

## La Morte 2022-2024. Avant-projet



**EAUX CONTINENTALES**

**JUILLET 2024**

Alain Cuinet - Julien Rahon - Nicolas Bertrand

## Sommaire

|  |    |
|--|----|
| 1. RAPPEL.....   | 5  |
| 1.1. Les objectifs généraux.....   | 5  |
| 1.2. Les objectifs liés aux débits .....   | 5  |
| 1.2.1. Les contraintes liées aux infrastructures .....   | 6  |
| 1.2.2. Les linéaires propices au méandrage .....   | 7  |
| 1.2.3. Synthèse des objectifs .....  | 7  |
| 2. LE SCENARIO RETENU .....  | 7  |
| 2.1. Rappel.....   | 7  |
| 3. L'AVANT PROJET .....  | 12 |
| 3.1. L'aménagement de l'ouvrage hydraulique aval (OH8).....  | 12 |
| 3.2. La gestion de la cote pour un niveau d'eau affleurant au lavoir de Vellefrey-Vellefrange.....   | 12 |
| 3.3. Réalisation d'une prise d'eau permettant d'alimenter le nouveau tracé de raccordement rive droite, associée à un déversoir de crue dans le bras rive gauche, permettant également le maintien d'un débit d'étiage dans le bras rive gauche..... | 12 |
| 3.4. Réalisation du nouveau tracé de raccordement en rive droite.....  | 12 |
| 3.5. L'aménagement du canal de fuite du moulin Raby. ....  | 13 |
| 3.6. L'aménagement du seuil sous le moulin Raby .....  | 13 |
| 3.7. L'aménagement de la prise d'eau du canal d'amenée du moulin Raby.....   | 14 |
| 3.8. L'aménagement du barrage Raby .....   | 14 |
| 3.9. Entre le seuil de dérivation et le barrage Raby (aval barrage Raby).....  | 15 |
| 3.10. L'aménagement du linéaire amont du barrage Raby .....  | 17 |
| 3.11. Création d'un seuil d'alimentation du débit réservé du barrage Raby à l'aval du radier de la RD 474. ....  | 17 |
| 3.12. L'aménagement du seuil de la RD 474 au besoin. ....  | 18 |
| 3.13. L'aménagement au droit de la zone de plat courant existante entre la RD 474 et l'ouvrage Amiot.....  | 18 |
| 3.14. L'aménagement du barrage Amiot.....  | 18 |
| 3.14.1. ouvrage de type pre-barrages. ....   | 19 |
| 3.14.2. Ouvrage de type passe a fond suractif.....   | 20 |
| 4. Nature des interventions .....  | 21 |
| 4.1. Réalisation de l'ouvrage de décharge au droit du seuil Barret .....   | 21 |
| 4.2. Réalisation de la digue isolant le Bief Rabby .....   | 21 |
| 4.3. Recharge granulométrique .....  | 21 |
| 4.4. Réagencement des enrochements.....  | 22 |
| 4.5. Végétation rivulaire.....   | 23 |
| 5. Plans et dimensionnement.....   | 24 |

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| 6. Principaux effets de l'opération .....  | 24                                 |
| 6.1. Composante hydraulique : éléments Girardot Ecrase et commentaire succinct pour chaque aménagement .....   | 24                                 |
| 6.1.1. L'aménagement de l'ouvrage hydraulique aval (OH8) .....   | 24                                 |
| 6.1.2. La gestion de la cote pour un niveau d'eau affleurant au lavoir de Vellefrey-Vellefrange.....   | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| 6.1.3. Réalisation d'une prise d'eau permettant d'alimenter le nouveau tracé de raccordement rive droite, associée à un déversoir de crue dans le bras rive gauche, permettant également le maintien d'un débit d'étiage dans le bras rive gauche..... | 24                                 |
| 6.1.4. L'aménagement du canal de fuite du moulin Raby. ....  | 24                                 |
| 6.1.5. L'aménagement de l'entrée du canal d'amenée du moulin Raby. Création d'une digue. 25  |                                    |
| 6.1.6. L'aménagement du barrage Raby .....   | 25                                 |
| 6.1.7. Entre le nouveau seuil de dérivation (Barret) et le barrage Raby (aval barrage Raby) 25   |                                    |
| 6.1.8. Création d'un seuil d'alimentation du débit réservé du barrage Raby à l'aval du radier de la RD 474. ....   | 25                                 |
| 6.1.9. L'aménagement du seuil de la RD 474 au besoin. ....   | 25                                 |
| 6.1.10. L'aménagement au droit de la zone de plat courant existante entre la RD 474 et l'ouvrage Amiot.....  | 25                                 |
| 6.1.11. L'aménagement du barrage Amiot. ....   | 25                                 |
| 6.2. Composante géomorphologique.....  | 26                                 |
| 6.3. Conséquences sur le profil en long : le réajustement des fonds.....   | 26                                 |
| 6.4. Conséquences sur les profils en travers.....  | 26                                 |
| 6.5. Composante hydro- écologique.....   | 27                                 |
| 6.6. Composante sociale.....   | 28                                 |
| 6.6.1. SECTEUR DE VELLEFREY.....   | 28                                 |
| 6.6.2. BARRAGE RABY .....  | 28                                 |
| 6.6.3. BARRRAGE AMIOT.....   | 28                                 |
| 7. Bilan .....   | 29                                 |
| 8. Entretien et suivi (visite annuelle) .....  | 29                                 |
| 9. Re-intervention possible .....  | 30                                 |
| 10. Modalites de mise en œuvre .....   | 30                                 |
| 10.1. Prescriptions générales .....  | 30                                 |
| 10.2. Mesures servant a la rétention des fines .....   | 31                                 |
| 10.3. Terrassements .....  | 31                                 |
| 10.4. Déblais .....  | 32                                 |
| 10.5. Remblais .....   | 32                                 |
| 10.6. Géotextile.....  | 32                                 |



|         |                                       |                                    |
|---------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 10.7.   | Végétalisation .....                  | 33                                 |
| 10.8.   | Arbres et arbustes .....              | 33                                 |
| 10.9.   | Boutures de saules .....              | 33                                 |
| 10.10.  | Remise en état du site .....          | 34                                 |
| 11.     | Volet réglementaire et financier..... | 35                                 |
| 11.1.   | Volet réglementaire .....             | 35                                 |
| 11.2.   | Estimation financière (à faire) ..... | 36                                 |
| 12.     | Organisation générale du projet ..... | 36                                 |
| 12.1.   | Consignes générales .....             | 36                                 |
| 12.2.   | Acces aux zones de chantier .....     | 36                                 |
| 12.2.1. | ouvrage « Raby ».....                 | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| 12.3.   | Modalités d'exécution .....           | 37                                 |
| 12.4.   | planning de réalisation.....          | 37                                 |
| 12.5.   | suivi .....                           | 38                                 |

## 1. RAPPEL

### 1.1. Les objectifs généraux

L'étude demandée a pour objet d'aboutir à des propositions d'actions sur la Morthe dont les objectifs sont les suivants

- Restauration morphologique de la Morthe
- Aménagement des ouvrages hydrauliques présents (rétablir la continuité écologique et/ou accompagner la restauration hydromorphologique du cours d'eau)
- Maintenir l'alimentation du canal du Moulin Raby

**Le barrage Amiot** montre une longueur de Tronçon court-circuité très faible (environ 20 m).

**Le barrage Raby** développe un tronçon court-circuité très important (900 m linéaire).

Les deux ouvrages présentent une hauteur de chute de 1.60m, associée à un remous amont important dont l'impact est net sur l'habitat piscicole (absence de frayères, vitesses d'écoulement insuffisantes).

La longueur du Tronçon court-circuité du barrage Raby lui confère un impact supplémentaire.

### 1.2. Les objectifs liés aux débits

Les débits caractéristiques estimés par le cabinet Reilé sont présentés dans le tableau 1.

| Estimation du débit de la Morthe à Bucey les Gy |     |                        |
|---|-----|------------------------|
| Etiage : Qmna5                                  |     | 62 L/s                 |
| Module  |     | 203 L/s                |
| Crues   | Q2  | 4.48 m <sup>3</sup> /s |
|   | Q10 | 8.86 m <sup>3</sup> /s |
|   | Q50 | 12.7 m <sup>3</sup> /s |

**Tableau 1 : Estimation des débits caractéristiques de la Morthe à Bucey les Gy**

Les débits d'étiage de la Morthe au droit de Bucey-les-Gy sont faibles. Le réchauffement climatique en cours est susceptible d'accroître encore l'intensité, la fréquence et la durée des étiages.

Au droit du moulin Raby, l'alimentation des 2 bras, tous deux en sur-largeur (réduction des vitesses et des lames d'eau), sur un linéaire important (900m) favorise actuellement le réchauffement de l'eau et nuit aux espèces caractéristiques d'une tête de bassin.

Il s'agit donc dans ce projet de limiter au maximum la longueur du tronçon court-circuité par le Moulin Raby et de concentrer les débits dans un seul bras.

### 1.2.1. Les contraintes liées aux infrastructures

#### - Un franchissement de la route Vellefrey/Vellefrange plus sécurisé

Le projet conserve l'ensemble des dimensionnements de passage sous route (RD 414, route de Vellefrey-Vellefrange).

Actuellement, le pont situé sur le bras du lavoir reçoit l'essentiel des débits en crue. Avec une vitesse modélisée de 0.3 m/s, la lame d'eau sous le pont en crue cinquantennale est de 1.86 m.

Le projet propose de répartir les crues entre les deux linéaires. Le débit passant dans le bras du lavoir sera diminué de moitié, avec une lame d'eau qui ne sera plus que de 1.59 m. L'autre bras, qui actuellement ne reçoit que les débits passants sous le moulin, présente une pente plus forte. Les écoulements y sont plus rapides, voisins de 1 m/s en crue, avec une lame d'eau inférieure à 1.08 m.

**En synthèse, pour ce tronçon de la Morthé, le projet réduit sensiblement le risque de débordement en répartissant les écoulements de crue entre les deux linéaires, en abaissant de 26 cm le niveau de l'eau dans le bras du lavoir en situation de crue cinquantennale.**

#### - Autres enjeux hydrauliques

Le projet d'alimentation du bief du moulin Raby par un canal d'alimentation (ou une conduite), nécessite la réalisation d'un seuil calé à la cote de 210.46 m ngf qui est la cote actuelle de l'eau dans le canal d'amenée du moulin. Ce seuil viendra conforter la stabilité du radier de pont de la RD414 (cote de 209.90 m ngf.)

La cote de seuil du barrage Amiot ne pourra pas être abaissée de façon conséquente en raison de la présence de conduites d'eau et de lignes haute tension en fond de cours d'eau au droit du Pont du village de Bucey. Aucun impact n'est donc attendu sur les fondations dans la partie amont du village.

En amont du pont, le fond de la rivière est 24 cm au-dessus du niveau de déversement sur le barrage. En situation de crue majeure, le modèle montre un risque de mise en charge à l'amont du tablier du pont en cas de non ouverture de la vanne de décharge. **(nécessité de remettre en état cette vanne)**

**Un abaissement de 30 cm du déversoir pour améliorer le franchissement du barrage réduirait le risque de débordement au niveau de ce pont quelle hauteur sur le radier de pont à l'étiage.**

Le lavoir de Vellefrey-Vellefrange constitue un enjeu de territoire à prendre en compte. La réhausse de la ligne d'eau d'étiage au droit de l'ouvrage hydraulique OH8 permet de lui conserver un aspect fonctionnel.

### 1.2.2. Les linéaires propices au méandrage

Ces linéaires sont globalement situés à l'aval du village de Bucey-les-Gy.

Dans la traversée de Bucey, le programme reposera sur la création de lits emboîtés et plus précisément sur la création d'un lit adapté aux débits d'étiage.

### 1.2.3. Synthèse des objectifs

Le projet vise donc à réduire les zones de réchauffement liées à des surlargeurs artificielles et aux remous des seuils hydrauliques.

Il se propose de rendre franchissable les ouvrages en place. (**soit 5 ouvrages classés infranchissables. Amiot, Raby, Poulnot 1, Poulnot 2, Ouvrage hydraulique aval**).

Il redéfinit les profils en long en redonnant autant que faire se peut de la pente et de la vitesse aux écoulements.

Il retrouve et réaménage à l'aval du village, un écoulement méandreux encore en place partiellement

Il intègre enfin une conservation raisonnée des ouvrages du patrimoine (seuils, lavoirs)

## 2. LE SCENARIO RETENU

### 2.1. Rappel

**Le scénario (de l'aval vers l'amont) :**

- Sur le bras rive gauche, rehausser l'ouvrage hydraulique n°8 tout à l'aval de 0.50m et réaliser une décharge de crue latérale, afin de conserver une lame d'eau dans le bras rive gauche permettant d'assurer des conditions d'écoulement estivales n'entraînant pas de complication de l'entretien de ce bief et autorisant une mise en valeur du lavoir de Vellefrange. L'accroissement de la section passante au droit de l'ouvrage, permet de maintenir les conditions actuelles d'écoulement en crue.

- Aménager le bras naturel Rive droite. Redimensionner un lit d'étiage dans le lit actuel en surlargeur. En fonction de l'accord des propriétaires, prolonger le méandrage existant jusqu'à la confluence du ruisseau de l'étang (Rive droite)...

- Réaliser une prise d'eau au droit de la dérivation Barret.

- Conserver le linéaire du bras Rive gauche aval comme décharge de crue.

- Réaliser un méandrage en travers de la prairie pour rejoindre l'ancien lit méandriforme de la Morthé à l'aval du moulin Raby.

- De part et d'autre du Seuil Poulnot, haut de 1.90 m, la pente de la Morthé s'accélère sensiblement (2.20 m sur un tronçon de 320 m). Ce seuil est là entre autres pour stabiliser les processus d'érosion provoqué par la pente. Un dérasement de cet ouvrage pour le rendre franchissable pour la faune aquatique n'est pas souhaitable puisque ce serait reporter le problème de continuité biologique vers l'amont

Il est proposé de rendre franchissable le Seuil Poulnot en rechargeant le fond progressivement sur un tronçon de 120 m en aval du seuil, avec une épaisseur maximum de recharge de 1.20 m à 50 m du seuil.

Subsiste une chute résiduelle de 60 cm qui pourrait être atténuée avec l'ouverture d'une échancrure dans le seuil qui aurait une incidence limitée sur la ligne d'eau amont, sensible principalement en étiage.

- Abaisser le seuil Raby de 0.70 m. Aménager le franchissement piscicole de la hauteur restante par la mise en place de pré-seuils successifs.

- Recréer un lit d'étiage adapté sur le linéaire gagné sur le remous hydraulique par abaissement de la cote du seuil Raby. Actuellement, ce seuil influence le niveau de l'eau jusqu'au pied du barrage Amiot. L'abaissement partiel du niveau de surverse sur le seuil influence donc en étiage la quasi-totalité du linéaire entre les 2 seuils, avec un abaissement du niveau de l'eau qui est encore de 70 cm en amont du premier pont.

Le début du tronçon en surlargeure à reprendre en complément de l'arasement du seuil coïncide avec le petit pont d'accès à la salle commune de Bucey les Gy (longueur 210 m). En amont, l'intérêt d'un aménagement est limité par le resserrement du lit mineur actuel.

- Aménager le franchissement piscicole du seuil Amiot par la mise en place de pré-seuils successifs.

De part et d'autre du pont situé au centre du village, la ligne d'eau s'abaisse de 25 cm. Un arasement du seuil Amiot sur 30 cm pour faciliter son franchissement risque de créer un nouvel infranchissable au niveau du pont. Si cette option est retenue, le petit plan d'eau long d'une trentaine de mètres à l'amont du seuil disparaîtra en grande partie, avec nécessité de d'aménager un lit mineur à sa place avec compensation de l'abaissement du niveau de déversement sur le seuil.

Recréer un lit d'étiage adapté sur le linéaire gagné sur le remous hydraulique par abaissement de la cote du seuil Amiot.





**Figure 1 :Plan d'eau amont seuil Amiot**

## Le scénario

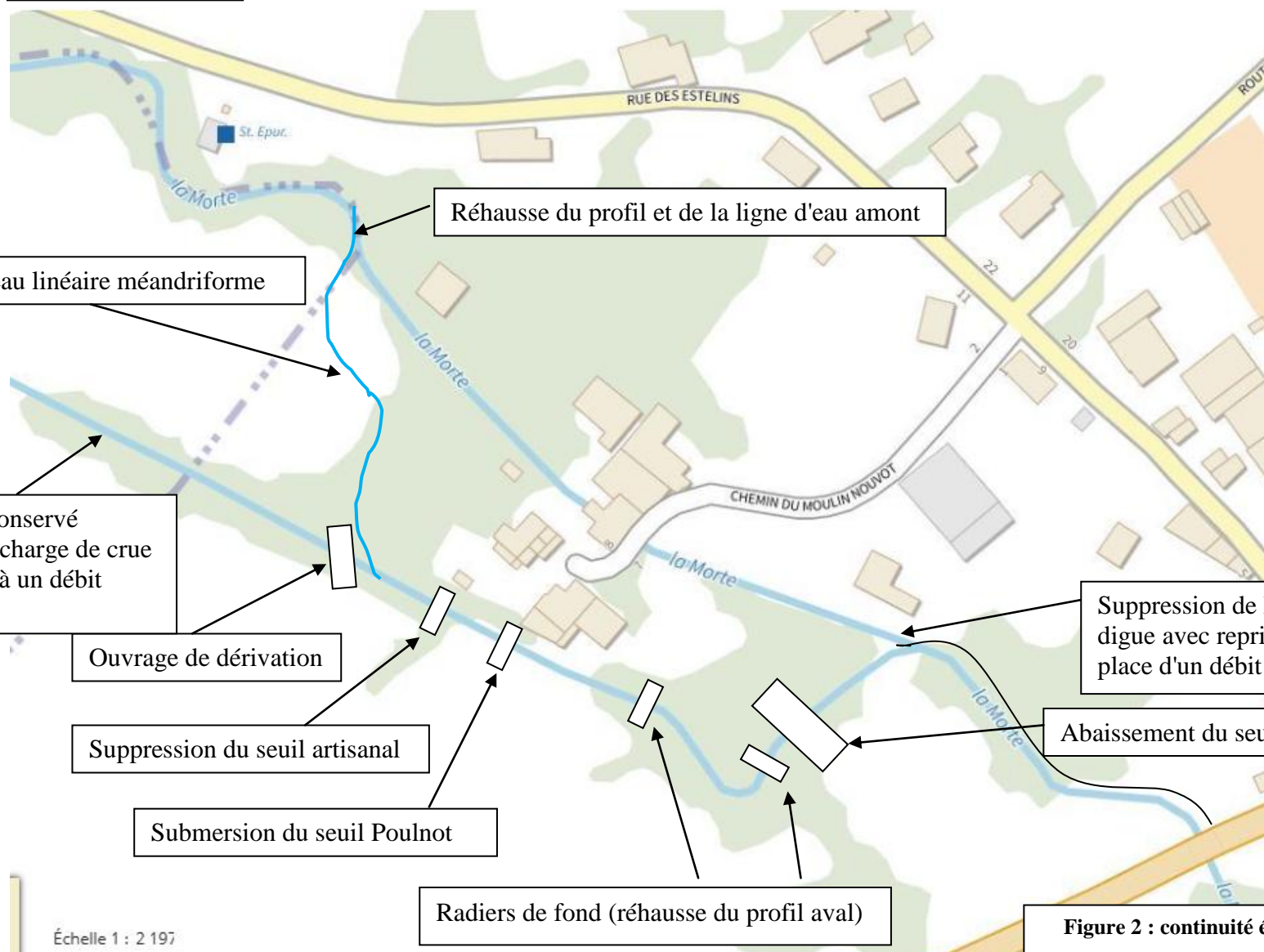


Figure 2 : continuité écologique. Barrage Raby et Poulnot.

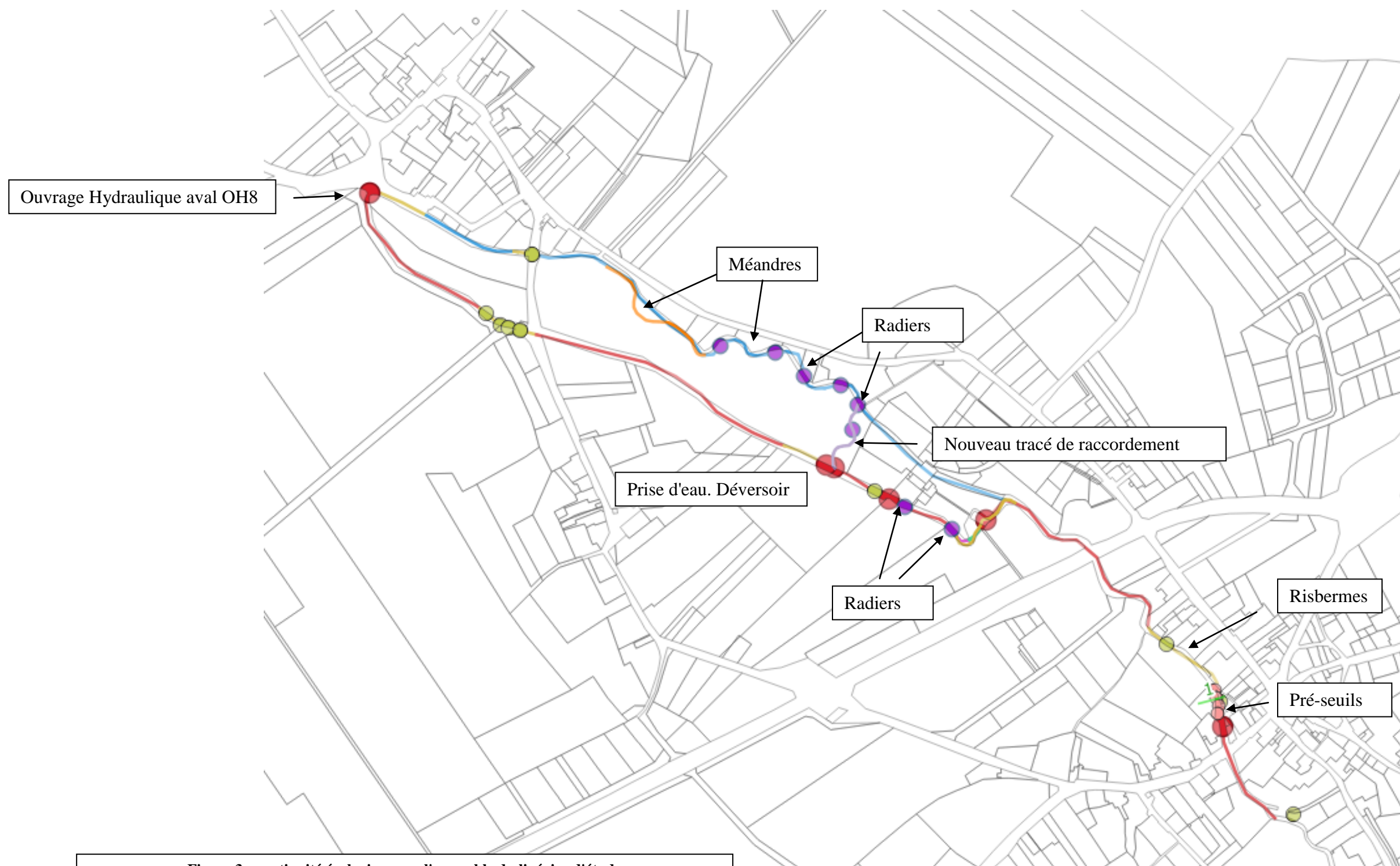


Figure 3 : continuité écologique sur l'ensemble du linéaire d'étude

### **3. L'AVANT PROJET**

#### **3.1.L'aménagement de l'ouvrage hydraulique aval (OH8)**

Réalisation d'un réhausse de l'ouvrage de 0.50 m dont l'objectif est :

- d'empêcher toute remontée de poissons dans le bras rive gauche
- d'envoyer le linéaire amont du bras Rive gauche et de réduire ainsi l'entretien de la végétation sur des zones qui seraient découvertes si l'on assurait un simple débit réservé.

#### **3.2.La gestion de la cote pour un niveau d'eau affleurant au lavoir de Vellefrey-Vellefrange**

La nouvelle cote de l' OH8 est de 208.02 m Ngf et donne la cote de la ligne d'eau à l'étiage, sur l'ensemble du bras du Lavoir.

L'écoulement en amont de cet ouvrage étant permanent, il sera déversant en permanence. Attention la remise en état de cet ouvrage suppose la fonctionnalité des 2 bajoyers.

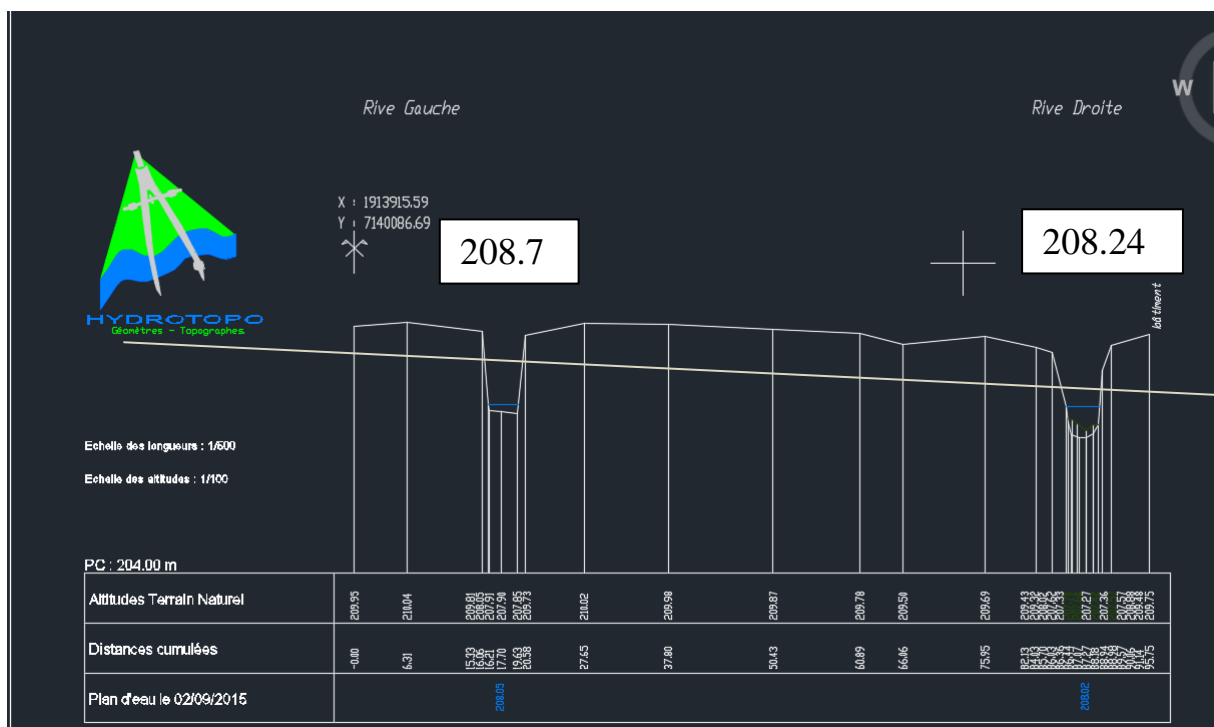
#### **3.3. Réalisation d'une prise d'eau permettant d'alimenter le nouveau tracé de raccordement rive droite, associée à un déversoir de crue dans le bras rive gauche, permettant également le maintien d'un débit d'étiage dans le bras rive gauche.**

La prise d'eau s'effectue au droit de l'ancien ouvrage Barret. La dérivation s'opère en rive droite. En étiage, la cote de l'eau en amont de cette dérivation sera à **208.52 m NGF**.

Actuellement le seuil Poulnot est calé à 208.88 ngf. **La cote d'eau projet au QMNA5 est de xxx. La création d'un échancrure à la cote xxx est préconisée.**

#### **3.4. Réalisation du nouveau tracé de raccordement en rive droite.**

Réalisation d'un tracé méandrique sur 91 m dont la pente est calée à 5 ‰ par une succession de radiers. Les dimensionnements hydrauliques du nouveau tracé sont calés pour un chenal d'étiage de 62 l/s et un module de 203 l/s. Les berges profilées en pente douce sur une largeur totale de 13 m autorisent le passage de 4.7 m<sup>3</sup>/s soit le débit maintenu dans ce linéaire en situation de crue cinquantennale (pour mémoire, la répartition a été dimensionnée pour répartir les débit de crues sur les 2 linéaires) .



**Figure 4 : Profil en travers et cotes projet du nouveau tracé de raccordement**

Plus aval, en conservant cette pente de 5 ‰, le projet reprend l'emplacement du tracé naturel historique encore existant, mais actuellement en forte surlargeur. Quelques petits méandres nouveaux sont envisagés jusqu'à la confluence du ruisseau "de l'étang" (pas d'accord des propriétaires)

La purge des sédiments fins et putrides issus de la station d'épuration devra être réalisée.

### 3.5. L'aménagement du canal de fuite du moulin Raby.

La confluence entre le nouveau tracé de raccordement et le canal de fuite du moulin Raby, se concrétise par la présence d'une réhausse de fond qui agit comme un seuil.

En conséquence l'aval du moulin, conformément à la demande impérative des propriétaires, reste ennoyé. Ceci permet de ne pas remettre en cause les soubassements géotechniques de l'ouvrage.

La cote du seuil est fixée à 208.25 soit 0.21 m au dessus de la ligne d'eau mesurée lors des relevés topographiques du 02/09/2015 (208.04) correspondant pour rappel à des conditions de basses eaux

### 3.6. L'aménagement du seuil sous le moulin Raby

Le seuil sous le moulin est maintenu à sa côte actuelle de 210.77 m ngf (+/- 7 cm). Il reste largement dimensionné pour laisser passer le projet de débit réservé permanent de **20 L/s**.



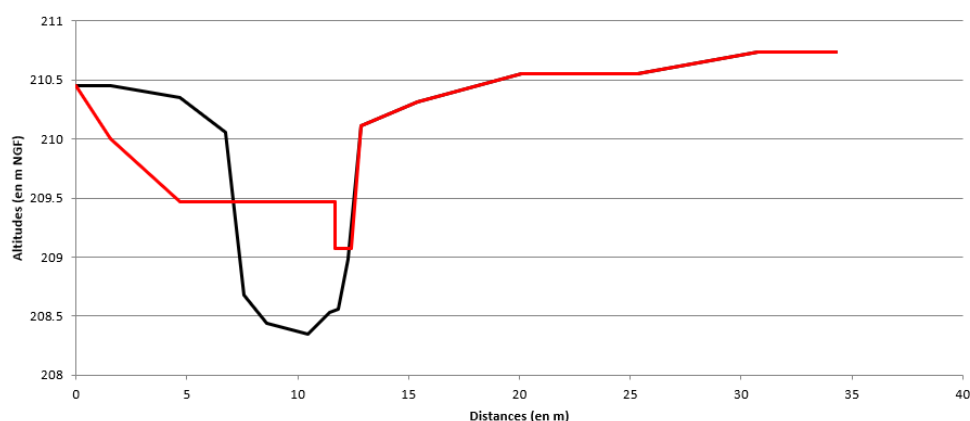
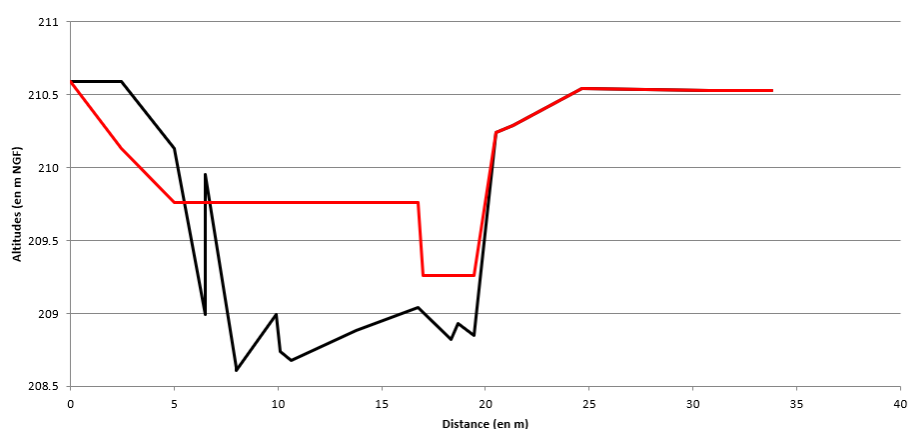
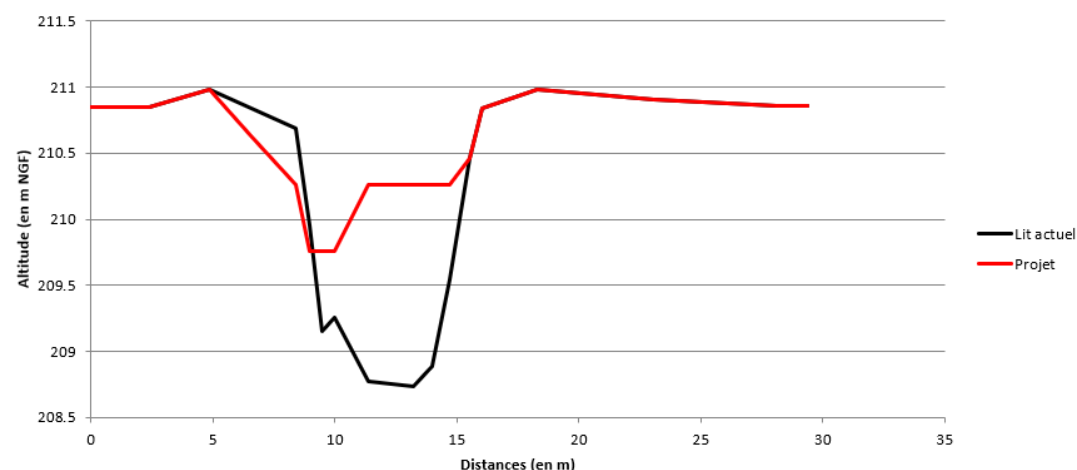


### 3.9. Entre le seuil de dérivation et le barrage Raby (aval barrage Raby)

Le profil en long est réhaussé par 2 radiers de fond. Cette réhausse est compensée par un élargissement des sections passantes.

L'augmentation des sections est obtenue par reprofilage des berges en rive gauche, entre le seuil Raby et le seuil Poulnot (**valider le linéaire**). Elle permet de compenser la recharge granulométrique et la création de radiers stabilisateurs du profil en long.

L'emprise projet est de 140 m. L'emprise moyenne de l'élargissement du lit majeur sera de l'ordre de 6m. Les berges réensemencées permettent de maintenir une activité de pâturage dans les parcelles concernées.



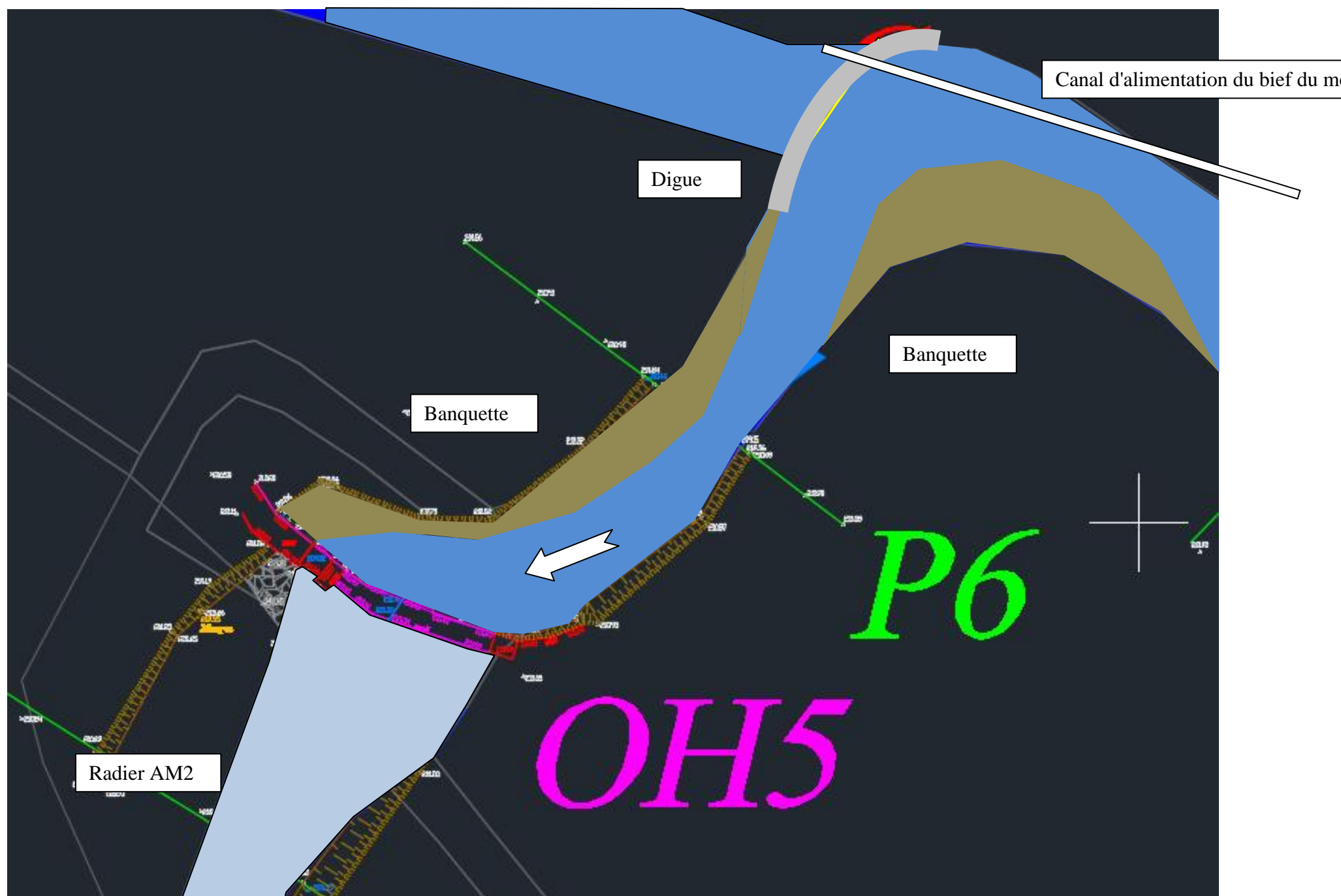


Figure 6 : Aménagement de banquettes à l'amont de l'ouvrage Raby.

### 3.10. L'aménagement du linéaire amont du barrage Raby

**Principe : Cet aménagement sera réalisé sur le linéaire dénoyé par l'abaissement du seuil Raby.**

- 2 radiers de fonds en fer à cheval sont réalisés à l'amont du seuil après abaissement. Ils permettent de reconstituer un profil en long compatible avec la nouvelle prise d'eau du canal d'amenée au Moulin. Ces 2 aménagements sont localisés respectivement 40 et 80 m à l'amont de l'ouvrage Raby
- 1 remodelage des berges est réalisé (retalutage possible)
- 1 recharge alluvionnaire dans le lit de la rivière est réalisée à l'amont des 2 radiers de fond
- 1 recépage de la végétation rivulaire est à prévoir

Il s'agit de recréer, à l'amont de l'ouvrage partiellement arasé :

Un lit mineur sous forme de lits emboîtés dont le lit d'étiage permettra de concentrer l'écoulement à très bas débit et de maintenir les écoulements jusqu'au module **soit 180 l/s**, avant submersion des banquettes latérales et aménagements.

Une largeur du lit mouillé à l'étiage de l'ordre de 1 à 3 m, sensiblement identique à celle des tronçons de référence pris en amont et en aval de la zone d'influence de l'ouvrage permettra de conserver des lames d'eau et des vitesses d'écoulement favorables aux macro-invertébrés et aux poissons en période de basses-eaux;

**Avec une largeur à plein bord conservée, l'abaissement du seuil autorisera le passage sans débordement de crues supérieures à celle de l'état initial. (12.7 m<sup>3</sup>/s) et maintiendra à minima la non aggravation de la fréquence de débordement.**

### 3.11. Aménagement d'un seuil d'alimentation du débit réservé du barrage Raby à l'aval du radier de la RD 474.

Un seuil localisé 30M en aval de la RD 474 sera aménagé de la manière suivante :

Création d'un ouvrage avec échancrure latérale permettant d'alimenter un canal de dérivation.

Cette échancrure affichera les dimensions suivantes :

Forme rectangulaire ;

o 0.2 m de largeur en crête (cote 210.46 mNGF) ;

o Sur 0.16 m en hauteur (cote 210.62 mNGF).

### 3.12. L'aménagement du seuil de la RD 474.

Aucune modification sur cet ouvrage.

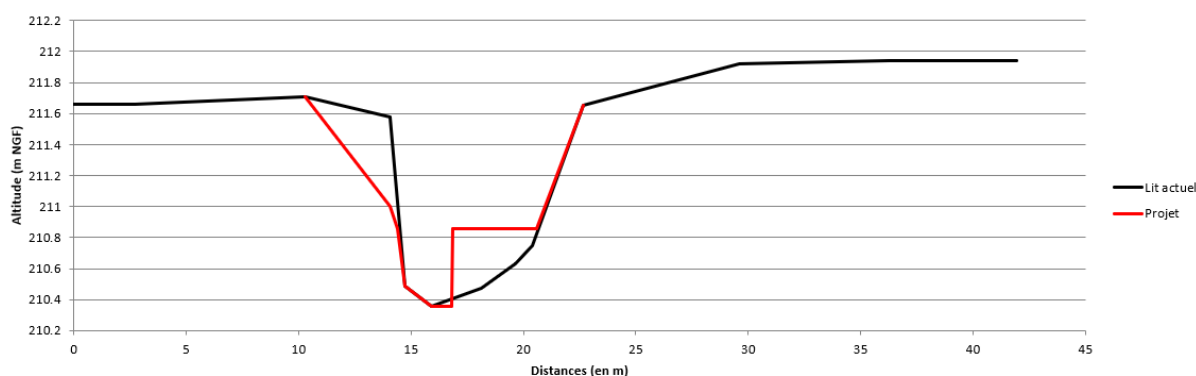
### 3.13. L'aménagement au droit de la zone de plat courant existante entre la RD 474 et l'ouvrage Amiot

Il s'agit de recréer sur un linéaire de 125m

Un lit mineur sous forme de lits emboîtés dont le lit d'étiage permettra de concentrer l'écoulement à très bas débit et de maintenir les écoulements jusqu'au module soit **203 l/s** avant submersion des banquettes latérales et aménagements.

Une largeur du lit mouillé à l'étiage de l'ordre de 1 à 3 m, sensiblement identique à celle des tronçons de référence pris en amont et en aval de la zone d'influence de l'ouvrage permettra de conserver des lames d'eau et des vitesses d'écoulement favorables aux macro-invertébrés et aux poissons en période de basses-eaux;

La largeur à plein bord sera modifiée, pour conserver la capacité hydraulique actuelle. Le lit moyen sera élargit de 6 m en rive gauche



### 3.14. L'aménagement du barrage Amiot.

Le propriétaire actuel refuse le dérasement de l'ouvrage.

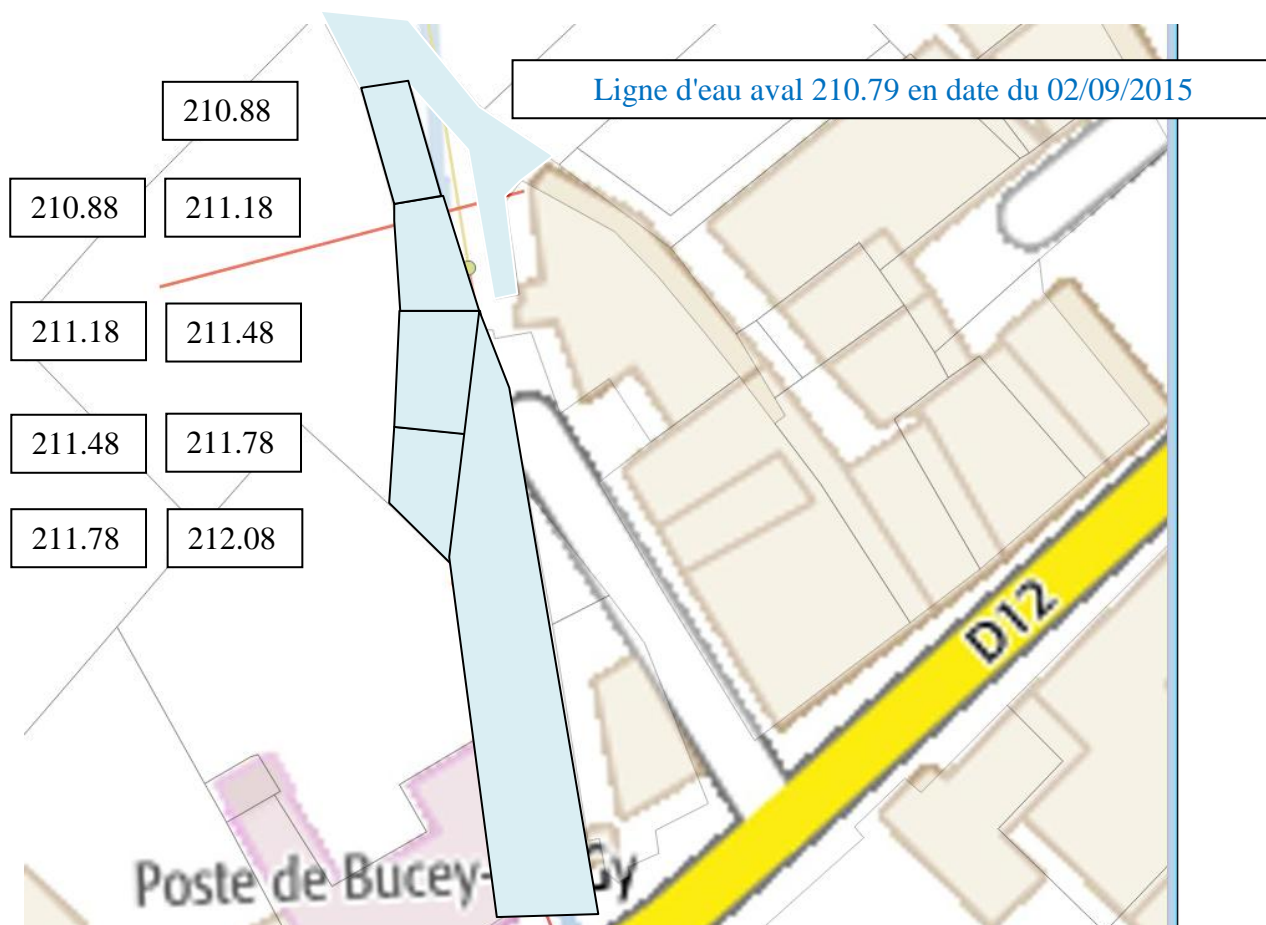
Par ailleurs, la présence de part et d'autre du pont du village d'une ligne électrique enterrée haute tension, et d'un seuil bétonné protégeant une conduite d'eau pluviale, à environ 45 m à l'amont du seuil Amiot, est une contrainte forte qui enlève tout intérêt à l'abaissement important du seuil de l'ouvrage

Nous proposons ici 2 types d'ouvrages de franchissement dont le choix et le dimensionnement final seront réalisés dans des études complémentaires spécifiques.

L'espèce cible étant la truite fario, 2 types d'ouvrages nous paraissent appropriés, au regard du caractère très anthropique du site.



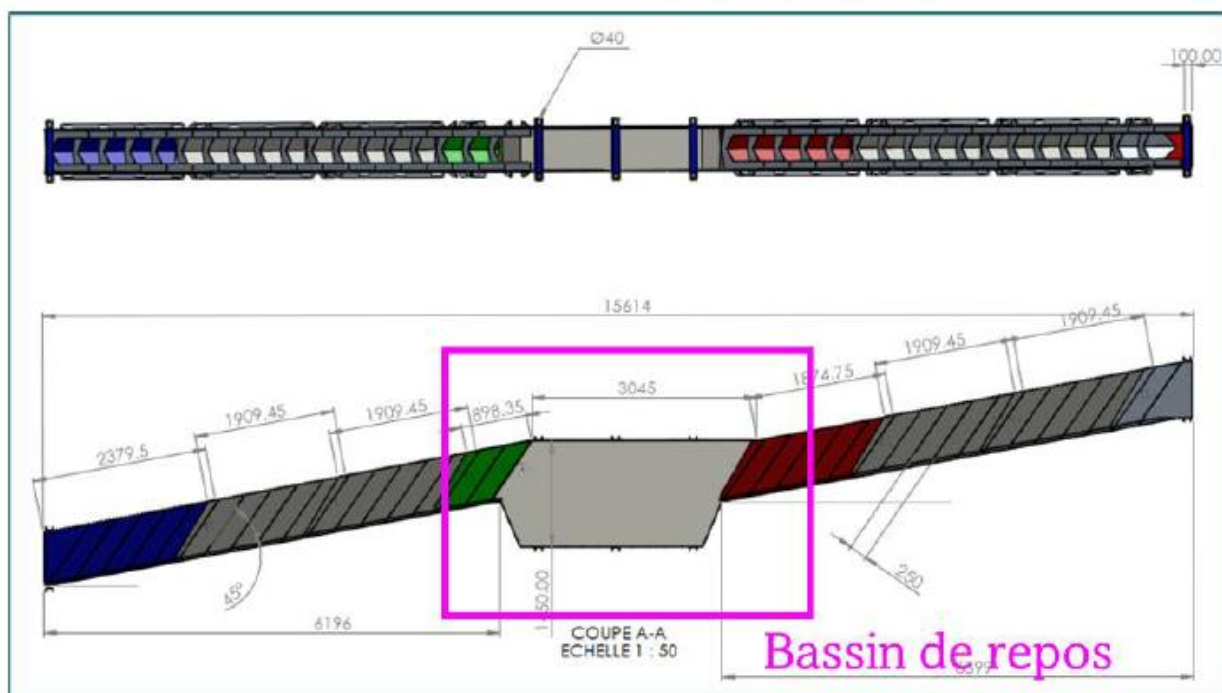
### 3.14.1.ouvrage de type pre-barrages.



#### Caractéristiques générales :

- Plusieurs seuils successifs dont la hauteur peut être supérieure à 0.30 m.
- Charge de 0.20 ou 0.30 m dans les échancrures en débit d'étiage
- Energie dispersée de 50 watt/m<sup>3</sup> à l'étiage à 250 watt/m<sup>3</sup> en crue.
- Murs épais (0.20 à 0.30 m) avec para fouille, chanfreinés au droit des franchissements
- Profondeur de bassin (au moins 2 fois la hauteur de chute) soit de l'ordre de 0.70 m.

### 3.14.2. Ouvrage de type passe a fond suractif (option secondaire)



#### Caractéristiques générales

- Largeur 0.50 à 0.70m.
- pente maximale 20% (soit 8 m de long pour un dénivelé de 1.60 m).
- 2 volées de 4 m avec 1 bassin de repos central de 3 m.
- réglage du 1er et du dernier ralentisseur pour immersion à l'étiage.
- Longueur totale 11m.

Ce type d'ouvrage sera moins bien intégré visuellement que des bassins successifs.



## **4. Nature des interventions**

### **4.1. Réalisation de l'ouvrage de décharge au droit du seuil Barret**

- mise en place de batardeaux dans les encoches de l'ouvrage.
- mise en place d'une couche de marne de 2 m
- mise en place d'un géomembrane imperméable
- habillage avec enrochement appareillé pente 1/1.

### **4.2. Réalisation de la digue isolant le Bief Rabby**

- mise en place de palplanches
- mise en place d'une couche de marne de 2 m
- mise en place d'un géomembrane imperméable
- habillage avec enrochement appareillé pente 1/1.

### **4.3. Recharge granulométrique**

Deux types de recharges sont envisagées.

- Une recharge minérale permettant la réhausse des fonds (création de radiers) et la création de risbermes destinées à profiler un lit d'étiage. Ces matériaux seront mis en forme à la pelle mécanique.
- Une recharge granulométrique plus fine, mobile dont l'objet est d'être redistribuée par les crues et d'apporter localement des matériaux propices au frai de la truite fario (et à certains groupes d'invertébrés benthiques). Ces matériaux seront injectés sous forme d'amas dans le lit ou sur les atterrissements déjà existants.

Ce type d'opération permettra à la rivière de :

- . Concentrer le module dans un lit d'étiage permettant de disposer d'un niveau d'eau favorable pour le développement de la vie aquatique (et notamment la truite et ses espèces d'accompagnement) ;
- . Avoir à disposition un stock de matériaux pour refaçonner son lit mineur (création d'atterrissement, de radier,...) ;
- . Dissiper son énergie en charriant les matériaux disponibles
- L'introduction de matériaux a également comme objectif d'augmenter l'hétérogénéité et l'attractivité du milieu aquatique.

La granulométrie des matériaux a été déterminée par observation de terrain. Le choix de conserver une granulométrie assez large permettra de fournir à la rivière une gamme de matériaux étendue pour favoriser le réagencement naturel dans le lit mineur

Des matériaux d'apports (granulométrie entre 0 et 150 mm) seront utilisés pour constituer les risbermes et recharger les fonds.

Des matériaux plus grossiers type plaquette seront agencés pour stabiliser les seuils de fond.

Le positionnement et l'agencement des amas de graviers seront arrêtés directement en phase chantier. Pour ces derniers, il serait intéressant de connaître les dimensions originelles du canal de la Scierie (ouvrage localisé dans la partie supérieure du village et ne faisant pas partie du projet). En effet les matériaux accumulés dans le canal d'amenée de la scierie (essentiellement des sables et des graviers) pourraient être intéressants pour la recharge granulométrique fine du cours d'eau, sous réserve que leur volume soit suffisant. Un dégravage du canal d'amenée pourrait donc permettre une remise en circulation de matériaux naturels actuellement bloqués.

A ce stade, en dehors des zones de fosses et de leur amont proche, il est prévu le dépôt d'un m<sup>3</sup> de graves calcaires concassées tous les 5-6 mètres environ, sous forme de un ou deux amas,

Pour les intrados de méandre, il est prévu de créer un banc de matériaux dans le prolongement de la berge en pente douce.

#### 4.4. Réagencement des enrochements

Le réagencement des blocs d'enrochements actuellement disposés en aval direct de l'ouvrage Raby pourra être réalisé dans l'ancienne retenue de ce même ouvrage et permettra d'accompagner le réajustement morphologique après travaux. Il sera donc implanté plusieurs des amas de blocs ayant pour fonction de diversifier les écoulements et de fournir des abris pour le peuplement piscicole. Ces aménagements pourront également être reproduits au droits des fosses, radiers et plats courants restaurés plus à l'amont ou à l'aval.

*Fig. 12. Blocométrie des enrochements*

| Type d'enrochements | Diamètres (m) |      |      | Poids (kg) |     |     |
|---------------------|---------------|------|------|------------|-----|-----|
|                     | D10           | D50  | D90  | P10        | P50 | P90 |
| 10/40/90            | 0.20          | 0.30 | 0.40 | 10         | 40  | 90  |

Aucun bloc ne devra être inférieur au poids minimal fixé à P10 / 2 (soit 5kg).

Aucun bloc ne devra avoir un poids supérieur à 1.5 P90 (soit 135kg).

Le respect du poids moyen est une contrainte essentielle, tant en ce qui concerne l'approvisionnement que la pose. Nous considérerons ici un poids moyen équivalent au poids médian soit P50.

## Qualité :

Les matériaux utilisés devront être de roche pierre propre, saine, dure, non gélive, résistante à l'eau et aux agressions extérieures et de bonne qualité apparente, conformément aux règles de l'art (et à la norme NF-EN-13383-1 et -2 Août 2003).

### 4.5. Végétation rivulaire

Sur le tronçon de la Morthe en amont de l'ouvrage « Raby », on observe une végétation rivulaire bien connectée à la rivière. Cependant, avec la suppression de cet ouvrage, celle-ci se localisera en haut de berge et sera déconnectée de la rivière avec à terme un risque de dépérissement. Il est donc prévu dans le cadre de ce projet de procéder à un recépage et/ou une coupe sélective de la végétation rivulaire et notamment sur les arbres de dimension importante afin que ces derniers aient la capacité de développer leur réseau racinaire au plus proche de l'eau. Ces arbres sont essentiellement localisés en bordure de la retenue de l'ouvrage.

Notons enfin que les berges retravaillées et les abords du chenal seront ré-engazonnés.

Pour déterminer la technique de protection de berge qui sera utilisée, une analyse des forces tractrices a été réalisée. Celle-ci est basée sur le calcul des forces exercées par les écoulements au sein du lit mineur. Les limites de forces tractrices relatives aux techniques de génie végétal et minéral usuelles sont rappelées dans le tableau ci-dessous

**Tabl. 1 - Limites de forces tractrices relatives aux différentes techniques de génie végétal existantes**

| Matériaux / Végétaux                         | Limites de forces tractrices (N/m <sup>2</sup> ) |
|--|--|
| Sable ou gravier fin                         | 8 à 10   |
| Pelouse, longtemps soumis à débit            | 15 à 18  |
| Pelouse, sollicitée pendant peu de temps     | 20 à 30  |
| Hélophytes                                   | 30 à 40  |
| Couches de branches                          | 35 à 45  |
| Galets Ø 50 à 100 mm                         | 40 à 60  |
| Tapis anti-érosif, bionattes                 | 80 à 180   |
| Perré / Enrochements, selon taille           | 70 à 300   |
| Gabions matelas, géomats renforcés           | 180 à 300  |
| Tapis anti-érosif avec remplissage de fibres | 400 à 670  |

Calculer pour berges bief amont raby



## 5. Plans et dimensionnement

Eu égard à l'abandon du projet. Les plans et dimensionnements ne sont pas produits.

## 6. Principaux effets de l'opération

### 6.1. Composante hydraulique : éléments Girardot Ecrase et commentaire succinct pour chaque aménagement

#### 6.1.1. L'aménagement de l'ouvrage hydraulique aval (OH8)

Cet ouvrage règle la ligne d'eau de l'ensemble du bras du lavoir, à 208.02 m à l'étiage. Le déversoir est calculé de sorte à ne pas modifier les niveaux d'eau en crue, sachant que la moitié seulement des débits de crue transiteront dans ce linéaire. Cette réduction des débits de crue permet de réduire le risque d'inondation avec abaissement du niveau des crues en amont du pont de la route Vellefrey – Vellefrange.

#### 6.1.2. Réalisation d'une prise d'eau permettant d'alimenter le nouveau tracé de raccordement rive droite, associée à un déversoir de crue dans le bras rive gauche, permettant également le maintien d'un débit d'étiage dans le bras rive gauche.

Cet ouvrage définit une réhausse de la ligne d'eau de 20 cm à l'étiage

Le déversoir est calculé de sorte à ne pas modifier le niveau des crues. La répartition des débits entre nouveau tracé rive droite et bras existant rive gauche s'établit comme suit.

| Débit de la Morte             | Bras du Lavoir         | Bras droit             | Débit réservé moulin |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| 60 L/s (Qmna5)                | 40 L/s 10              | 1 L/s 40               | 20 L/s 10            |
| 200 L/s (module)              | 160 L/s                | 20 L/s                 |                      |
| 680 L/s (crue du 11/01/2023)  | 440 L/s                | 220 L/s                |                      |
| 4.48 m <sup>3</sup> /s (Q2)   | 1.70 m <sup>3</sup> /s | 2.76 m <sup>3</sup> /s |                      |
| 8.86 m <sup>3</sup> /s (Q10)  | 3.34 m <sup>3</sup> /s | 5.50 m <sup>3</sup> /s |                      |
| 12.70 m <sup>3</sup> /s (Q50) | 4.70 m <sup>3</sup> /s | 7.98 m <sup>3</sup> /s |                      |

#### 6.1.3. L'aménagement du canal de fuite du moulin Raby.

Le point de raccordement entre nouveau tracé et canal de fuite du moulin Raby et la ligne d'eau sont réhaussés de 35 cm.???

En crue le débit passant maximum sous le moulin (construction de la digue en tête du canal d'amenée reste le débit réservé.

La réhausse de la cote d'eau s'effectue par l'aval est s'établit à 207.26 m ngf

#### 6.1.4. L'aménagement de l'entrée du canal d'amenée du moulin Raby. Création d'une digue.

La cote de cet ouvrage s'établit au dessus de 210.91 m ngf qui sera le niveau des plus hautes eaux en crue après arasement du barrage. Cet ouvrage n'a pas d'influence sur la ligne d'eau à l'étiage. En crue, la digue contient les débits dans la Morthe.

#### 6.1.5. L'aménagement du barrage Raby

L'abaissement du seuil de 0.70 m définit un abaissement de la ligne d'eau de 0.7 m à l'étiage. A l'étiage, le plan d'eau à l'amont de l'ouvrage ne mesure plus que de 80 m de long contre plus de 250 m actuellement.

En crue la capacité hydraulique est maintenue.

#### 6.1.6. Entre le nouveau seuil de dérivation (Barret) et le barrage Raby (aval barrage Raby)

La ligne d'eau à l'étiage est réhaussée, jusqu'à 1.2 m localement.?

Reste une chute résiduelle de 60 cm au droit du barrage Poulnot qui sera rendue franchissable grâce à une échancrure aménagée dans l'ouvrage.

En crue la réhausse de ligne d'eau créée à la fois par l'ouvrage Barret et la mise en place de seuils de fond est compensée par un reprofilage des berges en rive gauche avec élargissement de 6 m du lit majeur. L'aménagement permet de maintenir le niveau actuel de l'eau en crue.

#### 6.1.7. Création d'un seuil d'alimentation du débit réservé du barrage Raby à l'aval du radier de la RD 474.

Cet aménagement va rehausser de 70 cm le niveau de l'eau en étiage à l'amont. Et remonte jusqu'où ?

#### 6.1.8. L'aménagement du seuil de la RD 474 au besoin.

#### 6.1.9. L'aménagement au droit de la zone de plat courant existante entre la RD 474 et l'ouvrage Amiot

La création de risbermes réduit les capacités hydrauliques de ce tronçon . Cet impact est compensé par l'élargissement de la berge en rive gauche. Les capacités hydrauliques finales restent inchangées. (sous influence du nouveau seuil de prise d'eau?)

#### 6.1.10.L'aménagement du barrage Amiot.

Non encore défini

## 6.2. Composante géomorphologique

Les aménagements proposés engendrent des effets sur la morphologie du lit de la rivière, et tout particulièrement sur son profil en long (ajustement de la pente) ainsi que son profil en travers. Ces ajustements resteront dans tous les cas maîtrisables en cas d'apparition de dysfonctionnement, moyennant un suivi régulier.

## 6.3. Conséquences sur le profil en long : le réajustement des fonds

Globalement :

Le principal impact de la suppression ou de l'abaissement d'ouvrages est l'activation d'un processus d'érosion régressive du fait du réajustement de la pente de fond. Cet ajustement pourrait correspondre à un abaissement du fond du lit sur une profondeur de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres en amont des travaux .

L'ouvrage Amiot reste en place. Aucun réajustement des fonds n'est attendu à l'amont de cet ouvrage.

Le radier du Pont de la RD 414 n'est pas modifié. L'ouvrage est renforcé par le seuil de prise d'eau créé pour le débit réservé dans le canal d'amenée du moulin Raby. Les cotes d'eau restent les mêmes.

L'abaissement du barrage Raby définit une zone potentielle d'érosion régressive. La mise en place d'un premier radier de fond 40 m à l'amont, contiendra le phénomène à l'amont proche de l'ouvrage. La pente de fond sur ce tronçon ré-aménagé sera régulière (0.55 %) stabilisée par les deux radiers de fond et le seuil de prise d'eau du canal d'amenée Raby.

## 6.4. Conséquences sur les profils en travers

Les profils en travers seront modifiés :

Dans le bras rive droite à l'aval du moulin Raby, après confluence du nouveau bras de dérivation. Réhausse de fond. Banquettes latérales, pente douce et élargissement en berge.

Remarque : sur ce tronçon, un curage localisé des dépôts issus de la STEP de Bucey-les-Gy est à envisager.

Dans la section aval barrage Raby-barrage Poulnot. Réhausse de fond. Banquettes latérales pente douce et élargissement en berge.

Dans la section d'écoulement libre à l'amont du barrage Raby. Les profils en travers sont graduellement réhaussés pour éviter l'érosion régressive et conserver une pente générale de 0.55 %.

déjà observées en rive gauche en amont de l'ouvrage. La rive droite est actuellement protégée par des pieux bois et des enrochements. La rive gauche non protégée est érodée. Un retalutage et un réensemencement des berges limitera ces phénomènes.

Les photographies de la Morthe en amont de l'ouvrage Raby prises après ouverture totale de la vanne donnent un aperçu des écoulements après travaux (sans aménagement)



*Fig. 18. Retenue du barrage Raby après ouverture des vannes*

## 6.5. Composante hydro-écologique

L'aménagement de l'ensemble des ouvrages hydrauliques permet la restauration de la continuité piscicole.

En partant de l'aval le bras rive droite devient le bras unique de circulation du poisson.

Le bras de dérivation associé à l'ouvrage de répartition permet de franchir les 2 ouvrages Poulnot. Afin de faciliter le franchissement à l'étiage, l'ouvrage Poulnot amont fait l'objet d'une entaille en V de 10 cm

Le seuil Raby est rendu franchissable par une réhausse aval, associée à un abaissement de la cote de l'ouvrage.

Le seuil de prise d'eau du canal d'amenée du Moulin Raby est rendu franchissable par une rampe. ligne d'eau sur le seuil ?

Le seuil Amiot est rendu franchissable par une succession de 3 ou 4 pré-seuils

La réalisation de seuils de fonds tout au long du profil permet de redonner une dynamique beaucoup plus lotique aux écoulements, tout en conservant, des fosses propices au maintien de truites farios adultes. Les variations de largeur du lit mouillé à l'étiage, et de faciès recréés développent une mosaïque d'habitat beaucoup plus propice aux espèces cibles de poissons et d'invertébrés.

## **6.6. Composante sociale**

Le projet est loin de faire l'unanimité. Il semble néanmoins qu'un certain nombre de propriétaires riverains prennent conscience de l'intérêt et des enjeux de cet aménagement.

Suite aux demandes déjà formulées :

### **6.6.1. SECTEUR DE VELLEFREY**

La réhausse de l'ouvrage OH8 à l'étiage permet de valoriser le lavoir de Vellefrange.

Le calcul hydraulique confirme la nécessité de conserver une surverse de crue sur l'ouvrage de répartition. Les capacités hydrauliques des ponts de Vellefrey et Vellefrange sont bien conservées.

### **6.6.2. BARRAGE RABY**

Le projet répond aux demandes formulées de maintien du canal d'amenée (passages d'eau sous le moulin), et du maintien de l'hygrométrie des sols à l'aval de la chute d'eau du moulin (réhausse à l'étiage de la cote aval).

### **6.6.3. BARRRAGE AMIOT**

La dimension sociale pour ce projet d'effacement de l'ouvrage « Amiot » représente un enjeu majeur. En effet, les différents échanges avec les riverains montrent un fort attachement à l'ouvrage, au bief amont et à la présence d'une chute d'eau.

En conséquence, le projet ne propose pour l'heure qu'un franchissement de l'ouvrage en conservant globalement sa cote actuelle et en réalisant une succession de pré-seuils aval.

La problématique de reprofilage des berges en rive gauche aval, n'a pas encore été acceptée par le propriétaire (mr Minot), propriétaire également de l'ouvrage.



## 7. Bilan

Le projet global d'aménagement présente les intérêts suivants :

Restauration de la continuité piscicole sur 5 obstacles infranchissables ;

Restauration de la qualité physique et habitationnelle de la rivière sur 1450 m (diversification des écoulements, restauration de profils d'écoulements plus lotiques par augmentation localisée des pentes et redimensionnement des profils en travers).

Amélioration visuelle des écoulements sur le bras rive gauche (650m)

Réactivation de processus morphologiques :

- à l'aval du barrage Amiot par mise en place de risbermes
- entre le seuil de prise d'eau du canal d'amenée du moulin Raby et le seuil Raby par reprise du profil en long. (augmentation de la pente) et modification des profils en travers
- à l'aval du barrage Raby par reprise du profil en long (augmentation de la pente) et modification des profils en travers
- à l'aval de l'ouvrage de dérivation Barret, par reprise du profil en long du bras naturel (augmentation de la pente) et modification des profils en travers

Accroissement de la capacité auto-épuratrice de la rivière et de l'oxygénation par

- accroissement global de la pente,
- amélioration de la mosaïque d'habitat,
- restauration d'un matelas alluvial.

Amélioration des peuplements d'invertébrés par amélioration de la mosaïque d'habitats. amélioration des peuplements piscicoles par restauration de la libre circulation, amélioration de l'habitat et mise à disposition de substrats de frai actuellement inexistant.

## 8. Entretien et suivi (visite annuelle)

Dans le but de maintenir la fonctionnalité des aménagements, le maître d'ouvrage ou les propriétaires riverains devront porter une attention particulière sur les points suivants :

Entretien et gestion des vannes en place.

Gestion des embâcles : Retrait des embâcles importants susceptibles d'apporter des désordres hydrauliques dans le village

Gestion de la ripisylve : Entretien d'une ripisylve pluri-stratifiée fonctionnelle.

La mise en place d'un suivi de l'impact des travaux sur divers compartiments (en particulier phénomènes érosifs et sédimentaires, invertébrés et poissons serait intéressante).

## 9. Re-intervention possible

Il reste pertinent de prévoir, à n+2 ou n+3 des interventions de réajustement des travaux entrepris : en effet l'ajustement (en particulier érosion régressive à l'amont de l'ouvrage Raby ou érosion progressive dans le nouveau lit créé) est susceptible d'entraîner des désordres localisés de type érosion latérale ou érosion de fond qu'il conviendra de compenser

## 10. Modalités de mise en œuvre

### 10.1. Prescriptions générales

Tous les matériaux utilisés pour la réalisation des aménagements devront être de qualité et de provenances agréées par le Maître d'Oeuvre et devront satisfaire aux normes ou, à défaut, aux spécifications.

Le titulaire du marché de travaux devra fournir au Maître d'Oeuvre, pour les matériaux amenés en fourniture, une définition des matériaux avec essais d'identification.

Les provenances devront être soumises à l'agrément du Maître d'Oeuvre en temps utile pour respecter le délai d'exécution, et au maximum à la fin de la période de préparation.

Une copie de tous les bons de livraison des matériaux sera systématiquement remise au Maître d'œuvre

**L'organisation proposée pour le déroulement des travaux est la suivante :**

#### **Etape n°1 : Travaux préliminaires**

Des travaux préliminaires seront exécutés durant la période de préparation du chantier afin de préparer la zone à aménager dans le lit mineur de la Morthe et ses berges. Bucheronnage. Préparation des accès chantier. Mise en place de la signalisation. Isolement de la zone de travail.

#### **Etape n°2 : Terrassements**

Le lit mineur de la rivière sera terrassé pour définir les emprises des banquettes pour concentrer les écoulements à l'étiage. Il sera impératif de vérifier que les matériaux d'apports (ou ceux étant le fruit de terrassement sur place) sont sains et exempts d'espèces invasives.

#### **Etape n°3 : Apports de matériaux grossiers**

Les matériaux d'apports sont acheminés sur place et positionnés sur le profil en long avec l'appui du maître d'oeuvre

#### **Etape n°4 : Mise en place et ancrage du géotextile (option)**

Le géotextile coco tissé de 740 g/m<sup>2</sup> est déroulé, recourbé afin d'emballer le massif de matériaux et ancré à l'aide d'agrafes.

#### **Etape n°5 : Végétalisation**

On effectue la mise en place des arbres et arbustes puis on procède enfin à un ensemencement des banquettes par projection hydraulique du semis (ou semis à la main). La période d'intervention proposée est l'étiage estival (juillet à Septembre) sachant que les plantations se font plus tardivement ; végétalisation à partir d'octobre, ou avant suivant les conditions météorologiques, et plantations des arbres/ boutures en mars avril.

### **10.2. Mesures servant à la rétention des fines**

Pour rappel, la retenue du barrage « Raby » est partiellement comblée par des fines qui une fois remises en suspension risquent de colmater les fonds de la Morthe en aval du barrage.

Nous proposons l'ouverture préliminaire de la vanne du barrage Raby en période de basses eaux qui va permettre d'assécher partiellement les dépôts observés en rive. Ces dépôts pourront, si nécessaire être partiellement repris à la pelle mécanique et évacués du site.

De plus, un système de filtre à paille sera mis en place à l'aval de la vanne. Les matériaux accumulés seront repris en fin d'opération.

Les matériaux fins extraient de la retenue de l'ouvrage « Raby » seront évacués vers un lieu approprié qui reste encore à définir.

Par suite l'ouverture régulière de la vanne en crue devrait permettre de finaliser le départ de fines dans des conditions de crues non préjudiciables au milieu aval

NB : Des analyses sédimentaires devront être réalisées, au préalable des travaux, sur les sédiments fins stockés dans la retenue du barrage «Rabby ». Ces analyses devront comporter à minima les éléments de comparaison pour le seuil S1 (nomenclature loi sur l'eau). Dans un souci de valorisation de ces matériaux, il serait certainement opportun de procéder à des mesures complémentaires (analyse en laboratoire en plus de celles réalisées pour le seuil S1) pour caractériser leur valeur agronomique pour un éventuel épandage.

### **10.3. Terrassements**

Les terrassements seront effectués conformément aux plans d'exécution, visés par le Maître d'œuvre. Le volume de terrassement pris en compte dans l'estimation des quantités de matériaux et qui sera métré correspond aux limites des aménagements. Les volumes de terrassements sont calculés non foisonnés.

Les terrassements seront menés dans l'enceinte du dispositif d'isolement de chantier et le matériel sera adapté. Le chantier devra être organisé de manière à ce que tous les terrassements soient effectués en période de basses-eaux, ce qui permet de limiter très fortement les départs de fines.

#### 10.4. Déblais

Les terrassements en déblai sont destinés à réaliser une réservation pour la réalisation de banquettes qui seront soit créées de toute pièce ou soit engraisées.

La prestation de déblais comprend :

L'amenée des fournitures et des moyens ;

La ré-utilisation sur site éventuelle ;

Le chargement et l'évacuation en décharge des déchets ou matériaux non propices à la réutilisation en tant que remblais.

#### 10.5. Remblais

Les terrassements en remblais seront constitués des matériaux déblayés et jugés sains pour la conception des aménagements. Ainsi, la terre végétale sera décapée et stockée avant son réemploi sur les banquettes. Il est impératif de vérifier que les matériaux soient exempts de toute espèce invasive.

La prestation de remblais comprend :

L'amenée des matériaux et des moyens ;

La mise en oeuvre de la terre végétale et des matériaux propres pour réutilisation.

#### 10.6. Géotextile (options)

Sur certaines banquettes de la Morthe, il sera procédé à la fixation d'un géofilet coco biodégradable (géotextile tissé de cordelettes en fibres de coco), d'une masse surfacique de 740 g/m<sup>2</sup>. Cette couverture est destinée à la retenue des terres contre les ravinements causés par les crues ou fortes pluies.

Les nappes (ou lés) sont placées en bandes successives parallèles au sens d'écoulement du cours d'eau, en commençant par le pied de berge. Le recouvrement des lés se fait de haut en bas et dans le sens du courant. Les recouvrements seront d'au moins 20 cm latéralement et 40 cm longitudinalement.

Le géotextile est fixé à raison d'au moins deux agrafes (ou cavaliers) par m<sup>2</sup>. Le rouleau supérieur (sommet de banquette) sera plaqué sur la berge et maintenu par une rangée d'agrafes. Le rouleau inférieur (pied de banquette) sera plaqué en bas de banquette et maintenu par une rangée d'agrafes, voire localement plaqué en recul immédiat des blocs d'enrochements.

## 10.7. Végétalisation

La végétalisation du site sera effectuée à la suite des travaux de terrassement. Les plantations se feront sous la forme de bosquet disséminé le long du lit mineur.

## 10.8. Arbres et arbustes

Les végétaux auront été élevés en pleine terre. Ils ne montreront aucun signe de dessèchement ou de lésion.

Leurs racines doivent former un système suffisamment bien divisé, extrait sans blessures et proportionné à la couronne. Elles devront présenter un chevelu suffisant à la réception des plantes et avant la plantation.

Les tailles de formation en pépinière devront avoir respecté le développement et le port naturel des arbustes. Les végétaux seront tous en racines nues.

Les arbustes à racines nues feront 80 à 100 cm de hauteur et devront posséder un système de ramification conforme à l'espèce pour la hauteur en question (5 à 7 branches). Ce poste comprend la fourniture et la mise en oeuvre des plants, y compris leur préparation (pralinage des racines, ..) et les équipements adaptés (tuteurs, protection anti-nuisibles).

Les arbres tiges en motte feront 250 cm à 300 cm de hauteur et devront posséder un système de ramification conforme à l'espèce pour la hauteur en question (tronc formé avec couronne / tronc de 8-10cm de circonférence à 1m de hauteur). Ils seront branchus sur toute la hauteur. Ce poste comprend la fourniture et la mise en oeuvre des plants, y compris leur préparation et les équipements adaptés (tuteurs notamment).

Ces plants d'arbres seront composés, à part égal, de saules arborescents (Saule Blanc) et d'aulnes (*Alnus glutinosa*). Notons également la possibilité de diversifier le peuplement par la plantation d'érables :

Erable champêtre (*Acer campestre*),  
Erable sycomore (*Acer pseudoplatanus*).

## 10.9. Boutures de saules

Le prélèvement de branches de saules se fera impérativement durant la période de repos de la végétation, c'est-à-dire entre fin septembre et fin mars, et de manière à ce que leur mise en place puisse s'effectuer rapidement (2 à 3 jours) après le prélèvement.

L'utilisation de matériaux morts ou malades non susceptibles d'une reprise saine est absolument proscrite. Plusieurs espèces de saules devront être présentes, ceci de manière à éviter les formations mono-spécifiques.

Les branches de saules auront une longueur = 80 cm et un diamètre de 2 à 4 cm.

Il est précisé que les longueurs de matériaux définies ci-dessus sont des longueurs minimales d'aménagements finis.

La mise en jauge éventuelle ou le stockage dans l'eau doit être prévu par l'Entrepreneur et compté dans ses prix unitaires.

Elles sont ancrées dans la berge sur moitié de leur longueur.

## 10.10. Remise en état du site

Les surfaces remaniées seront enherbées par un mélange grainier offrant une diversification du milieu et une stabilité plus importante

Pour de bons résultats, les principes suivants seront à respecter dans le choix des mélanges grainiers :

Ne pas appliquer un mélange composé à 100 % de graminées : l'introduction de 5 à 10% de légumineuses (*Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Trifolium repens*, etc...) renforce les capacités de protection par une meilleure couverture du sol et par un pouvoir stabilisateur général plus performant. Elaborer des mélanges grainiers composés d'une assez grande diversité d'espèces (minimum 10 – 15).

Les périodes favorables à l'ensemencement sont l'automne et le printemps.

Les espèces suivantes pourront être utilisées :

- *Agrostis stolonifera* (Agrostide stolonifère),
- *Deschampsia caespitosa* (Canche gazonnante),.
- *Festuca arundinacea* (Fétuque faux roseau),.
- *Festuca rubra* (Fétuque rouge),.
- *Phleum pratense* (Fléole des prés),.
- *Lotus corniculatus* (Lotier corniculé),.
- *Medicago lupulina* (Luzerne lupuline),.
- *Trifolium repens* (Trèfle blanc), etc...

Un complément de semis éventuel devra être réalisé, durant la première année de façon à garantir la constitution d'un tapis végétal durable et homogène.

Il est important que les espèces d'origine exotique, telles que la Balsamine géante (*Impatiens glandulifera*) ou la Renouée du Japon (*Fallopia japonica*), colonisent rapidement le milieu en empêchant le développement d'espèces indigènes. Une attention particulière devra être portée sur ces espèces afin de limiter leur introduction lors des opérations de terrassement et de remblai par des matériaux d'apport.



## 11. Volet réglementaire et financier

### 11.1. Volet réglementaire

Les procédures réglementaires identifiées sont les suivantes :

#### **Loi sur l'Eau (Articles L.210-1 et suivants et Articles R.214-1 à R.214-32 du Code de l'Environnement)**

Vis-à-vis de la Loi sur l'Eau, le projet est soumis à une procédure d'Autorisation au titre des rubriques de la nomenclature suivantes :

Rubrique 3.1.2.0. : Le projet prévoit la modification du profil en long de la Morthe, par arasement du seuil du moulin Raby et création de radier de fonds correspondant à un linéaire supérieur à 100 m. Régime d'Autorisation.

Rubrique 3.1.5.0. : Les interventions en lit mineur se situent en lieu et place d'un cours d'eau classé en liste 1 d'après l'arrêté préfectoral n° DDT-SER N° 746 DU 28 Décembre 2012 portant inventaire des Frayères en Haute Saône en vue de l'application de l'article L. 432-1-1 du Code de l'Environnement. Régime d'Autorisation.

**Au niveau Natura 2000**, une notice d'incidence devra être réalisée afin d'exposer le projet et de définir les éventuels impacts de l'aménagement sur ce site.

#### **Déclaration d'Intérêt Général (Articles L. 214- 7 et Articles R. 214-88 à R 214-104 du Code de l'Environnement) :**

Les travaux projetés ainsi que les accès en phase chantier seront engagés sur des parcelles privées (foncier). Ainsi, une DIG est nécessaire.

Le site d'étude ne se situe dans aucun périmètre de protection particulière (milieux naturels, monuments historiques, ....). Ainsi, aucune autre démarche particulière n'est nécessaire à l'exception peut être d'une demande de dérogation de destruction d'espèce protégée en lien avec les impacts directs mais limités liés aux travaux de terrassement et de la coupe de certains arbres.

Un échange avec la DREAL permettra d'évaluer la nécessité (ou non) de :

- Faire une demande de dérogation de destruction d'espèces protégées, tout en sachant que nous ne disposons pas d'inventaire faune/flore/habitat précis sur le site ;
- Réaliser une étude d'impact pour ce projet.

Pour cela, une demande de cadrage préalable au titre des articles L.122-1-2 et R.122-4 du code de l'environnement devra être faite auprès de la DREAL.

## 11.2. Estimation financière

L'estimation financière de l'opération n'a pas été réalisée en raison de l'arrêt du projet.

## 12. Organisation générale du projet

### 12.1. Consignes générales

Les consignes habituelles relatives aux travaux en rivière s'appliquent dans le cadre de l'opération.

Ainsi, une attention particulière sera demandée vis-à-vis :

De la période d'intervention : Etant des travaux en rivière, la période d'étiage (juillet à .octobre) sera à privilégier ;

Du respect de la philosophie du projet et des objectifs fixés ;

Du respect des normes en vigueur, au respect des consignes en matière de qualité et d'environnement (PAQ et PAE) ;

Du risque d'introduction d'espèces envahissantes ;

Du respect des délais ...

### 12.2. Accès aux zones de chantier

En raison de l'opposition générale aux travaux, ces éléments ne peuvent être précisés. L'accès préférentiel aux différents éléments du chantier se localise cependant en rive gauche.

L'idée reste de travailler en période d'étiage et de détourner le cours d'eau alternativement en rive droite ou gauche en fonction de l'avancée des travaux.

Commençant par l'amont de la RD474, un busage temporaire de la Morthe sera réalisé. Le travail sera réalisé depuis la rive gauche et/ou par un accès dans le lit mineur.

Pour l'ouvrage Raby, la réalisation de la digue isolant le canal d'amenée, le reprofilage du bief, et la création du seuil de prise d'eau, une « rampe d'accès » sera créée dans le lit de la Morthe avec un busage temporaire de la rivière..

Pour les travaux entre l'ouvrage Raby et l'ouvrage Barret, le débit pourra être détourné par les canaux d'amenée et de fuite du moulin Raby.

Le tracé de raccordement entre l'ouvrage Barret et le canal de fuite sera travaillée hors d'eau. L'accès ne peut actuellement être précisé.

Pour les travaux à l'aval du canal de fuite du moulin Raby, le débit sera détourné en rive gauche (bras du lavoir. Seul un débit réservé passera sous le moulin et sera temporairement busé sur la section aval.

Pour l'ouvrage de dérivation Barret, les travaux seront réalisés après création du bras rive droite (tracé de raccordement). Seul un débit réservé sera maintenu dans le bras du lavoir, par pompage et busage du ruisseau à l'amont.

### 12.3. Modalités d'exécution

La phase chantier débutera par une première étape de préparation des travaux qui comprendra la création des accès, la délimitation des emprises et la validation du mode opératoire.

Les travaux s'établiront de l'amont vers l'aval afin de limiter l'impact de l'apport de fines sur les zones récemment réhabilitées.

Travail général de bucheronnage sur les berges

Aménagement de l'Ouvrage Amiot

Travail sur le remodelage du lit moyen et du lit mineur à l'aval de l'ouvrage Amiot

Abaissement du seuil Raby

Création du seuil de répartition (débit réservé du canal d'amenée au Moulin Raby).

Reprise du profil en long dans l'actuel Bief du barrage Raby

Réalisation de la digue de fermeture du Bief Raby

Travail sur le remodelage du lit moyen et du lit mineur à l'aval de l'ouvrage Raby (rive gauche)

Réalisation d'une encoche dans le seuil Poulnot amont.

Réalisation du tracé de raccordement

Travail sur le remodelage du lit moyen et du lit mineur à l'aval de Moulin Raby (rive droite)

Réhausse et aménagement de l'ouvrage OH8.

Réalisation du seuil de répartition Barret et mise en eau du système.

Remise en état progressive des zones de travaux.

### 12.4. planning de réalisation

Le planning prévisionnel des travaux est le suivant :

Travaux préparatoires de bucheronnage et d'accès : 3 semaines ;

Aménagement de l'Ouvrage Amiot : 6 semaines

Travail sur le remodelage du lit moyen et du lit mineur à l'aval de l'ouvrage Amiot (2 semaines)

Abaissement du seuil Raby (6 semaines)

Création du seuil de répartition (débit réservé du canal d'amenée au Moulin Raby). 1 semaine

Reprise du profil en long dans l'actuel Bief du barrage Raby 2 semaines

Réalisation de la digue de fermeture du Bief Raby 3 semaines

Travail sur le remodelage du lit moyen et du lit mineur à l'aval de l'ouvrage Raby (rive gauche) 2 semaines

Réalisation d'une encoche dans le seuil Poulnot amont. (0.5 semaines)

Réalisation du tracé de raccordement (0.5 semaine)

Travail sur le remodelage du lit moyen et du lit mineur à l'aval de Moulin Raby (rive droite) 2 semaines

Réhausse et aménagement de l'ouvrage OH8. 1 semaine (selon état des bajoyers).

Réalisation du seuil de répartition Barret et mise en eau du système. (0.5 semaines)

Plantations : 6 semaine ;

Remise en état du site : 6 semaine .

Soit une durée de la phase chantier estimée à 30 semaines.

Au préalable, une période de préparation de travaux d'un mois est à prévoir.

La (les) période estivale devra être privilégiée afin d'éviter autant que possible l'apparition de gros coup d'eau.

Les travaux seront donc confiés à une entreprise référencée pour les travaux en rivière disposant de moyens conséquent, ou répartis sur plusieurs années.

## 12.5. **suivi**

Un suivi post-travail devra être mis en oeuvre

L'objectif sera de suivre l'évolution morphologique du lit au droit des travaux et en amont, de façon à évaluer le gain pour l'hydrosystème et anticiper l'apparition de dysfonctionnements (incision excessive,...). Ce suivi permettra également d'acquérir un retour d'expérience précieux, encore rare pour ce type d'opération.

Il ciblera plus particulièrement la composante physique (suivi visuel par un passage sur site tous les 6 mois, et après chaque crue significative) et biologique (IBGN et pêches d'inventaires n+3, n+5)

## . ANNEXES

**Tabl. 1 - Limites de forces tractrices relatives aux différentes techniques de génie végétal existantes**

| Matériaux / Végétaux                         | Limites de forces tractrices (N/m <sup>2</sup> ) |
|--|--|
| Sable ou gravier fin                         | 8 à 10   |
| Pelouse, longtemps soumis à débit            | 15 à 18  |
| Pelouse, sollicitée pendant peu de temps     | 20 à 30  |
| Hélophytes                                   | 30 à 40  |
| Couches de branches                          | 35 à 45  |
| Galets Ø 50 à 100 mm                         | 40 à 60  |
| Tapis anti-érosif, bionattes                 | 80 à 180   |
| Perré / Enrochements, selon taille           | 70 à 300   |
| Gabions matelas, géomats renforcés           | 180 à 300  |
| Tapis anti-érosif avec remplissage de fibres | 400 à 670  |

Au niveau de la berge faisant l'objet de l'analyse, les forces tractrices exercées par les écoulements sont de l'ordre de 80 à 110 N/m<sup>2</sup> pour une largeur du cours d'eau comprise entre 10 et 15 m. Les contraintes appliquées aux aménagements seront donc fortes. Par conséquent, la jonction entre la Morthe et le bief se fera par l'intermédiaire d'une protection de berges en enrochements (au niveau du pied de berge).

**Tabl. 2 - Calcul des forces tractrices en amont de l'ouvrage Raby après travaux**

| SECTION TRAPEZOIDALE RABY |                    |   |   |        |       |                      |
|---------------------------|--------------------|---|---|--------|-------|----------------------|
| Largeur (m)               | Hauteur berges (m) | H | V | Rh (m) | i     | Force tractrice (Pa) |
| 10                        | 1.75               | 1 | 1 | 1.38   | 0.007 | 94.5                 |
| 11                        | 1.75               | 1 | 1 | 1.40   | 0.007 | 96.1                 |
| 12                        | 1.75               | 1 | 1 | 1.42   | 0.007 | 97.5                 |
| 13                        | 1.75               | 1 | 1 | 1.44   | 0.007 | 98.8                 |
| 14                        | 1.75               | 1 | 1 | 1.45   | 0.007 | 99.9                 |

**Terrassement :**

La stabilité de l'ouvrage nécessitera un retalutage de la berge, respectant un fruit de 2H/1V.

Egalement, une fouille sera réalisée en pied de berge, en réservation du sabot et de la carapace en enrochements, avec une épaisseur de 0.6 m pour le sabot en enrochements sur une distance de 1 m en partant du pied de la berge.

La prestation de talutage comprendra :

- L'amenée des fournitures et des moyens ;
- Le talutage de la berge selon les pentes décrites sur les plans ;
- Le chargement et l'évacuation en décharge d'éventuels déchets ou matériaux non propices à la réutilisation en tant que remblais.

