour le second bassin) à 0.8 m pour le premier bassin), entraînant des conditions d'écoulement et de vitesses différenciées, adaptées aux différents types d'individus (petits salmonidés en particulier).

Afin d'améliorer les conditions d'appel à l'aval, une fosse de dissipation en enrochements est aménagée. Un pré barrage en enrochement en rive droite afin de favoriser l'attrait de la passe.

10.4. Coût des aménagements

N°	Intitulé travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix total € HT
1	Installation et repli de chantier	fft	1	3000	3 000
2	Travaux préliminaires				6 650
2.1	Mise en place de batardeau, pompage et dérivation des eaux	fft	1	4000	4 000
2.2	Découpe partielle soignée du seuil et du radier sur le tiers de sa longueur côté rive gauche	fft	1	2200	2 200
2.3	Terrassements, évacuation		30	15	450
3	Passe à poissons				8 810
3.1	Coffrage, y compris réservations	m2	38	100	3 800
3.2	Acier pour ferrailage	kg	490	2	980
3.3	Béton de propreté	m2	10	22	220
3.4	Béton de structure	m3	7	350	2 450
3.5	Géotextile anticontaminant pour fond et berges	m2	12	5	60
3.6	Blocs d'enrochement (50-150 kg) pour fosse de dissipation et d'appel aval	t	25	40	1 000
3.7	Equipements : batardeaux et grilles de piégeage	fft	1	300	300
	TOTAL TRAVAUX € HT				18 460
	TVA (19.6%)				3 618
	TOTAL TRAVAUX € TTC				22 078