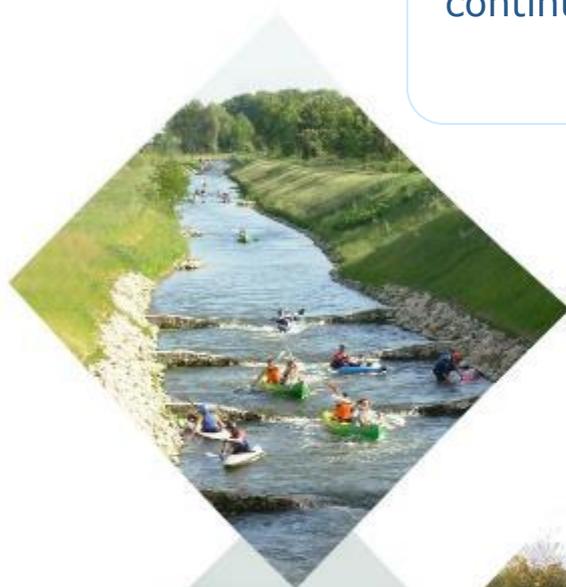


Révision du projet de rétablissement de la
continuité écologique du moulin la Commanderie
à Laigneville (60)



Programme



Indice	Nbre de pages du document	Objet de l'indice	Date	Rédigé par	vérifié par
01	36	Création	30/03/2021	N.VELIN	S.TANGHE

SOMMAIRE

1	RAPPEL DU CONTEXTE GENERAL (SOURCE RAPPORT DCI ENVIRONNEMENT)	3
1.1	OBJECTIFS DE LA MISSION	3
1.2	PHASAGE DE L'ETUDE	3
1.3	RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DU SITE	3
1.4	CONDITIONS HYDROLOGIQUES.....	8
1.4.1	<i>Impacts sur la continuité écologique</i>	8
2	DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS PROJETES	10
2.1	CARACTERISTIQUES DU BRAS DE CONTOURNEMENT	10
2.1.1	<i>Aménagement du radier</i>	11
2.1.2	<i>Aménagement du tronçon naturel</i>	15
2.1.3	<i>Notion de force tractrice</i>	17
2.1.4	<i>Granulométries retenues selon tronçon</i>	17
2.1.5	<i>Rehaussement général de la zone avant terrassement du nouveau bras</i>	18
2.2	MAINTIEN DE L'ALIMENTATION EN EAU DU CANAL USINIER (SOURCE RAPPORT DCI ENVIRONNEMENT)	19
2.2.1	<i>Remblais sur la partie aval du bief</i>	19
2.2.2	<i>Echancrure dans le seuil usinier</i>	19
2.2.3	<i>Mise en œuvre d'une grille à embâcles</i>	20
2.3	TRAVAUX A LA DIFFLUENCE	20
2.4	TRAVAUX A LA RECONNEXION AVAL	21
2.5	INTERVENTION SUR L'ANCIEN VANNAGE.....	21
2.6	INTERVENTION SUR LA PASSERELLE AMONT	21
2.7	COMBLEMENT DE LA FOSSE DE DISSIPATION (SOURCE RAPPORT DCI ENVIRONNEMENT).....	22
2.8	CLOTURES ET PORTILLONS	23
2.9	AMENAGEMENT DES BERGES.....	24
2.9.1	<i>Géotextile coco</i>	24
2.9.2	<i>Aménagement végétal</i>	24
2.10	INTERVENTION SUR LES ARBRES EN BERGES A L'AMONT DU SITE ET JUSQU'A LA ROUTE DEPARTEMENTALE.	25
2.11	RESEAUX A PROXIMITE.....	26
3	MODELISATION HYDRAULIQUE.....	27
3.1	RESULTATS DE LA MODELISATION – PRINCIPALES OBSERVATIONS.....	27
	ANNEXES	34
	ANNEXE I – PLANS PROJET.....	34
	ANNEXE II – ESTIMATION FINANCIERE.....	34
	ANNEXE III – PLAN DE LOCALISATION DES PROFILS DE LA MODELISATION	34

1 Rappel du contexte général (Source Rapport DCI Environnement)

1.1 Objectifs de la mission

L'objectif de la mission est d'aboutir à un scénario permettant de restaurer la continuité écologique de la Brèche au droit de l'ancien moulin de la Commanderie, sur la commune de Laigneville.

La première phase de l'étude a permis de réaliser un état des lieux global sur la base duquel plusieurs ébauches de scénarios ont pu être proposées. Les scénarios qui ont été développés pour ce site sont les suivants :

Scénario	Description
Scénario 1	Restauration d'une partie du lit de la Brèche
Scénario 1 bis	Restauration d'une partie du lit de la Brèche – Maintien en eau du canal usinier
Scénario 2	Effacement total de l'influence de l'ouvrage
Scénario 3	Arasement partiel de l'ouvrage et aménagement

Synthèse des scénarios proposés

A l'issue du comité de pilotage du 16/06/2020, le scénario 1 bis a été retenu. Ce scénario consiste en une restauration partielle de la Brèche et au maintien de l'alimentation en eau du canal usinier. En parallèle, le seuil à l'entrée du canal usinier sera arasé au maximum de sorte à assurer un écoulement régulé correspondant au fonctionnement actuel. L'objectif étant de garder la situation hydraulique à l'identique (sans changement) pour les riverains du canal usinier. Afin de s'assurer de la pérennité de la répartition des débits à l'état projet, il est prévu de mettre en place un seuil de fond fixe à l'entrée du bras renaturé. Le tracé renaturé de la Brèche sera légèrement retravaillé de sorte à adoucir l'angle des méandres.

Ce rapport constitue le projet d'aménagement envisagé au droit du site de la Commanderie sur la commune de Laigneville. Il se constitue en premier lieu d'un rapide rappel du contexte local de la zone d'étude ainsi que des contraintes qui y sont associées. Le projet d'aménagement est ensuite détaillé dans la seconde partie.

1.2 Phasage de l'étude

L'étude s'est effectuée comme suite :

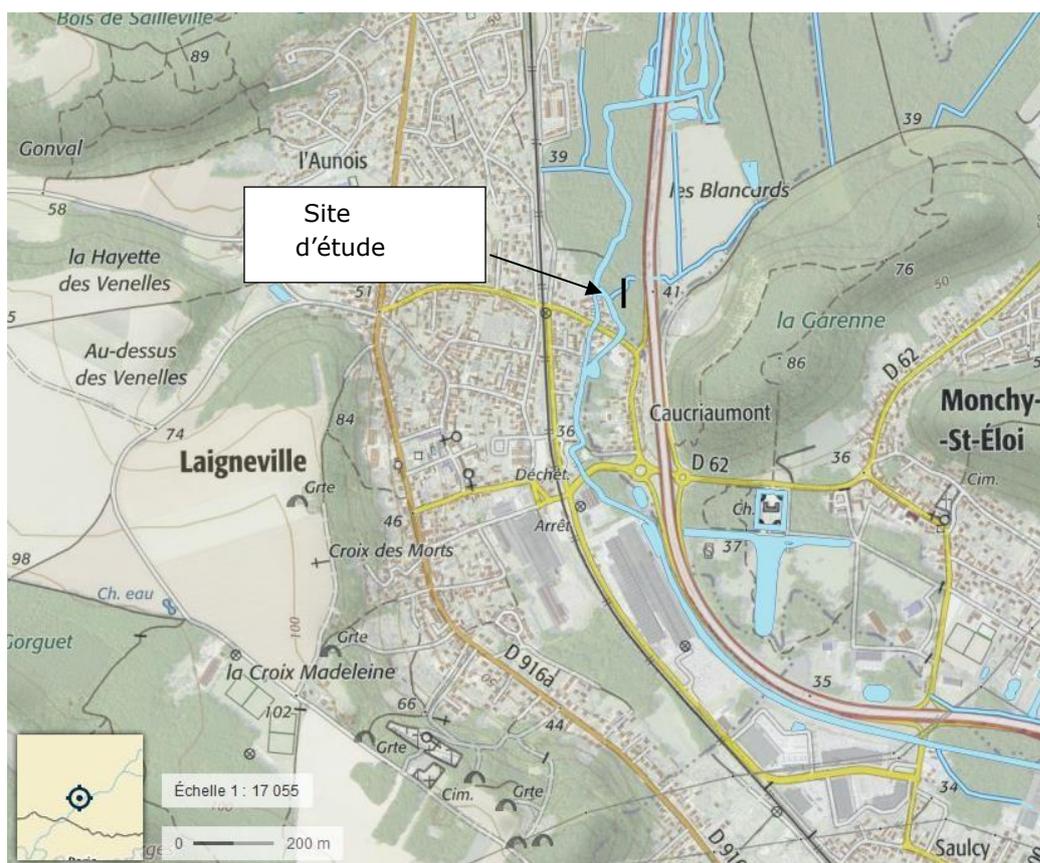
- Phase 1 : Etat des lieux et diagnostic du site / Etudes d'avant-projet ;
- Phase 2 : Etudes de projet.

1.3 Rappel des caractéristiques du site

Le moulin de la Commanderie est situé sur le cours de la Brèche (classée en liste 2) au niveau de la commune de Laigneville, environ 5,5 km en amont de la confluence avec l'Oise. Il est par ailleurs le premier ouvrage depuis la confluence considérée comme étant difficilement franchissable, ce qui rend l'étude de l'effacement des impacts d'autant plus pertinente.

Localisation géographique du projet :	
Site :	Moulin de la Commanderie
Région :	Haut de France
Département :	Oise (60)
Commune(s) :	Laigneville
Localisation hydrographique :	
Bassin versant hydrographique :	Brèche
Cours d'eau :	La Brèche
SDAGE :	Seine Normandie
SAGE :	Brèche

Synthèse des caractéristiques générales du site étudié



Localisation du moulin de la Commanderie (source Géoportail IGN)



Description du site hydraulique du moulin de la Commanderie (source Géoportail orthophotographies)

Au droit du site, le cours d'eau se divise en deux bras :

- Le bras de décharge, considéré aujourd'hui comme le bras principal ;
- Le canal usinier.

Le moulin de la Commanderie a aujourd'hui disparu. Il ne reste de ce moulin que les vestiges des deux ouvrages : l'ouvrage principal qui faisait auparavant office d'ouvrage de décharge (ROE4251) et un seuil à l'entrée du canal usinier.





Bras de décharge - aval de l'ouvrage



Berge en rive droite du bief maintenue par des pieux bois



Bras principal (décharge) - amont du pont communal



Garage surplombant l'entrée du canal usinier



Seuil du canal usinier



Succession de passerelles privées enjambant le canal usinier



Canal usinier en aval du pont communal



Aval confluence bras de décharge - bras usinier



Vue vers l'amont du bief



Amont du bief



Vue vers l'amont du ru des Blancards



Confluence du ru des Blancards et du bras principal

1.4 Conditions hydrologiques

Les débits caractéristiques et les estimations de débit de crue au droit du site ont été extrapolées à partir des données de la station hydrologique la plus proche, celle de Nogent sur Oise. Les surfaces de bassins versants sont définies grâce aux données topographiques de l'IGN. Les débits caractéristiques sont estimés en faisant un ratio de surface entre les deux bassins versants. La formule utilisée est la suivante :

$$Q_{recherché} = Q_{connu} * (S_{bv}/S_{réf})^a$$

Où Q : débit en m^3/s ; S_{bv} : surface du bassin versant au droit du site (m^2) ; $S_{réf}$: surface du bassin versant au droit de la station de référence (m^2) ; a : coefficient de Myer.

Le coefficient de Myer classiquement utilisé dans ce contexte de bassin versant est de 0,8. Le tableau ci-dessous récapitule les débits caractéristiques au droit du site :

	Bassin versant drainé	QMNA5 (m^3/s) (étiage)	Module (m^3/s)	Q2 (m^3/s)	Q5 (m^3/s)	Q10 (m^3/s)	Q20 (m^3/s)	Q50 (m^3/s)
La Brèche au moulin de la Commanderie	401 km^2	0,98	1,96	4,20	5,60	6,50	7,30	8,40

Débits généraux au droit du site

1.4.1 Impacts sur la continuité écologique

Les conditions de franchissement au droit du site du moulin de la Commanderie sont problématiques pour les migrations de montaison pour l'ensemble espèces cibles. Le complexe hydraulique a une influence sur :

- Les écoulements : 640 m de remous hydraulique ;
- Le transit sédimentaire : sédimentation accrue sur le linéaire d'influence ($\sim 380 m^3$ de matériaux ressuyés) ;
- La qualité physique du milieu ;
- La qualité physico-chimique de l'eau (limitée).

▪ Enjeux et contraintes identifiés

Les phases précédentes de l'étude ont mis en évidence plusieurs contraintes liées au site et qu'il est primordial de prendre en compte pour la suite de l'étude et lors de la phase chantier. Ces contraintes sont listées ci-dessous :

- Moulin fondé en titre ;
- Maintien en eau du canal usinier ;
- Proximité de la ZNIEFF I « Réseau de cours d'eau salmonicoles du plateau Picard entre Beauvais et Compiègne : Laversines, Aronde et Brèche » ;
- A proximité du monument historique « La Commanderie » mais en dehors du périmètre de protection ;
- Pont de la D1016, 650 m en amont du site ;
- Garage surplombant le seuil usinier ;
- Pont communal sur le bras de décharge en aval du site ;

- Passerelle piétonne 170 m en amont de l'ouvrage principal ;
- Résurgences d'eau pluviale privées et communales le long du canal usinier et du bras de décharge ;
- Aucun réseau n'est situé à une distance inférieure de 30 m des ouvrages et n'est identifié le long de la retenue.

Le maintien en eau du canal usinier est un des enjeux forts de ce projet. A l'aide d'un petit modèle numérique très localisé à l'échelle du site uniquement, nous avons pu définir la répartition des débits entre le bras de décharge et le bras usinier à l'état actuel. Le projet devra veiller à se rapprocher au maximum de cette répartition. Le tableau ci-dessous illustre les résultats.

Q (m ³ /s)	Bras de décharge	Bras usinier
Réservé (0,196)	0,196 (100 %)	0 (0 %)
Etiage (0,980)	0,93 (95 %)	0,05 (5 %)
Module (1,96)	1,79 (91 %)	0,17 (9 %)
2*Module (3,92)	3,46 (88 %)	0,46 (12 %)

Répartition des débits au droit du site pour différentes conditions hydrologiques

2 Description des aménagements projetés

Les aménagements concernent :

- La création du bras de contournement créé en rive gauche permettant la restauration de la continuité écologique ;
- La requalification du bief entre la diffluence créée avec le bras de contournement et le moulin ;
- Le remblaiement de la fosse à l'aval du vannage de décharge du moulin ;
- Le démontage du ponton existant en rive droite au niveau de la fosse de dissipation ;
- La pose de clôtures et portillons ;
- La gestion de la ripisylves vieillissante à l'amont du site, jusqu'à la route Départementale.

2.1 Caractéristiques du bras de contournement

Le bras de contournement créé présentera les caractéristiques suivantes :

- Longueur du bras : 68 ml ;
- Largeur du lit mineur : 4 m ;
- Pente des berges : de 1H/1V en extrados à 3H/1V en intrados. Les tronçons linéaires auront une pente moyenne de 2H/1V ;
- Pente moyenne de fond : 0,3 % ;

Le lit recréé se décomposera en deux tronçons distincts :

- un radier situé en tête du bras créé ;
- Un tronçon « naturel » à pente faible situé à l'aval du radier et jusqu'à la reconnexion avec le lit actuel de la Brèche.

2.1.1 Aménagement du radier



Exemple de radier – RCE du moulin Tiffine sur le Cailly à maromme (76) – MOE SOGETI 2020

2.1.1.1 Intérêt du radier :

Un radier sera créé sur le nouveau lit de la Brèche. Sa mise en œuvre présentera plusieurs avantages :

- **Assurer le maintien d'une ligne d'eau suffisante** pour garantir l'alimentation du bras usinier requalifié. Cette disposition permet de satisfaire à la demande des riverains tout en assurant une protection structurelle à long terme des bâtiments par maintien de l'enneigement du sous-sol au droit des fondations.
- **Diversifier le milieu.** La mise en œuvre des radiers permet de diversifier les écoulements et les zones de dépôts sédimentaires :
 - Sur le radier la lame d'eau est plus faible en basses eaux, l'écoulement est courant, légèrement turbulent ce qui participe à l'oxygénation de l'eau. Les vitesses d'écoulement sont plus élevées que dans les tronçons intermédiaires (zones de mouille).
 - Le transport sédimentaire s'en voit modifié. Dans les zones d'accélération, les fines au droit du radier puis les sables et graviers sont entraînés vers l'aval, tandis que dans les zones de ralentissement, les sables et graviers se déposent en bancs meubles et participent à la formation de banquettes.

2.1.1.2 Caractéristiques générales des radiers :

Un radier sera mis en œuvre en tête du bras créé. Ses caractéristiques seront :

- Longueur du radier : 10 m ;
- Largeur du lit : 4 m ;
- Pente des berges : 2H/1V ;
- Pente longitudinale du radier : **1,5 %**

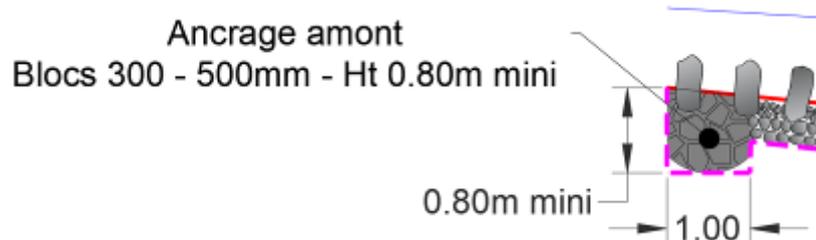
2.1.1.3 Caractéristiques particulières des radiers

L'ensemble des éléments minéraux constituant le radier (ancrage, corps du radier et blocs en berges) seront disposés sur un géotextile synthétique.

2.1.1.3.1.1 Ancrage amont et aval

Il doit être noté que l'ancrage amont du radier aura pour fonction de contrôler la répartition des débits de la Brèche entre le bras recréé et le bief maintenu en eau.

Aux extrémités aval et amont du radier, un ancrage de gros blocs d'un diamètre de 300 à 500 mm sera réalisé pour éviter le glissement de l'ouvrage et les érosions régressives. Les dimensions des fouilles réalisées pour créer cet ancrage seront d'environ un mètre pour une profondeur minimale de 0.80 m sur la largeur du lit mineur jusqu'à la hauteur de la ligne d'eau Q10. Les **interstices** entre les gros blocs seront comblés à l'aide de plus petits blocs.



Aménagement type sur ancrage amont (coupe longitudinale)



Photographie de la réalisation d'un ancrage de radier, avant recouvrement en blocs de petites tailles (SOGETI 2018 – Pisciculture Leblanc – Héricourt en Caux 76)

2.1.1.3.1.2 Corps du radier

Le corps du radier sera composé de deux couches successives de blocs pour une épaisseur totale de 0.50m.

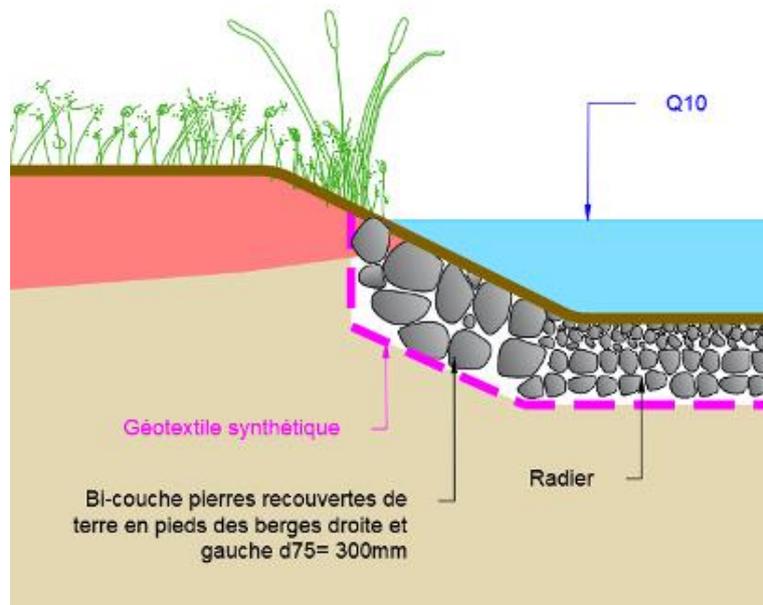
Couche inférieure : Epaisseur : 45 cm – Calibre D75 = 200mm ;

Couche supérieures : Epaisseur : 5 cm – Calibre D75 = 80mm* ;

*Le calibre des blocs de la couche supérieure est défini par la formule d'Isbach (voir détail dans le paragraphe dédié à la notion de « force tractrice ci-après).

2.1.1.3.1.3 Enrochements en berges :

Les berges sont soumises à des forces érosives moyennes. Le pied de berge sera protégé par la mise en place de blocs (bicouche) sur une hauteur en berge arasant la ligne d'eau Q10.



Coupe de principe sur l'aménagement des blocs en berge au niveau du radier



Photographie de berges réaménagées (bi-couche d'enrochements- Louviers (27) (SOGETI 2010)

2.1.2 Aménagement du tronçon naturel

Le tronçon, situé entre le radier et la reconnexion au lit existant sera aménagé le plus naturellement possible.

2.1.2.1 Caractéristiques générales du tronçon naturel

- Longueur : 50 m ;
- Largeur du lit mineur : 4,00 m ;
- Pente des berges : de 1H/1V en extrados à 3H/1V en intrados, en tronçon linéaire une pente moyenne de 2H/1V
- Pente moyenne : 0,2 % .

2.1.2.1.1 Zone de sur-profondeurs

Une zone de sur-profondeur sera créée à l'aval immédiat du radier. Celle-ci favorisera la dissipation du jet créé par l'écoulement sur le radier et offrira une zone de repos au individus piscicoles souhaitant s'engager dans le radier. Les caractéristiques de la zone de sur profondeur sont :

- Largeur 2m ;
- Longueur 2 m ;
- Profondeur 0.4 m par rapport à la cote projet du fond du lit soit 34,35 m NGF.

2.1.2.1.2 Enrochements de fond (recharge granulométrique)

Des enrochements de fond seront disposés sur l'ensemble du nouveau lit recréé. La couche d'enrochements présentera une épaisseur de 0.10 m.

Leur rôle est de dissiper une partie de l'énergie de la Brèche et de stabiliser le profil en long tout en favorisant la création d'habitats. Les enrochements seront non gélifs et de calibre.

Le calibre des blocs de la couche inférieure est défini par la formule d'Isbach (voir détail dans le paragraphe dédié à la notion de « force tractrice ci-après »).



Photographie de fond aménagé d'enrochements- Le Vaudreuil (27) (SOGETI 2015)

2.1.2.1.3 Enrochements en berges

Les berges seront soumises à des forces érosives moyenne. Le pied de berge sera protégé par la mise en place de blocs (bicouche) sur une hauteur en berge arasant la ligne d'eau Q10.

Le calibre des blocs en berges est défini par la formule d'Isbach (voir détail dans le paragraphe dédié à la notion de « force tractrice ci-après »).

Cette précaution n'est pas systématique sur des tronçons à faible pente. Dans le cas du présent projet, la nature des horizons pédologiques, à dominante tourbeuse dans les 70 cm supérieurs favorise ce choix.

2.1.3 Notion de force tractrice

Pour connaître le type d'aménagement à mettre en fond de lit et en berges, il est nécessaire d'estimer la force d'arrachement de l'eau en fonction des conditions hydrauliques. La valeur appelée force tractrice nous renseigne sur ce paramètre.

Il est alors possible d'en déduire la granulométrie des éléments (graviers, enrochements) à partir de laquelle le lit est stable.

NB : Pour un tronçon sinueux, la force d'arrachement est plus grande dans la courbe externe d'un méandre que dans la courbe interne. La formule générale sous-estime donc la valeur moyenne des forces d'arrachement dans une courbe externe. C'est pourquoi, un coefficient multiplicateur a été appliquée (coefficient de 1.1, 1.35 et 1.70 appliqué respectivement pour des cours d'eau légèrement, moyennement ou fortement sinueux). Un coefficient majorateur de 1,4 (moyennement sinueux) est retenu pour le tronçon 2 (aval radier).

2.1.3.1.1 Tronçon 1 : radier à pente 1.5 %

occurrence	v (m/s)	τ (N/m ²)	H (mNGF)	T	d75 berges (cm)	d75 fond (cm)
etiage QMNA5	1.04	29.13	0.19	27.96	9.56	3.64
module	1.17	34.76	0.29	42.67	11.40	4.34
module x2	1.29	40.24	0.44	64.75	13.20	5.03
Q10	1.2	36.10	0.64	94.18	11.85	4.51

2.1.3.1.2 Tronçon 2 : section naturelle pente 0,2 %

occurrence	v (m/s)	τ (N/m ²) en extrados	H (mNGF)	T	d75 berges (cm)	d75 fond (cm)
etiage QMNA5	0.51	8.46	0.34	6.67	2.78	1.06
module	0.72	14.20	0.43	8.44	4.66	1.77
module x2	0.92	20.50	0.58	11.38	6.73	2.56
Q10	0.9	19.84	0.82	16.09	6.51	2.48

2.1.4 Granulométries retenues selon tronçon

Les granulométries retenues tiennent compte :

- Des résultats visibles présentés ci avant,
- Des granulométries disponibles usuellement en carrière.

Tronçon	Granulométrie En berges (en mm)	Granulométrie de fond (en mm)
Tronçon 1 – radier 1,5 %	200	80
Tronçon 2 - naturel – 0,2 %	100	40

2.1.5 Rehaussement général de la zone avant terrassement du nouveau bras

Comme souvent sur ce type d'aménagement, la topographie du site est défavorable à l'implantation d'un bras de contournement. Le niveau du sol chute rapidement en s'éloignant de la digue qui longe le bief. Pour éviter les débordements intempestifs dans le nouveau bras et assurer une revanche hydraulique suffisante pour les hautes eaux, il est essentiel de remblayer préalablement la zone concernée.



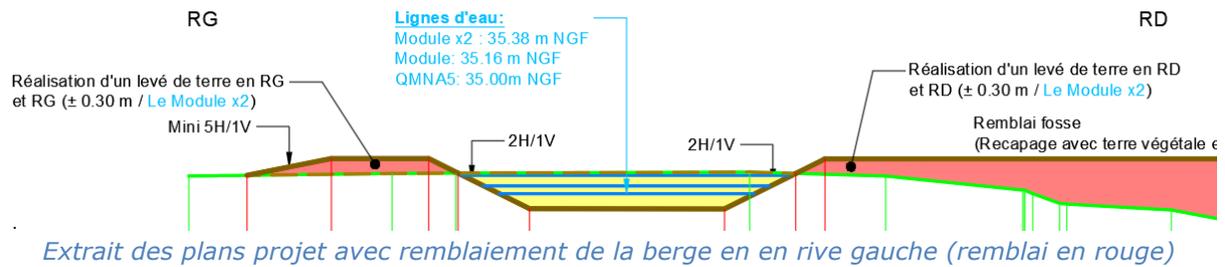
Exemple de bras de contournement réalisé après remblaiement préalable de la rive gauche du bief dans des conditions identiques au site du moulin de la Commanderie (projet de RCE du moulin de Froisselle sur l'Aronde à Clairoux – SOGETI 2019)

Ce remblai sera effectué avec les terres issues du déblai du nouveau bras et d'un volume complémentaire d'apport. Le fond de forme et chaque couche de remblai sera compacté par couche de 0.20m.

En rive gauche, le remblai présentera une crête de berge d'une largeur minimum de 2.00 m et sera située à une altitude de 0.30 m ajoutée à la cote Modulé x2.

Préalablement au remblaiement, l'entreprise s'assurera que les terres utilisées pour réaliser la mise en forme de la berge sont compatibles et adaptées au compactage (nature et humidité). Si les terres s'avéraient trop humides, une aération préalable pourrait être demandée à l'entreprise.

Après le terrassement général, le terrain sera soigneusement dressé et réglé aux cotes projet. Le versant gauche sera terrassé en pente douce pour venir mourir sur le terrain naturel à une inclinaison d'environ 5H/1V et **ensemencé** avec un mélange grainier.



2.2 Maintien de l'alimentation en eau du canal usinier (Source Rapport DCI Environnement)

2.2.1 Remblais sur la partie aval du bief

Afin de maintenir une alimentation du canal usinier, la partie aval du bief ne sera pas totalement comblée. Il sera laissé un chenal avec les caractéristiques suivantes :

- Longueur : 111 m ;
- Largeur en pied de berge : 1 m ;
- Largeur en gueule de lit 4 m ;
- Pente longitudinale : 0 %.

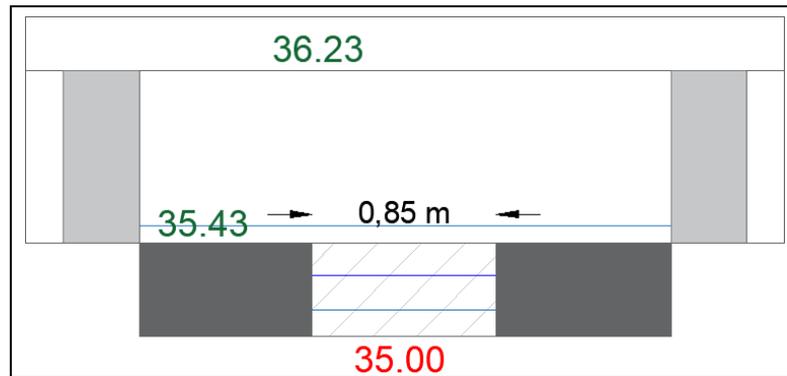
Les berges du canal seront talutées au maximum en 1h/1v. Le gabarit de ce chenal a été défini de sorte à ne pas être contraignant vis-à-vis des écoulements et de laisser le seuil usinier comme seule section de contrôle du débit entonné dans le canal usinier.

Seule la partie supérieure des zones de remblais sera ensemencée.

2.2.2 Echanture dans le seuil usinier

Afin de garantir une répartition des débits similaire à celle actuelle tout en effaçant au maximum l'influence des ouvrages, le projet prévoit de créer une échanture dans le seuil sous le garage à l'entrée du canal usinier. Ce sera cette section, en association avec celle de la prise d'eau, qui contrôlera le débit entonné dans ce bras.

Celle-ci sera faite sur 0,85 m de large et jusqu'à la cote **35.00 m NGF** (cf. schéma ci-dessous). Les matériaux issus de l'arasement, soit un volume de l'ordre de 1 m³ pourront être utilisés pour combler une partie de la fosse et seront ensuite recouverts par les remblais ensemencés.



Coupe de l'échancrure du seuil usinier

2.2.3 Mise en œuvre d'une grille à embâcles

Il avait été évoqué lors de la précédente réunion, la mise en place d'une buse faisant transiter les écoulements depuis la déflueuse jusqu'au canal usinier, soit sur près de 110 m de long. Ce poste ne sera pas proposé.

En effet, cette buse avait pour but de pérenniser la répartition des débits. Or, c'est le seuil du canal usinier ainsi que le gabarit de la prise d'eau du nouveau bras qui contrôlent les débits entrant dans chaque bras. *Le seuil de fond à l'entrée du nouveau bras sera réalisé avec des enrochements liaisonnés. Sa modification ne sera donc pas possible**. Quant au seuil à l'entrée du canal, une simple échancrure sera réalisée. *Aussi, le débit entonné dans chaque bras ne pourra pas être modifié**.

De plus, pour garantir au mieux les écoulements dans le canal usinier mais également de faciliter l'entretien de ce bras, il est prévu de mettre en place une grille à embâcles au niveau du seuil, sous le garage. Cette grille permettra de piéger les plus gros embâcles, limitant leur passage sous le garage ce qui aurait risqué de bloquer les écoulements. Les embâcles seront ensuite retirés de la grille.

*SOGETI apporte une modification sur la proposition initiale de DCI Environnement. Celle-ci consiste à réaliser le seuil de contrôle en enrochements non liaisonnés de gros calibre (constituant ici l'ancrage amont du radier). Cette disposition permet d'effectuer facilement des ajustements sur la répartition des débits, les lignes d'eau, les écoulements. Ces éventuels ajustements seront réalisés en fin de chantier, après contrôle de SOGETI par jaugeages de la répartition des débits. Un poste spécifique, nommé « essais en eau » est intégré à la prestation de l'Entreprise de travaux et visible dans l'estimation financière (ANNEXE II).

2.3 Travaux à la difffluence

Les travaux prévus à la difffluence concernent :

- Le modelage précis des terrains pour accompagner préférentiellement les eaux vers le nouveau bras tel que visible au plan Projet (ANNEXE I) ;
- Le renforcement par enrochements des berges (volume estimé 10 m³ – calibre 100 -300 mm) à la difffluence et en entrée du bief remanié pour éviter les phénomènes d'affouillements.

- La mise en place d'un déflecteur de surface constitué d'une lame en chêne de dimension (l x L x ep) 2500 x300 x 40 mm fixée sur deux piquets en robinier ou châtaigner. Ce dispositif sera implanté en travers de la prise d'eau à une altitude inférieure de 35.00 m NGF et permettra de rediriger vers le bras créé les éléments flottants sur des débits courants (de l'étiage au module. Il permettra de réduire les fréquences d'entretien de la grille implantée à l'extrémité du bief remanié.

2.4 Travaux à la reconnexion aval

A la reconnexion, un modelage précis sera réalisé en rive droite pour rendre le plus naturel possible les travaux de remblaiement de la fosse et accompagner le flux vers l'aval en limitant au maximum les effets de survitesse ou les risques d'érosion en rive droite.

Un renforcement en enrochement ponctuel est par ailleurs prévu à ce niveau (volume estimé 5 m³ – calibre 100 -300 mm).

2.5 Intervention sur l'ancien vannage

Les interventions suivantes sont prévues sur l'ancien vannage :

- Arasement des piles centrale et amont jusqu'à la cote de 35.60 m NGF. L'arasement devra être réalisé soigneusement jusqu'à obtenir une surface d'arase plane.
- Création d'une cloison étanche entre le bief et le remblais de la fosse par mise en place de bastaing en bois de chêne (ou technique équivalente en plaques béton par exemple). Le dispositif sera doublé d'une membrane étanche (géomembrane PVC, PEHD, EPDM ou bentonitique) pour éviter toute apparition de renards hydrauliques dans le remblais de la fosse s'écoulant vers le fond de vallée.

2.6 Intervention sur la passerelle amont

La solution de tunage proposée initialement par le Bureau d'Etude DCI n'est pas retenue. SOGETI préconise la mise en place d'une protection de berges en enrochements au droit des culées et reposant dans le fond du bief. L'aménagement viendra réduire légèrement la section hydraulique du bief au niveau de la passerelle, mais n'aura pas de conséquence aggravante sur le risque inondation ou sur la dynamique générale des écoulements compte tenu de la surlageur et du facies faiblement courant à ce niveau après travaux.



Vues de la passerelle amont

Les enrochements auront les caractéristiques suivantes :

- Nature : calcaire non gélif
- Calibre : 20 – 100 kg
- Volume 6 m³

Les blocs seront, dans la mesure du possible, positionnés soigneusement, en tapis régulier sur la berge après décapage léger de celle-ci. Les blocs les plus gros constitueront l'assise de l'enrochement et devront atteindre le fond dur du bief. Les blocs les plus petits seront positionnés dans les interstices, sur la partie supérieure et sous la passerelle, à la main.

2.7 Comblement de la fosse de dissipation (Source rapport DCI Environnement)

A l'aide des déblais issus de la création du nouveau bras, la fosse en aval de l'ancien ouvrage de décharge sera comblée. Le fond des remblais sera composé de la terre végétale issue du site et de terres d'apport.

L'objectif est de retrouver des cotes proches de celles du terrain naturel avoisinant. Les remblais de la fosse de dissipation et du chenal usinier serontensemencés.

Les parties aériennes de l'ouvrage de la décharge seront démantelées et évacuées dans un lieu de décharge approprié.

D'autre part, au droit de la propriété en rive droite du bras de décharge, un escalier en pierres permet d'accéder à un ponton en bois. Ce ponton étant en mauvais état, les propriétaires souhaiteraient qu'il soit démantelé pendant les travaux.

L'ancienne fosse sera ensuite comblée y compris sous l'ancien ponton. L'entreprise devra veiller à remblayer le secteur de sorte à s'assurer qu'il n'existe pas un décrochage entre les marches et les remblais.



Ponton en bois en rive gauche, en aval de l'ancien ouvrage de dérivation

2.8 Clôtures et portillons

Le projet prévoit :

- La pose de 100 ml de clôtures de type panneaux rigide verts 3D maille 55 x 200mm, d'une hauteur de 2 m répartis en bordures des parcelles modifiées par les travaux, chez Mme DELSAUX et M et Mme LEGALL.



Exemple de panneau rigide 3D

- Trois portillons.

Attention aux difficultés de pose de ce type de clôtures dans du remblais -> nécessité de réaliser des plots d'ancrage en béton-> quasi impossible à stabiliser dans terrain meuble. Favoriser clôture souple sur pieux acacia/châtaigner 3 m.

2.9 Aménagement des berges

2.9.1 Géotextile coco

Préalablement à l'enherbement, un géotextile coco sera posé sur les deux berges du bras créé, depuis le haut des enrochements jusqu'au sommet des berges. Cette disposition, non systématique, se justifie ici du fait des risques d'instabilité des matériaux à court terme, lié la présence de tourbe en surface et du fait de l'obligation de réaliser un remblai préalable de la zone.

Le géotextile coco permettra de limiter les risques d'érosion des berges qui pourraient survenir avant l'enracinement de la couverture végétale.

Il présentera une densité de 740 g/m², sera stabilisé par ancrages et agrafes.

2.9.2 Aménagement végétal

Un **enherbement** sera réalisé sur les berges concernées par les travaux. Le mélange grainier doit être adapté au milieu rivulaire.

La base des berges et les banquettes seront agrémentées de plants d'hélophytes individuels à raison de 1 plant / 3ml.

Les espèces adaptées sont :

- Laïches
- Joncs
- Iris jaunes
- Baldingères
- Acore
- Rubaniers
- Salicaires
- Roseau
- ...

Le haut et le milieu des berges seront plantés d'arbustes, disposés en bosquet ponctuellement. La disposition de cette végétation devra tenir compte de l'orientation du site par rapport au soleil (selon les saisons) pour assurer des phases d'ensoleillement sur le nouveau lit. **L'implantation précise et le choix des espèces seront réalisés en fin de chantier, en accord avec la Maîtrise d'Ouvrage et les propriétaires riverains.**

Les arbustes adaptés sont :

- Saules buissonnants
- Sureau
- Noisetier
- Aubépine
- Viorne
- ...

Les arbres de hauts jets :

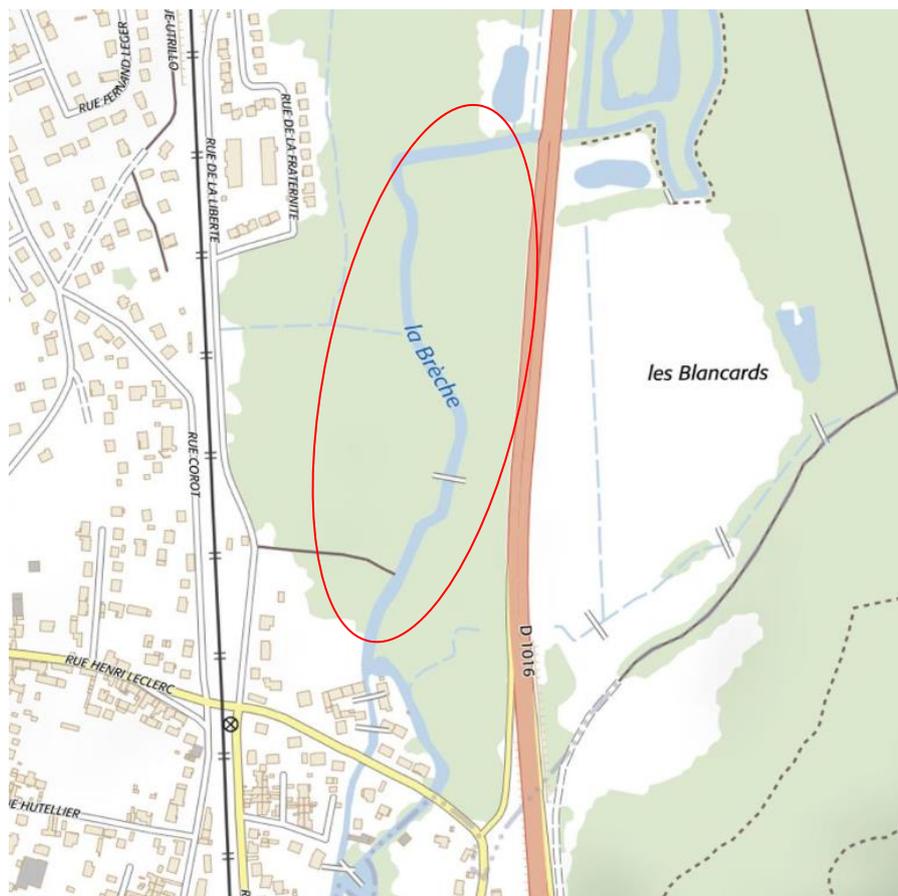
- Aulnes
- Frênes

- Saules traités en têtards
- ...

Le projet prévoit la plantation de 7 arbustes disposés en bosquets et 2 arbres de haut jet.

2.10 Intervention sur les arbres en berges à l'amont du site et jusqu'à la route départementale.

Cette prestation concerne tous les arbres couchés en travers du cours d'eau et gênant l'écoulement sur un linéaire de 600 ml.



*Extrait IGN localisant la zone concernée par l'intervention sur les arbres couchés – sans échelle –
Source www.géoportail.fr*

Ces travaux forestiers intègrent :

- Le retrait des arbres de l'emprise du cours d'eau ;
- La coupe des grumes en pièces de 1 m et leur stockage en retrait de 5 m par rapport au bief, en tas ;
- La coupe des rémanents et leur stockage en retrait, en tas.

La quantification de la prestation qui sera demandée à l'entreprise est délicate compte tenu de l'évolution possible de la situation jusqu'au démarrage des travaux.



Photographie représentative de la situation en mars 2021

Le chiffrage proposé en Annexe II intègre le traitement de 25 sujets, de diamètre de futs compris entre 300 et 600 m et de taille maximum de 15 m.

Préalablement au démarrage de la prestation, un inventaire précis et un marquage à la bombe de peinture sera réalisé en présence du Maître d'Ouvrage et du Maître d'Œuvre pour préciser les quantités.

2.11 Réseaux à proximité

Les travaux projetés sont situés en domaine privé. Il n'y a pas de réseau existant dans le périmètre des travaux.

3 Modélisation hydraulique

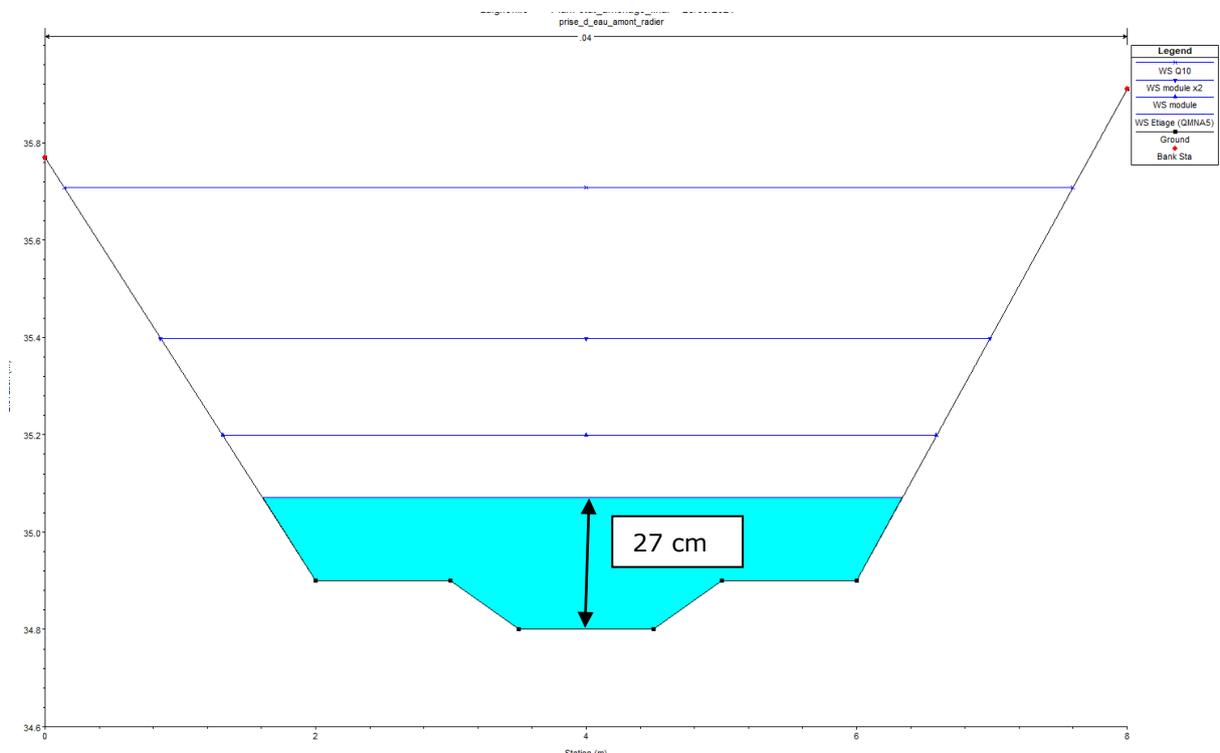
La modélisation hydraulique a été réalisée sous le logiciel HEC- RAS 5.06. La géométrie renseignée est issue des levés topographiques réalisés dans le cadre de l'étude initiale portée par DCI Environnement.

La localisation des profils utilisés pour la construction du modèle est visible en ANNEXE III du présent document. En rouge, les profils de l'état initial, en vert les profils créés (ou profils existants modifiés) pour l'état aménagé.

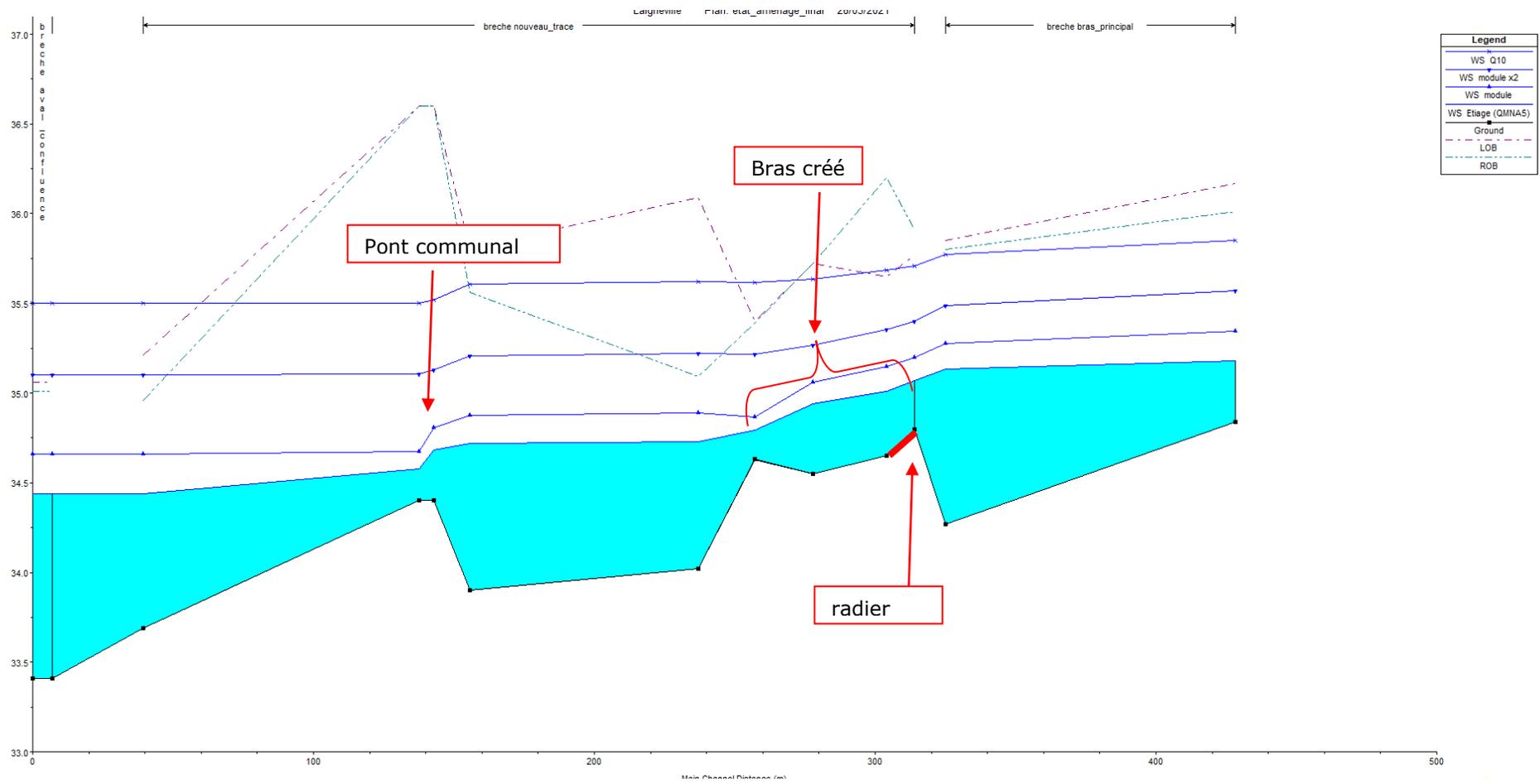
3.1 Résultats de la modélisation – principales observations.

La modélisation permet de constater que :

- Le risque inondation n'est pas aggravé par l'aménagement. Les lignes d'eau simulées en crue sont équivalentes ou inférieures sur le bief, à l'amont du moulin et identiques à l'aval du moulin ;
- Les écoulements attendus dans le bras créés sont compatibles avec la nage des individus piscicoles. A l'étiage et au module, les tirants d'eau moyens sont compris entre 19 cm (PA-1/QMNA5) et 43 cm (PA-3 / module). La veine centrale créée dans le radier permet d'atteindre des valeurs minimales de 27 cm à l'étiage. Les vitesses moyennes sont de l'ordre de 1,2 à 1,4 m/s ponctuellement au droit de PA1 (tête du radier) et PA 4 (raccordement du bras créé avec la fosse existante retravaillée) ;

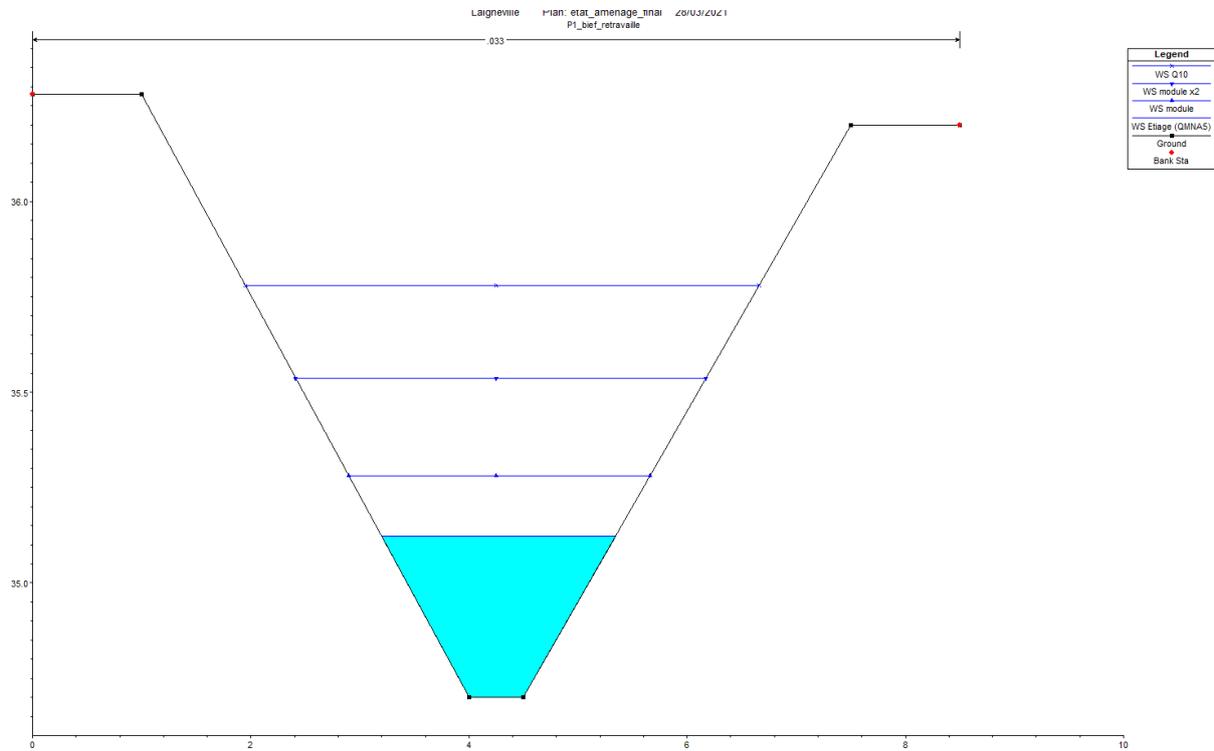


Extrait de la modélisation – profil PA1 – Source HEC RAS

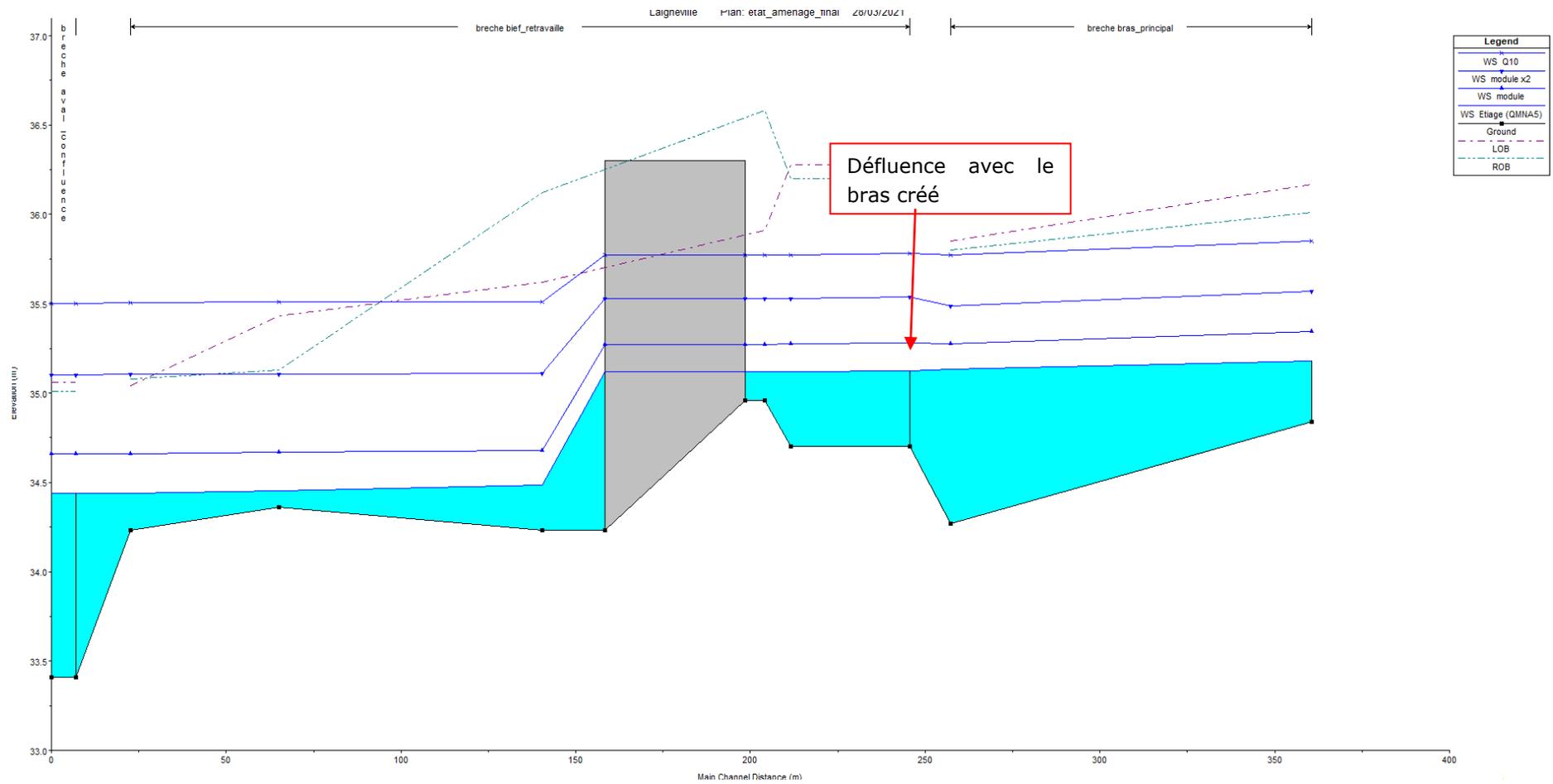


Profil en long de la Brèche (bras créé) après aménagement – Source HEC-RAS

- Le bief requalifié présente après aménagement des valeurs de vitesses de l'ordre de 0.09 à 0.18 m/s, ce qui est très faible et favorisera les phénomènes de sédimentation, comme l'avait indiqué initialement DCI. Les hauteurs d'eau attendues sont d'environ 26 à 34 cm pour ces occurrences.



Extrait de la modélisation – profil PA5 – Source HEC RAS



Profil en long de la Brèche (bief réaménagé) après aménagement – Source HEC-RAS

Les tableaux suivants détaillent les caractéristiques des écoulements au niveau de chaque profil à l'état initial et à l'état aménagé

	Occurrence	Etat	Q Total (m3/s)	ligne d'eau (m NGF)	Tirant d'eau (m)	cote rive gauche (m)	cote rive droite (m)	Vitesse d'écouleme nt (m/s)	nombre de Froude
P08	Etiage (QMNA5)	initial	0.98	35.49	0.52	36.17	36.01	0.2	0.09
	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.98	35.18	0.25	36.17	36.01	0.47	0.3
	module	initial	1.96	35.58	0.6	36.17	36.01	0.34	0.14
	module	aménagé	1.96	35.34	0.39	36.17	36.01	0.55	0.28
	module x2	initial	3.92	35.73	0.74	36.17	36.01	0.54	0.2
	module x2	aménagé	3.92	35.57	0.59	36.17	36.01	0.69	0.29
	Q10	initial	6.5	35.89	0.88	36.17	36.01	0.74	0.25
	Q10	aménagé	6.5	35.85	0.85	36.17	36.01	0.77	0.27
P10	Etiage (QMNA5)	initial	0.98	35.49	0.75	35.85	35.8	0.16	0.06
	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.98	35.13	0.5	35.85	35.8	0.28	0.13
	module	initial	1.96	35.56	0.82	35.85	35.8	0.28	0.1
	module	aménagé	1.96	35.28	0.58	35.85	35.8	0.43	0.18
	module x2	initial	3.92	35.69	0.93	35.85	35.8	0.49	0.16
	module x2	aménagé	3.92	35.49	0.75	35.85	35.8	0.62	0.23
	Q10	initial	6.5	35.82	1.03	35.85	35.8	0.71	0.22
	Q10	aménagé	6.5	35.77	0.99	35.85	35.8	0.74	0.24
PA-1	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.93	35.07	0.19	35.77	35.91	1.04	0.76
	module	aménagé	1.79	35.2	0.29	35.77	35.91	1.17	0.69
	module x2	aménagé	3.46	35.4	0.44	35.77	35.91	1.29	0.63
	Q10	aménagé	5.72	35.71	0.64	35.77	35.91	1.2	0.48
PA-2	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.93	35.01	0.26	35.65	36.2	0.72	0.45
	module	aménagé	1.79	35.15	0.37	35.65	36.2	0.89	0.47
	module x2	aménagé	3.46	35.35	0.52	35.65	36.2	1.07	0.47
	Q10	aménagé	5.72	35.69	0.75	35.65	36.2	1.05	0.39
PA-3	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.93	34.94	0.34	35.72	35.72	0.51	0.28
	module	aménagé	1.79	35.06	0.43	35.72	35.72	0.72	0.35
	module x2	aménagé	3.46	35.27	0.58	35.72	35.72	0.92	0.39
	Q10	aménagé	5.72	35.64	0.82	35.72	35.72	0.9	0.32
P19 / PA 4	Etiage (QMNA5)	initial	0.93	34.79	0.11	35.4	35.39	1.07	1.01
	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.93	34.79	0.13	35.4	35.39	1.13	1.01
	module	initial	1.79	34.86	0.18	35.4	35.39	1.24	0.95
	module	aménagé	1.79	34.87	0.19	35.4	35.39	1.39	1.01
	module x2	initial	3.46	35.22	0.52	35.4	35.39	0.77	0.34
	module x2	aménagé	3.46	35.21	0.47	35.4	35.39	0.89	0.41
	Q10	initial	5.72	35.62	0.9	35.4	35.39	0.71	0.24
	Q10	aménagé	5.72	35.62	0.83	35.4	35.39	0.77	0.27

	Occurrence	Etat	Q Total (m3/s)	ligne d'eau (m NGF)	Tirant d'eau (m)	cote rive gauche (m)	cote rive droite (m)	Vitesse d'écouleme nt (m/s)	nombre de Froude
P11 / PA-5	Etiage (QMNA5)	initial	0.98	35.49	0.61	36.25	35.75	0.18	0.07
	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.05	35.12	0.26	36.28	36.2	0.09	0.06
	module	initial	1.96	35.56	0.67	36.25	35.75	0.31	0.12
	module	aménagé	0.17	35.28	0.34	36.28	36.2	0.18	0.1
	module x2	initial	3.92	35.68	0.78	36.25	35.75	0.53	0.19
	module x2	aménagé	0.46	35.54	0.47	36.28	36.2	0.26	0.12
	Q10	initial	6.5	35.79	0.88	36.25	35.75	0.77	0.26
	Q10	aménagé	0.78	35.78	0.6	36.28	36.2	0.28	0.11
P13 / PA-6	Etiage (QMNA5)	initial	0.98	35.48	0.66	36.28	36.21	0.17	0.07
	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.05	35.12	0.26	36.28	36.2	0.09	0.06
	module	initial	1.96	35.55	0.72	36.28	36.21	0.3	0.11
	module	aménagé	0.17	35.27	0.34	36.28	36.2	0.18	0.1
	module x2	initial	3.92	35.67	0.83	36.28	36.21	0.52	0.18
	module x2	aménagé	0.46	35.53	0.47	36.28	36.2	0.26	0.12
	Q10	initial	6.5	35.78	0.92	36.28	36.21	0.77	0.26
	Q10	aménagé	0.78	35.77	0.59	36.28	36.2	0.28	0.12
P16 / PA-7	Etiage (QMNA5)	initial	0.05	35.48	0.38	35.91	36.58	0.02	0.01
	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.05	35.12	0.11	35.91	36.58	0.12	0.12
	module	initial	0.17	35.55	0.45	35.91	36.58	0.05	0.02
	module	aménagé	0.17	35.27	0.21	35.91	36.58	0.15	0.11
	module x2	initial	0.46	35.67	0.56	35.91	36.58	0.1	0.04
	module x2	aménagé	0.46	35.53	0.41	35.91	36.58	0.18	0.09
	Q10	initial	0.78	35.78	0.65	35.91	36.58	0.15	0.06
	Q10	aménagé	0.78	35.77	0.59	35.91	36.58	0.19	0.08
P17	Etiage (QMNA5)	initial	0.93	34.85	0.69	36.46	35.5	0.1	0.04
	module	initial	1.79	34.94	0.78	36.46	35.5	0.18	0.06
	module x2	initial	3.46	35.25	1.06	36.46	35.5	0.24	0.08
	Q10	initial	5.72	35.65	1.41	36.46	35.5	0.29	0.08
P21	Etiage (QMNA5)	initial	0.93	34.73	0.5	36.09	35.09	0.26	0.12
	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.93	34.73	0.5	36.09	35.09	0.26	0.12
	module	initial	1.79	34.89	0.63	36.09	35.09	0.37	0.15
	module	aménagé	1.79	34.89	0.63	36.09	35.09	0.37	0.15
	module x2	initial	3.46	35.22	0.89	36.09	35.09	0.46	0.16
	module x2	aménagé	3.46	35.22	0.89	36.09	35.09	0.46	0.16
	Q10	initial	5.72	35.62	1.21	36.09	35.09	0.52	0.15
	Q10	aménagé	5.72	35.62	1.21	36.09	35.09	0.52	0.15

	Occurrence	Etat	Q Total (m3/s)	ligne d'eau (m NGF)	Tirant d'eau (m)	cote rive gauche (m)	cote rive droite (m)	Vitesse d'écouleme nt (m/s)	nombre de Froude
P26	Etiage (QMNA5)	initial	0.93	34.72	0.59	35.81	35.56	0.18	0.08
	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.93	34.72	0.59	35.81	35.56	0.18	0.08
	module	initial	1.79	34.87	0.71	35.81	35.56	0.27	0.1
	module	aménagé	1.79	34.87	0.71	35.81	35.56	0.27	0.1
	module x2	initial	3.46	35.21	0.97	35.81	35.56	0.36	0.12
	module x2	aménagé	3.46	35.21	0.97	35.81	35.56	0.36	0.12
	Q10	initial	5.72	35.61	1.27	35.81	35.56	0.41	0.12
	Q10	aménagé	5.72	35.61	1.27	35.81	35.56	0.41	0.12
P27	Etiage (QMNA5)	initial	0.93	34.44	0.63	35.21	34.96	0.2	0.08
	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.93	34.44	0.63	35.21	34.96	0.2	0.08
	module	initial	1.79	34.66	0.83	35.21	34.96	0.29	0.1
	module	aménagé	1.79	34.66	0.83	35.21	34.96	0.29	0.1
	module x2	initial	3.46	35.1	1.14	35.21	34.96	0.36	0.11
	module x2	aménagé	3.46	35.1	1.14	35.21	34.96	0.36	0.11
	Q10	initial	5.72	35.5	1.5	35.21	34.96	0.43	0.11
	Q10	aménagé	5.72	35.5	1.5	35.21	34.96	0.43	0.11
P29	Etiage (QMNA5)	initial	0.05	34.48	0.15	35.62	36.12	0.09	0.08
	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.05	34.48	0.15	35.62	36.12	0.09	0.08
	module	initial	0.17	34.68	0.28	35.62	36.12	0.12	0.07
	module	aménagé	0.17	34.68	0.28	35.62	36.12	0.12	0.07
	module x2	initial	0.46	35.11	0.64	35.62	36.12	0.12	0.05
	module x2	aménagé	0.46	35.11	0.64	35.62	36.12	0.12	0.05
	Q10	initial	0.78	35.51	0.93	35.62	36.12	0.12	0.04
	Q10	aménagé	0.78	35.51	0.93	35.62	36.12	0.12	0.04
P30	Etiage (QMNA5)	initial	0.05	34.45	0.06	35.43	35.13	0.28	0.37
	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.05	34.45	0.06	35.43	35.13	0.28	0.37
	module	initial	0.17	34.67	0.24	35.43	35.13	0.18	0.12
	module	aménagé	0.17	34.67	0.24	35.43	35.13	0.18	0.12
	module x2	initial	0.46	35.11	0.58	35.43	35.13	0.16	0.07
	module x2	aménagé	0.46	35.11	0.58	35.43	35.13	0.16	0.07
	Q10	initial	0.78	35.51	0.75	35.43	35.13	0.15	0.05
	Q10	aménagé	0.78	35.51	0.75	35.43	35.13	0.15	0.05
P31	Etiage (QMNA5)	initial	0.05	34.44	0.16	35.04	35.08	0.1	0.08
	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.05	34.44	0.16	35.04	35.08	0.1	0.08
	module	initial	0.17	34.66	0.36	35.04	35.08	0.14	0.07
	module	aménagé	0.17	34.66	0.36	35.04	35.08	0.14	0.07
	module x2	initial	0.46	35.1	0.55	35.04	35.08	0.15	0.07
	module x2	aménagé	0.46	35.1	0.55	35.04	35.08	0.15	0.07
	Q10	initial	0.78	35.51	0.96	35.04	35.08	0.15	0.05
	Q10	aménagé	0.78	35.51	0.96	35.04	35.08	0.15	0.05
P32	Etiage (QMNA5)	initial	0.98	34.44	0.86	35.06	35.01	0.12	0.04
	Etiage (QMNA5)	aménagé	0.98	34.44	0.86	35.06	35.01	0.12	0.04
	module	initial	1.96	34.66	1.07	35.06	35.01	0.19	0.06
	module	aménagé	1.96	34.66	1.07	35.06	35.01	0.19	0.06
	module x2	initial	3.92	35.1	1.42	35.06	35.01	0.26	0.07
	module x2	aménagé	3.92	35.1	1.42	35.06	35.01	0.26	0.07
	Q10	initial	6.5	35.5	1.82	35.06	35.01	0.34	0.08
	Q10	aménagé	6.5	35.5	1.82	35.06	35.01	0.34	0.08

ANNEXES

ANNEXE I – PLANS PROJET

ANNEXE II – Estimation financière

ANNEXE III – Plan de localisation des profils de la modélisation