SOMIVAL

PARTENAIRE DES TERRITOIRES

Hydraulique

Etude de définition des projets de restauration de la continuité écologique au droit des ouvrages de Coeuillon, Fleury et Panneçot

Rapport de Phase 1 :

Approfondissement des scénarios

ETABLISSEMENT PUBLIC LOIRE
2 Quai du Fort Alleaume CS 55708
45 057 ORLEANS

Août 2016/ version 3

SOMIVAL
PARTENAIRE DES TERRITOIRES

Site de Clermont-Ferrand 23, rue Jean Claret 63 000 CLERMONT-FERRAND – 04 73 34 75 00

Sommaire

1- Contexte et objectifs de l'étude 5

1.1 Contexte 5
1.2 Objectifs de l'étude 7

2- Caractéristiques techniques des ouvrages 8

2.1 Barrage de Coeuillon 8
2.2 Barrage de Fleury 10
2.3 Barrage de Panneçot 11

3- Rappel des espèces cibles 13

3.1 L'anguille 13
3.2 les espèces holobiotiques 13
3.3 Période de migration et hydrologie 14

4- Choix des scénarios d'aménagement 15

4.1 Scénarios étudiés par ouvrage 15
4.2 Hypothèses de dimensionnement 15
4.2.1 Principe de dimensionnement des passes à bassins 15
4.2.2 Principe de dimensionnement des rivières de contournement 16
4.2.3 Gestion du débit réservé 17

5- Scénarios Barrage de Coeuillon 18

5.1 Débits caractéristiques au droit du barrage et lignes d'eau 18
5.2 Scénario 1 : Passe naturelle en rive gauche 20
5.2.1 Description du scénario 20
5.3 Scénario 2 : Passe à bassins en rive droite 24
5.3.1 Description du scénario 24
5.3.2 Evaluation des incidences 31
5.3.3 Modalités de réalisation des travaux 31
5.3.4 Entretien du dispositif 32
5.3.5 Investigations complémentaires 32
5.3.6 Aspects réglementaires 32
5.3.7 Estimation financière 33

6- Scénarios Barrage de Fleury 35

6.1 Débits caractéristiques au droit du barrage et lignes d'eau 35
6.2 Scénario 1 : Rampe en aval du radier et gestion de l'ouvrage 37
6.2.1 Description du scénario 37
6.2.2 Evaluation des incidences 40
6.2.3 Modalités de réalisation des travaux 40
6.2.4 Entretien du dispositif 41
6.2.5 Investigations complémentaires 41
6.2.6 Aspects réglementaires 41
6.2.7 Estimation financière 42
6.3 Scénario 2 : Création d'une échancrure et gestion de l'ouvrage 43
6.3.1 Description du scénario 43
6.3.2 Evaluation des incidences 44
6.3.3 Modalités de réalisation des travaux 44
6.3.4 Entretien du dispositif 45
6.3.5 Investigations complémentaires 46
6.3.6 Aspects réglementaires 46
6.3.7 Estimation financière 46
6.4 Scénario 3 : Mise en place d'un aménagement rustique en enrochements et gestion de l'ouvrage 48
6.4.1 Description du scénario 48
6.4.2 Evaluation des incidences 50
6.4.3 Modalités de réalisation des travaux 50
6.4.4 Entretien du dispositif 51
6.4.5 Investigations complémentaires 51

6.4.6 *Aspects réglementaires* 51
6.4.7 *Estimation financière* 52

7- Scénarios Barrage de Pannecot 53

7.1 Débits caractéristiques au droit du barrage et lignes d'eau 53
7.2 Scénario 1 : Rivière de contournement en rive droite 55
7.2.1 *Description du scénario* 55
7.3 Scénario 2 : Passe a bassin en rive gauche 59
7.3.1 *Description du scénario* 59
7.3.2 *Evaluation des incidences* 66
7.3.3 *Modalités de réalisation des travaux* 66
7.3.4 *Entretien du dispositif* 67
7.3.5 *Investigations complémentaires* 67
7.3.6 *Aspects réglementaires* 67
7.3.7 *Estimation financière* 68
7.4 Transit sédimentaire 69
7.4.1 *Rappel des éléments d'état des lieux* 69
7.4.2 *Préconisations d'aménagement* 72

Table des figures

Figure 1 : Localisation du Barrage de Coeuillon, commune de Châtillon-en-Bazois. 5
Figure 2 : Localisation du Barrage de Fleury, commune de Biches 6
Figure 3 : Localisation du Barrage de Panneçot, commune de Limanton. 6
Figure 4 : Profils en long et en travers du déversoir rive gauche – Barrage de Coeuillon 8
Figure 5 : Profils en long et en travers de la vanne levante en rive droite- Barrage de Coeuillon 9
Figure 6 : Profils en long et en travers du barrage de Fleury 11
Figure 7 : Profils en long et en travers du barrage de Panneçot 11
Figure 8 : Débits mensuels moyens et période de migration des espèces cibles 14
Figure 9 : Localisation de l'ouvrage à créer sur photo aérienne 20
Figure 10 : Implantation en plan de la rivière de contournement rive – Barrage de Coeuillon – Scénario 121
Figure 11 : Localisation de l'ouvrage à créer sur photo aérienne 24
Figure 12 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales au QMNA5 – Barrage de Coeuillon- Scénario 2 26
Figure 13 : Implantation de la passe à bassins à fentes verticales - Barrage de Coeuillon -Scénario 2 30
Figure 14 : Implantation de la passe à macrorugosités – Barrage de Fleury – Scénario 1 37
Figure 15 : Implantation en plan de l'échancrure – Barrage de Fleury – Scénario 2 43
Figure 16 : Implantation de l'aménagement rustique en enrochements – Barrage de Fleury – Scénario 348
Figure 17 : Coupe schématique de l'aménagement en enrochements – Barrage de Fleury – Scénario 349
Figure 18 : Localisation de l'ouvrage à créer sur photo aérienne 55
Figure 19 : Implantation en plan de la rivière de contournement rive droite – Barrage de Panneçot – Scénario 1 56
Figure 20 : Localisation de l'ouvrage à créer sur photo aérienne 59
Figure 21 : Fonctionnement de la passe à bassins à fentes verticales au QMNA5 niveau du barrage de Panneçot- Scénario 2 61
Figure 22 : Implantation de la passe à bassins à fentes verticales - Barrage de Panneçot- Scénario 2 65

Table des tableaux

Tableau 1 : Critères de dimensionnement des passes à bassins à fentes verticales 15
Tableau 2 : Franchissabilité des enrochements régulièrement répartis 16
Tableau 3 : Débits caractéristiques au droit de l'ouvrage de Coeuillon déterminé dans l'étude Hydratec18
Tableau 4 : Débits caractéristiques au droit de l'ouvrage de Coeuillon retenus 18
Tableau 5 : Lignes d'eau au droit de l'ouvrage de Coeuillon 18
Tableau 6 : Plage de fonctionnement de la rivière de contournement 22
Tableau 7 : Fonctionnement de la rivière de contournement selon différentes lignes d'eau en amont – Barrage de Coeuillon – Scénario 1 23
Tableau 8 : Répartition des débits au niveau du barrage de Coeuillon - Scénario 2 25
Tableau 9 : Caractéristiques de la passe à bassins à fentes verticales – Barrage de Coeuillon – Scénario 2 26
Tableau 10 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales au QMNA5 – Barrage de Coeuillon- Scénario 2 27

Tableau 11 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales au module – Barrage de Coeuillon-Scénario 2 28
Tableau 12 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales à 2x module – Barrage de Coeuillon-Scénario 2 29
Tableau 13 : Débit caractéristiques au droit de l'ouvrage de Fleury déterminé dans l'étude Hydratec 35
Tableau 14 : Débits caractéristiques au droit de l'ouvrage de Fleury retenus 35
Tableau 15 : Lignes d'eau au droit de l'ouvrage de Fleury 35
Tableau 16 : Plage de fonctionnement de la rivière de contournement rive droite – Barrage de Fleury – Scénario 1 38
Tableau 17 : Fonctionnement de la rivière de contournement selon différentes lignes d'eau en amont – Barrage de Fleury – Scénario 1 39
Tableau 18 : Débits dans l'échancrure- Barrage de Fleury – Scénario 2 44
Tableau 19 : Répartition des débits au niveau du barrage de Fleury -Scénario 2 44
Tableau 20 : Débit caractéristiques au droit de l'ouvrage de Panneçot déterminé dans l'étude Hydratec 53
Tableau 21 : Débits caractéristiques au droit de l'ouvrage de Panneçot retenus 53
Tableau 22 : Lignes d'eau au droit de l'ouvrage de Panneçot 53
Tableau 23 : Plage de fonctionnement de la rivière de contournement rive droite – Barrage de Panneçot – Scénario 1 57
Tableau 24 : Fonctionnement de la rivière de contournement selon différentes lignes d'eau en amont – Barrage de Panneçot – Scénario 1 58
Tableau 25 : Répartition des débits au niveau du barrage de Panneçot - Scénario 2 60
Tableau 26 : Caractéristiques de la passe à bassins à fentes verticales au niveau du barrage de Panneçot- Scénario 2 61
Tableau 27 : Fonctionnement de la passe à bassins à fentes verticales au QMNA5 niveau du barrage de Panneçot- Scénario 2 62
Tableau 28 : Fonctionnement de la passe à bassins à fentes verticales au module au niveau du barrage de Panneçot- Scénario 2 63
Tableau 29 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales à deux fois le module au niveau du barrage de Panneçot- Scénario 2 64

1-CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

1.1 CONTEXTE

La Région Bourgogne est une région comportant de nombreux ouvrages faisant obstacle à la continuité écologique. La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) fixe un objectif de bon état écologique des eaux de surface pour 2015. Une liste d'ouvrages prioritaires au titre du Grenelle de l'environnement a été établie en 2010 par le comité de bassin Loire-Bretagne, dont font partie les ouvrages de Panneçot, Fleury et Coeuillon, objets de la présente étude. La particularité de ce site est la présence du canal du Nivernais, alimenté en partie par l'Aron et ces ouvrages.

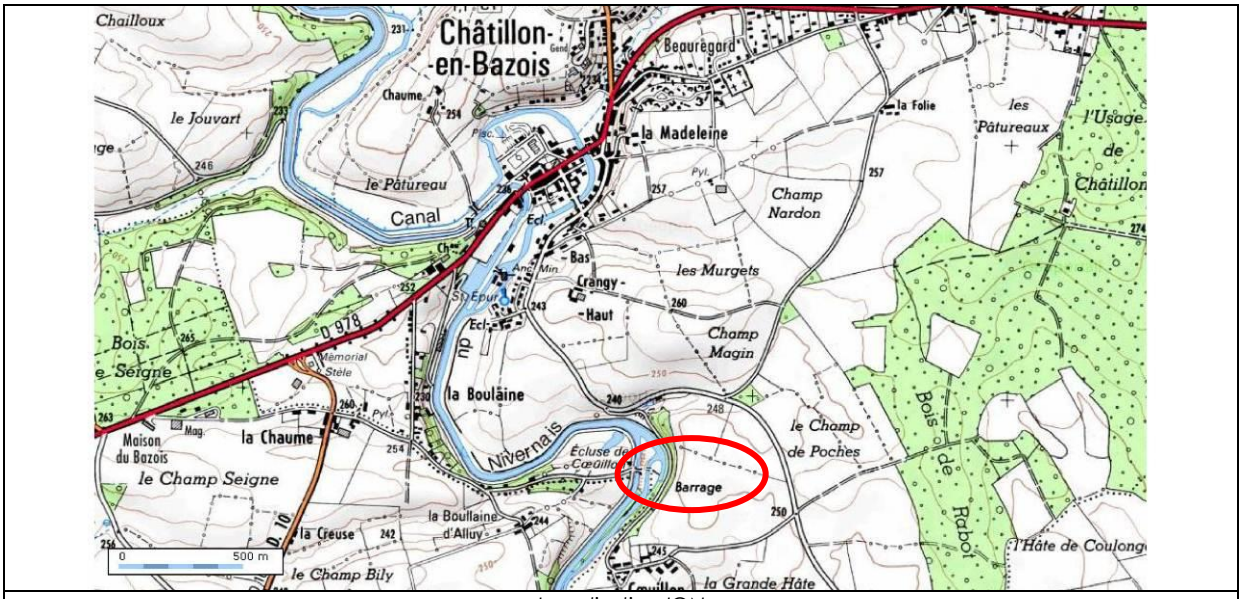
Sollicité par le Conseil Départemental, concessionnaire de ces ouvrages, l'Etablissement public Loire a lancé en 2013 une **étude diagnostic préalable à la restauration de la continuité écologique au droit de ces ouvrages qui a été réalisée par SOMIVAL.**

Cette étude a permis de mettre en évidence des solutions pour chaque ouvrage mais n'a pas pu aboutir à la définition du Projet compte tenu notamment de l'absence de données topographiques.

Ainsi, le Conseil Départemental de la Nièvre a sollicité l'Etablissement public Loire pour donner suite à cette première étude en affinant les pistes de restauration de la continuité écologique de ces 3 ouvrages et proposer des projets d'aménagement.

Le secteur étudié comprend les communes du Limanton, de Biches et Chatillon-en-Bazois.

Figure 1 : Localisation du Barrage de Coeuillon, commune de Châtillon-en-Bazois.

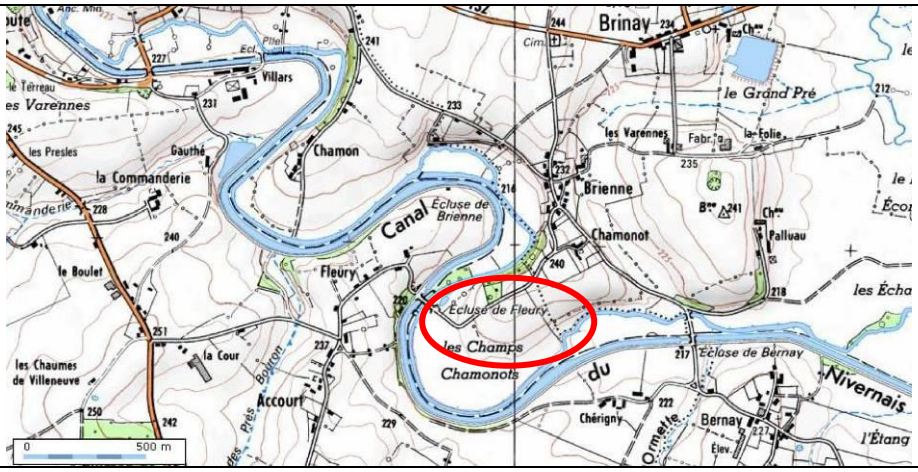


Localisation IGN

Passe en rive droite

Déversoir en rive gauche

Figure 2 : Localisation du Barrage de Fleury, commune de Biches

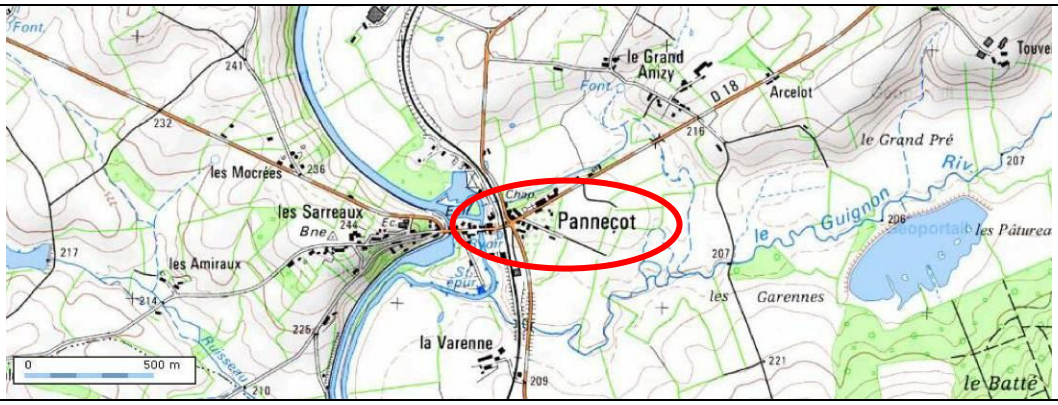


Localisation IGN

Vue aval du barrage à aiguille

Pont en amont du barrage

Figure 3 : Localisation du Barrage de Panneçot, commune de Limanton.



Localisation IGN

Vue du déversoir rive gauche

Ecluse

1.2 OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'étude a pour objectifs :

- de compléter et affiner les pistes de restauration de la continuité écologique actées dans l'étude de 2013 (stade esquisse) ;
- d'élaborer les projets d'aménagements.

La mission comprend pour l'ensemble des 3 ouvrages :

- l'étude détaillée des scénarii pressentis établis dans le cadre de l'étude/diagnostic de 2013,
- La réalisation du projet définitif d'aménagement,
- La rédaction des pièces administratives permettant d'obtenir les autorisations de la part de l'administration.

Ce document constitue le rapport de Phase 1 faisant présentant les scénarios envisagés détaillés.

2- CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES OUVRAGES

Dans le cadre de cette étude, il est nécessaire de connaître les dimensions et caractéristiques de chaque ouvrage et de disposer de données topographiques suffisantes au droit des aménagements.

Des levés topographiques ont donc été réalisés par le cabinet de géomètres Technique Topo le 01-07-2015 (site de Coeuillon), le 30-06-2015 (site de Fleury) et le 02-07-2015 (site de Panneçot).

Ces levés comprenaient les éléments suivants pour chacun des sites :

- Site de Coeuillon : barrage (génie civil, fils d'eau amont et aval), canal du Nivernais, environnement immédiat de l'ouvrage : berges, îles (50m en amont et 50m en aval de l'ouvrage), levé de la berge rive gauche en aval du déversoir.
- Site de Fleury : Levé complet du barrage (génie civil, fils d'eau amont et aval), environnement immédiat de l'ouvrage, levé du lit mineur à l'aval pour contenir l'emprise de cet ouvrage.
- Site de Panneçot : Levé complet du barrage (génie civil, fils d'eau amont et aval), canal du Nivernais, environnement immédiat de l'ouvrage : berges, îles (50m en amont et 50m en aval de l'ouvrage), levé des berges en rive droite.

D'autre part, dans le cadre de l'opération de curage de la retenue du barrage de Panneçot, des levés topographiques et bathymétriques ont été réalisés par le Cabinet Géomexpert en juin 2015 pour le Conseil Départemental 58. Ceux-ci ont été intégrés aux levés réalisés par le Cabinet Technique Topo.

Sur la base de ces levés, SOMIVAL a complété le descriptif des caractéristiques des ouvrages figurant dans la rapport de Phase 1 et 2 de l'**étude diagnostic préalable à la restauration de la continuité écologique au droit de ces ouvrages qui a été réalisée par SOMIVAL en février 2013.**

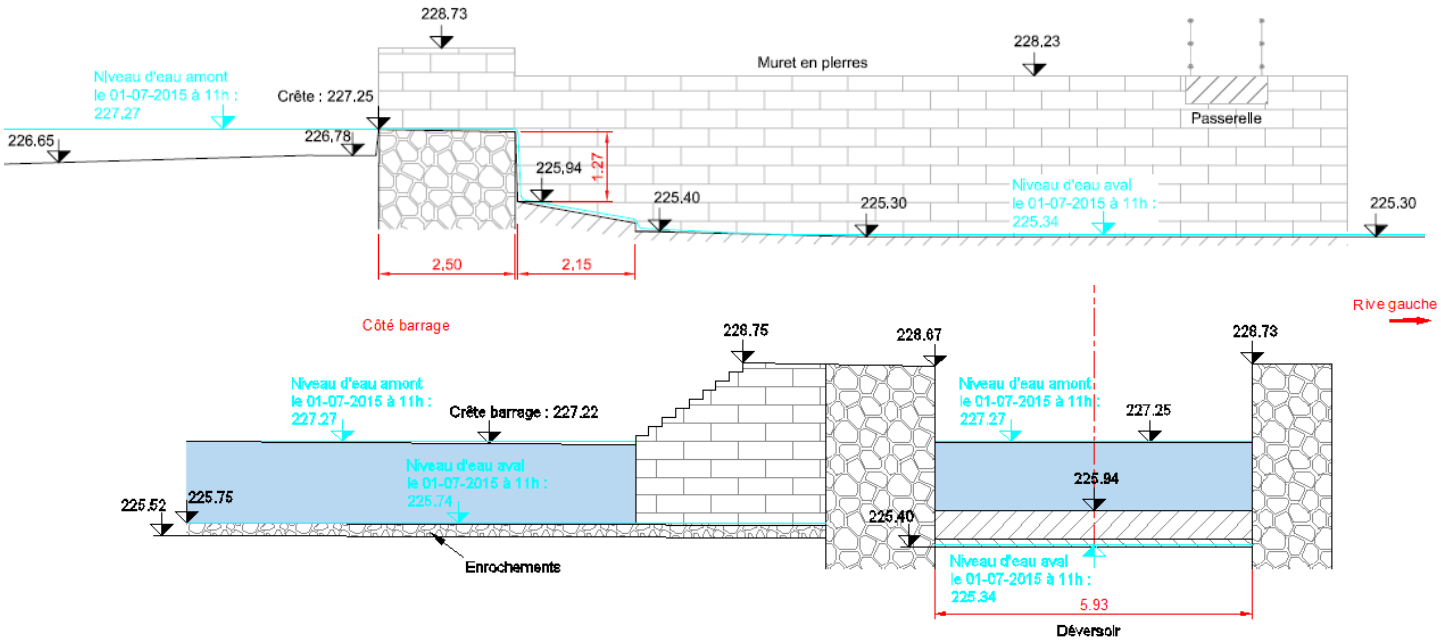
2.1 BARRAGE DE COEUILLON

Le barrage est composé de :

- <u>un déversoir en rive gauche surmonté d'une passerelle métallique,</u>

Longueur : 5.93 m
Largeur : 4.65 m divisé en deux parties (radier amont : 2.50 m calé à la cote 227.25 m, radier aval incliné de 2.15 m)
Hauteur : 1.85 m (dont 1.27 m entre le radier amont et aval)

Figure 4 : Profils en long et en travers du déversoir rive gauche – Barrage de Coeuillon



Source : SOMIVAL

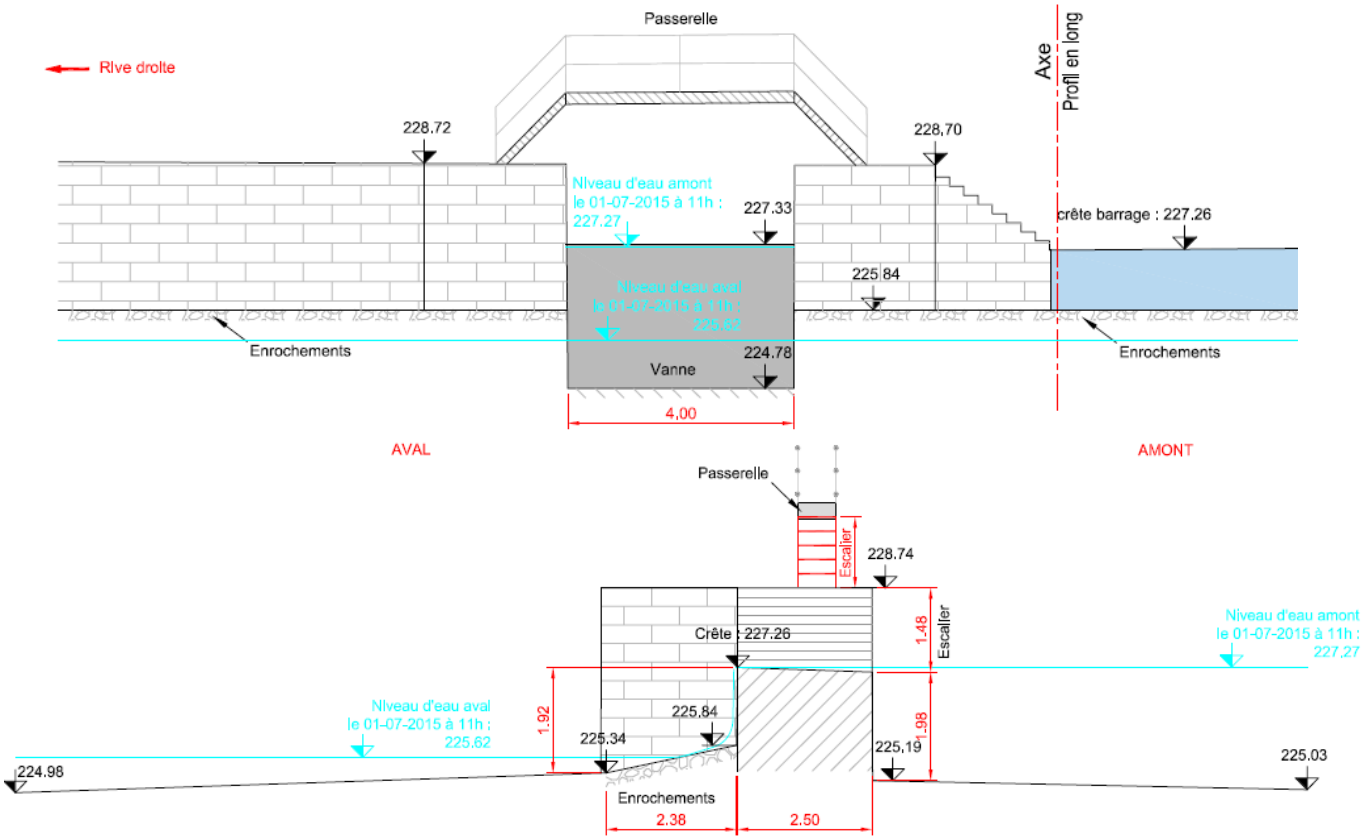
- <u>un déversoir central sur lequel est fixée une passerelle en bois,</u>

Longueur : 54,5 m
Largeur : 2,5 m
Hauteur : 1.96 m (Cote : 227,26 m NGF)
Pente des parements amont-aval : verticaux
Enrochements sur 2.4 m environ en pied

- <u>une passe avec vanne levante en rive droite (ancien pertuis).</u>

Longueur : 4 m
Hauteur : 2.55 m (Cote vanne fermée : 227.33)

Figure 5 : Profils en long et en travers de la vanne levante en rive droite- Barrage de Coeuillon



Source : SOMIVAL

Le niveau de la retenue normale au barrage de Coeuillon est fixé à la cote 227.25 m NGF.

A noter qu'il existe en aval du barrage, côté rive, droite un seuil enrochements barrant le cours d'eau.

<u>**Déversoir rive gauche du barrage de Coeuillon**</u>	<u>**Déversoir central du barrage de Coeuillon**</u>
Source : SOMIVAL – 06-09-2012	*Source : SOMIVAL – 06-09-2012*

Passe avec vanne levante du barrage de Coeuillon	Seuil en enrochements du barrage de Coeuillon
Source : SOMIVAL – 06-09-2012	Source : SOMIVAL – 06-09-2012

2.2 BARRAGE DE FLEURY

Le barrage est constitué par :

- un déversoir semi-circulaire contournant le barrage à aiguilles en rive gauche

Rayon : 8 m
Cote amont 215.66 m NGF, cote aval : 215.46 m NGF

- un barrage à aiguilles barrant le cours d'eau

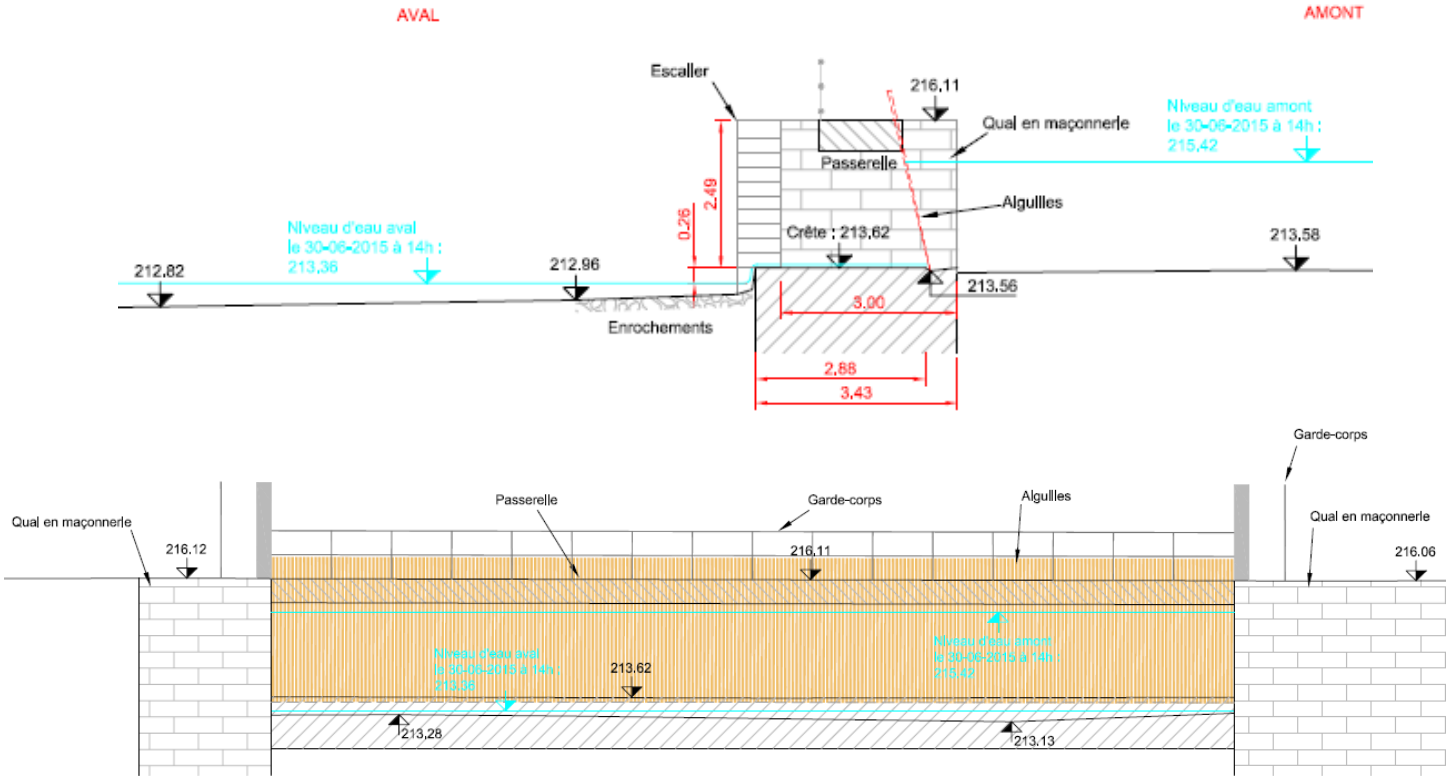
Hauteur barrage avec aiguilles en place : 2.90 m calé à la cote 216.40 m NGF
Hauteur barrage sans aiguilles (radier) : environ 30 cm calé à la cote 213.62 m NGF
Largeur : 20 m

- deux vannes dans la galerie d'alimentation côté canal (rive droite).

Le niveau de la retenue normale au barrage de Fleury est fixé à la cote 215,50 m NGF.

Barrage à aiguilles et radier aval de Fleury	Déversoir semi- circulaire rive gauche du barrage de Fleury
Source : SOMIVAL – 06-09-2012	Source : SOMIVAL – 06-09-2012

Figure 6 : Profils en long et en travers du barrage de Fleury



Source : SOMIVAL

2.3 BARRAGE DE PANNEÇOT

L'ouvrage est constitué de :

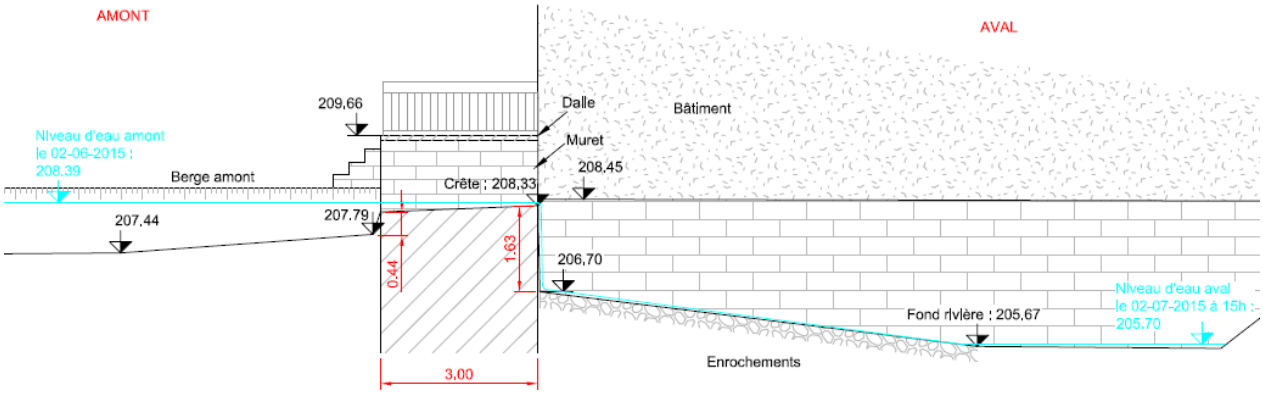
- <u>1 déversoir en rive droite à seuil fixe</u>

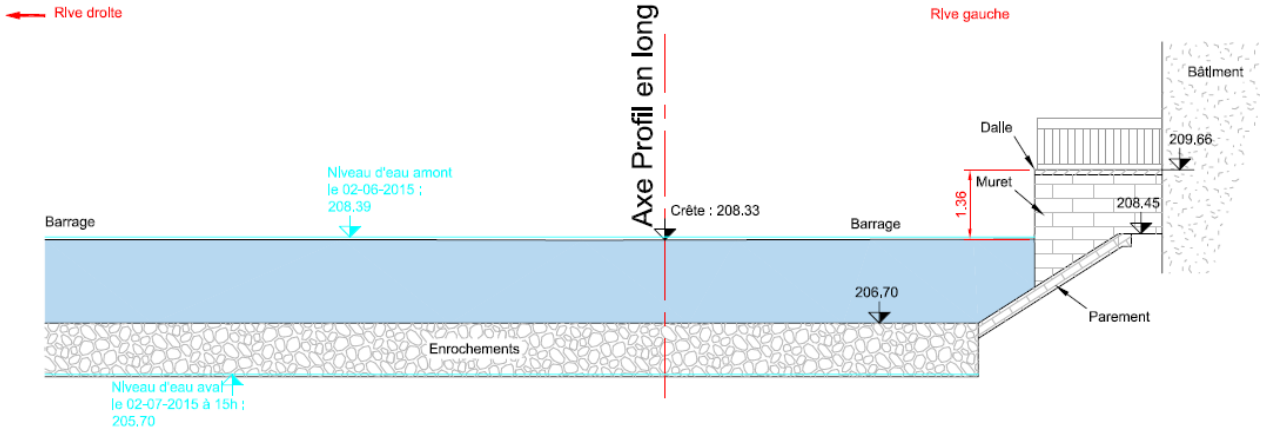
Longueur : 21.20 m (cote 208.38 m NGF)
Largeur en crête de 2.6
Hauteur : 2,45 m
Parements amont et aval sont verticaux
Des enrochements ont été mis en place en pied d'ouvrage à l'aval.

- <u>1 déversoir en rive gauche à seuil fixe</u>

Longueur : 67.30 m (cote 208.35 m NGF)
Largeur en crête de 2.55 m
Parements amont et aval verticaux

Figure 7 : Profils en long et en travers du barrage de Panneçot





Source : SOMIVAL

- <u>une passe à deux vannes levantes située entre les deux déversoirs.</u>

Largeur : 2 x 1,65 m

Le niveau de la retenue normale au barrage de Panneçot est fixé à la cote 208.36 m NGF.

Déversoir rive droite du barrage de Panneçot	**Déversoir rive gauche du barrage de Panneçot**
Source : SOMIVAL le 07/06/12	*Source : SOMIVAL le 07/06/12*

Vannes de régulation du barrage de Panneçot	**Sortie de la galerie en aval des vannes du barrage de Panneçot**
Source : SOMIVAL le 07/06/12	*Source : SOMIVAL le 07/06/12*

3- RAPPEL DES ESPECES CIBLES

L'arrêté du Préfet coordonnateur du bassin Loire-Bretagne en date du 10 juillet 2012 établit la liste des cours d'eau classés en liste 1 et en liste 2 relatif à l'article L214-17 du code de l'environnement introduit par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de décembre 2006.

L'Aron est classé en liste 1 de la source jusqu'à la confluence avec la Loire. Ce classement permet de préserver le cours d'eau de toute dégradation nouvelle : les nouveaux ouvrages limitant la continuité écologique seront interdits.

Le tronçon de l'Aron comprenant les ouvrages de Fleury Coeuillon et Panneçot est classé en liste 2 avec comme espèce cible les espèces holobiotiques et l'anguille, espèces considérées pour l'établissement des scénarios.

Nous rappelons ici uniquement leurs caractéristiques principales vis-à-vis du franchissement des obstacles.

3.1 L'ANGUILLE

L'anguille est un migrateur amphibiotique (son cycle de vie se déroule en eau marine et en eau douce) et catadrome, c'est-à-dire qu'elle naît en mer et rejoint les eaux douces pour vivre.

La majorité des déplacements des anguilles en montaison s'effectue au printemps et au début de l'été.

La dévalaison des anguilles argentées, depuis les bassins versants jusque dans la mer des Sargasses, s'effectue en très grande majorité lors des premiers coups d'eau en automne et dans une moindre mesure en hiver. Toutefois, on peut constater un regain d'activité lors de crue printanières

L'anguille ne possède aucune capacité de saut et dispose de capacité de nage limitée (vitesse maximum 1,5 m/s). Elle est en revanche capable de ramper sur des parois rugueuses et humides.

3.2 LES ESPECES HOLOBIOTIQUES

On entend par espèce holobiotique, toute espèce qui effectue la totalité de son cycle vital en eau douce et qui se déplace dans le cours d'eau afin d'assurer toute ou partie de son cycle biologique et notamment sa reproduction.

Le secteur d'étude étant en seconde catégorie piscicole, il a été décidé, en accord avec les membres du COPIL, de prendre comme **espèce holobiotique cible le brochet**. Cette espèce étant relativement contraignante vis à vis de la restauration de la continuité écologique, il est admis que si cette espèce peut circuler librement, alors la grande majorité des autres espèces du cours d'eau pourra migrer.

Le brochet est un poisson qui a besoin de conditions très particulières pour pouvoir se reproduire. Ses frayères sont constituées d'annexes hydrauliques telles que les bras morts, les marais ou les zones humides. Le brochet doit donc effectuer une migration afin de trouver un lieu propice à sa reproduction.

C'est général au mois de février que la migration débute lorsque le niveau des rivières entraine un débordement du lit.

En mai, lorsque le niveau d'eau entame sa décrue et la rivière rejoint doucement son lit, les brochetons migrent vers la rivière. Ils y rejoignent des zones calmes et abritées très riches en végétation qui assurent abris, protection et nourriture.

Les capacités de franchissement du brochet sont limitées (seuil inférieur à 50 cm, radier incliné et de faible longueur) et il ne réagit pas positivement aux zones de courant.

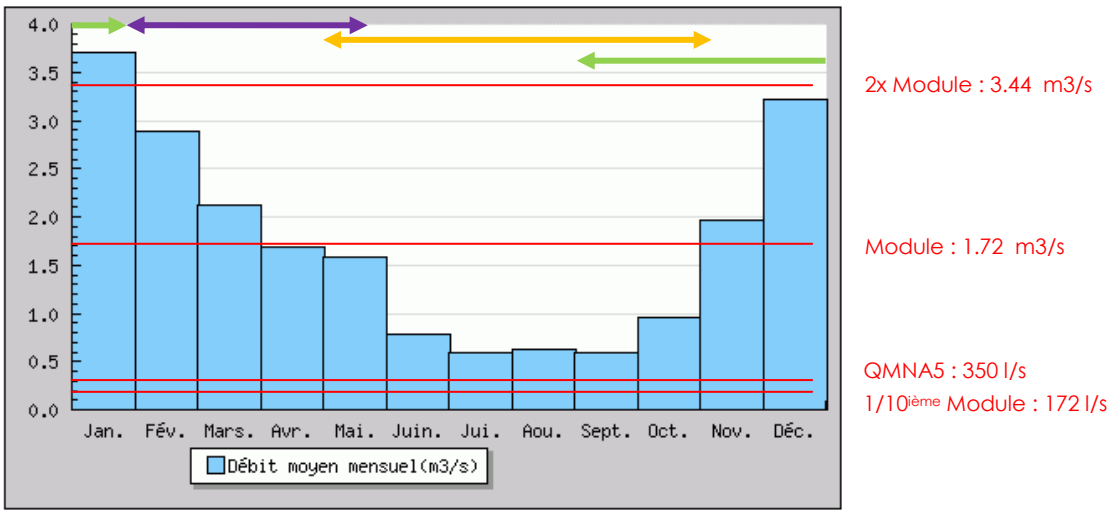
Les espèces cibles possèdent de capacités de franchissement bien différentes : l'anguille ne possède aucune capacité de saut, mais est capable de ramper sur des parois rugueuses et humides. Le brochet possède une capacité de franchissement limité et est tributaire des conditions hydrologiques.

3.3 PERIODE DE MIGRATION ET HYDROLOGIE

Compte tenu des périodes de migration des différentes espèces et de la variation mensuelle des débits (voir histogramme ci-dessous), **les dispositifs de franchissement devront être fonctionnels pour des débits compris du 1/10ième du module (débit réservé) au double du module.**

Figure 8 : Débits mensuels moyens et période de migration des espèces cibles

Station K1713010 L'Aron à Châtillon-en-Bazois-Mingot (BV : 179 km²)



Source : BanqueHydro

Période de migration du brochet

Période de dévalaison de l'anguille argentée

Période de montaison de l'anguille jaune (pic)

4- CHOIX DES SCENARIOS D'AMENAGEMENT

4.1 SCENARIOS ETUDIES PAR OUVRAGE

Les scénarii à reprendre et à approfondir sont les suivants :

Ouvrage	Scénario 1	Scénario 2
Barrage de Coeuillon	Rivière de contournement en rive gauche et maintien de l'ouvrage	Passe à bassins en rive droite et maintien de l'ouvrage
Barrage de Fleury	Aménagement aval du radier et gestion de l'ouvrage	Création d'une échancrure et gestion de l'ouvrage
Barrage de Panneçot	Rivière de contournement en rive droite et maintien de l'ouvrage	Passe à bassins en rive gauche et maintien de l'ouvrage

4.2 HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT

4.2.1 Principe de dimensionnement des passes à bassins

Le principe des passes à bassins consiste à diviser la hauteur à franchir en plusieurs chutes de faibles hauteurs par une série de bassins. Le passage de l'eau d'un bassin à l'autre s'effectue au niveau de fentes verticales contrôlant à la fois le débit d'alimentation du dispositif et le niveau d'eau dans chaque bassin.

Les hypothèses de dimensionnement sont les suivantes :

- Fonctionnement nominal au débit réservé
- Puissance maximale dissipée : 150 W/m^3
- Hauteur de chute maximale entre chaque bassin : 25 cm (franchissement par le brochet)
- Largeur de fente : 25 cm

La puissance dissipée peut être inférieure à 150 W/m3 pour plus de confort des petites espèces mais cette solution exige un dimensionnement des bassins plus important (et donc implique des couts plus élevés).

Compte-tenu des espèces ciblées, les fentes verticales descendront jusqu'au radier. Dans cette optique, le radier de la passe sera incliné (absence de marche entre les bassins) et présentera un fond rugueux (macro rugosités de 20 à 30 cm de diamètre).

Les largeurs minimales des fentes est de 25 cm pour ne pas induire de réticences au franchissement notamment pour les plus gros individus (brochet par exemple). Ceci permet également de réduire la sensibilité de l'ouvrage au colmatage par des flottants.

La passe sera alimentée par une fente verticale permettant d'assurer le débit minimal en toutes conditions.

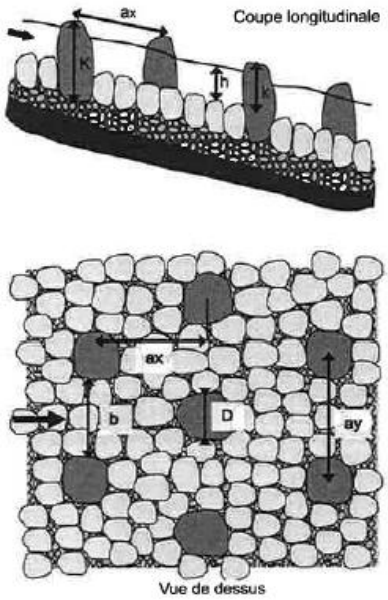
La plage de fonctionnement du dispositif sera comprise entre le débit réservé et 2 fois le module.

Tableau 1 : Critères de dimensionnement des passes à bassins à fentes verticales

Hauteur des chutes entre les bassins (en m)	Puissance volumique dissipée maximale (en W/m^3)	Dimension des ouvertures (en m)
0,25	150	0,25

4.2.2 Principe de dimensionnement des rivières de contournement

Pour la rivière de contournement, seule a été étudiée la disposition comprenant des enrochements régulièrement répartis car elle semble plus adaptée (absence de chute et vitesses compatibles avec l'ensemble des petites espèces).



Dans cette configuration l'énergie est dissipée par des singularités constituées de blocs isolés régulièrement répartis sur un coursier rugueux.

L'écoulement est pseudo-uniforme dans tout le dispositif sans apparition de singularités hydrauliques (chute, ressaut). Chaque bloc génère un sillage qui constitue une zone de repos pour le poisson.

L'existence d'une rugosité de fond permet de diminuer les vitesses d'écoulement à proximité du fond.

Source : Guide technique pour la conception des passes naturelles, GHAAPPE 2006

Le dimensionnement a été réalisé à partir des préconisations issues du Guide de conception des passes naturelles (GHAPPE, Décembre 2006).

En considérant l'anguille et le brochet, les contraintes prises pour le dimensionnement de la rivière de contournement à enrochements régulièrement répartis sont les suivantes :

Tableau 2 : Franchissabilité des enrochements régulièrement répartis

Groupe d'espèces	Vitesse maximale dans les jets (m/s)	Hauteur d'eau minimale (m)	Puissance dissipée maximales (W/m3)
Brochets, cyprinidés,	2	0.3	300-450
Anguilles	1.5	0.05	200-300

Source : Guide technique pour la conception des passes naturelles, GHAAPPE 2006 et Pré-diagnostic pour les ouvrages équipés de dispositifs de franchissement piscicoles

La rugosité de fond, permettant de diminuer les vitesses d'écoulement, sera obtenue en disposant des blocs sur le fond de diamètre 200-300 mm (espacement minimal de l'ordre de 10 cm entre chaque pierre). Les blocs seront enfoncés de moitié dans la matrice.
Cette couche a deux autres fonctions, celle de filtre, et celle d'ancrer et stabiliser les gros blocs.

La plage de fonctionnement du dispositif sera comprise entre le débit réservé et 2 fois le module comme convenu avec le COPIL.

La mise en place d'un dévers latéral permettra d'augmenter la plage de fonctionnalité de la passe et de faciliter la migration de l'anguille dans différentes conditions hydrauliques. En effet, cette espèce a besoin de zones à faible tirant d'eau pour utiliser ses capacités de reptation et trouverait ces conditions sur la partie haute du dévers en toutes conditions.

Pour assurer un bon fonctionnement du dispositif, la pente des dévers latéral sera inférieure à la pente longitudinale des ouvrages (inférieure à 3%)

4.2.3 Gestion du débit réservé

La Loi impose qu'un débit réservé soit maintenu à l'aval de chaque prise d'eau. Les ouvrages actuels de prise d'eau sur le canal du Nivernais ne permettent pas de s'assurer de la bonne restitution du débit réservé.

En janvier 2015, une étude a été réalisée par le Cabinet Asconit pour la DDT de la Nièvre afin de déterminer les débits minimum biologiques sur quatre bassins versants du département de La Nièvre : l'Acolin, l'Aron, le Nohain et le Sauzay.

L'objectif était de fournir à l'administration à partir d'une méthode adaptée les éléments permettant à l'administration de proposer de nouveaux seuils de restriction des usages de l'eau.

Cette étude ne définit donc pas de débit minimum biologique mais des débits biologiques et débits biologiques de survie permettant de fixer les seuils d'alerte et d'alerte renforcée nécessaires à l'évaluation des nouveaux seuils annualisés de restriction des usages de l'eau. Par définition, ces débits doivent satisfaire les fonctionnalités biologiques du milieu en période d'étiage plus ou moins sévères.

Au droit de la station hydrologique, l'Aron à Verneuil (Superficie du BV : 1465 km²) :

- le débit biologique est fixé à 1500 l/s, ce dernier débit correspondant également au débit d'alerte.
- le débit biologique de survie est fixé à 800 l/s, ce dernier débit correspondant au débit de crise qui doit être respecté en débit journalier avec une période maximale autorisée de débit.

Si on compare ces débits aux débits caractéristiques de la station l'Aron à Verneuil (Module : 17.70 m3/s, QMNA5 : 1.3 m3/s), **ces débits sont inférieurs au 1/10ième du module fixé à 1 770 l/s.**

> Pour chacun des ouvrages, il a été décidé en réunion technique du 22/09/2015 que le débit réservé serait égal à 1/10ième du module, celui-ci étant déterminé à partir de la station de Chatillon-en-Bazois (calcul au prorata du bassin versant).

Dans l'étude Hydratec, une solution de mise en place d'un module à masque a été étudiée pour les barrages de Panneçot et Coeuillon afin d'assurer l'évacuation du débit réservé à l'aval des barrages.

Compte tenu des scénarios proposés, le débit réservé sera restitué en partie ou totalement par les futurs dispositifs de franchissement pour des raisons de fonctionnement hydraulique (tirant d'eau minium à garantir par exemple) et d'attractivité de l'entrée.

5- SCENARIOS BARRAGE DE COEUILLON

5.1 DEBITS CARACTERISTIQUES AU DROIT DU BARRAGE ET LIGNES D'EAU

Débits caractéristiques

Pour rappel, l'étude réalisée par Hydratec pour le par le Service Hydrologie et Voies Navigables (SHVN) de la Direction Départementale de l'Equipement de la Nièvre en 2007 avait permis de déterminer les débits suivants :

Tableau 3 : Débits caractéristiques au droit de l'ouvrage de Coeuillon déterminé dans l'étude Hydratec

	Superficie (km^2)	VCN3 (m^3/s)	QMNA5 (m^3/s)	Module (m^3/s)	Q10 (m^3/s)	Q50 (m^3/s)	Qréservé (m^3/s)
Barrage Coeuillon	205	0,11	0,17	2,4	44	54	0,24

Source : Hydratec – Etude diagnostic des prises d'eau du canal du Nivernais – VNF – DDE 58 – Septembre 2007

Lors de la réunion du 22/09/2015, les membres du comité de pilotage ont souhaité ne pas tenir compte des débits déterminés dans cette étude dont l'objectif était différent de l'étude en cours.

Les débits caractéristiques de l'Aron, pris en compte au droit du barrage ont donc été déterminés à partir de la station de Chatillon-en-Bazois (calcul au prorata du bassin versant).

Tableau 4 : Débits caractéristiques au droit de l'ouvrage de Coeuillon retenus

	Superficie (km^2)	QMNA5 (m^3/s)	Module (m^3/s)	2Module (m^3/s)	Qréservé (m3/s)
Station de Chatillon-en-Bazois	179	0.35	1.74	3.48	
Barrage Coeuillon	**205**	**0.4**	**1.99**	**3.98**	**0.2**

Source : Banque Hydro

Lignes d'eau relevées

Plusieurs campagnes de levés de lignes d'eau ont été réalisées par le cabinet de géomètres Techniques topo, l'Etablissement public Loire et SOMIVAL.

Tableau 5 : Lignes d'eau au droit de l'ouvrage de Coeuillon

Date du levé	Ldo amont barrage (m NGF)	Ldo aval barrage RD (m NGF)	Dh barrage (m)	ldo amont seuil enroché (m NGF)	Ldo aval seuil enroché (m NGF)	Dh seuil enroché (m)	Heure de mesure levé ldo	Opérateur levé ldo	Débit station (m3/s)	Source débits*	Observation
01/07/2015	227.27	225.62	1.65	225.62	225.19	0.43	11h00	Technique Topo	0.502	Banque Hydro*	Vanne fermée Dh douteuse
16/07/2015	227.31	225.47	1.84	225.47	225.24	0.23	NC	EPL	0.579	Banque Hydro **	Vanne fermée
19/10/2015	227.3	225.48	1.82	225.44	225.26	0.18	10h30	SOMIVAL	0.832	DREAL	Vanne fermée
27/11/2015	227.31	225.59	1.72	225.56	225.34	0.22	14h25	SOMIVAL	1.035	DREAL	Vanne fermée
07/01/2016	227.4	225.93	1.47				13h30	EPL	6.322	DREAL	Vanne ouverte de 21 cm
18/01/2016	227.34	225.58	1.76	225.55	225.38	0.17	11h45	SOMIVAL	1.487	DREAL	Vanne fermée
21/04/2016	227.32	225.59	1.73				14h30	EPL	2.88	Banque Hydro*	Vanne fermée

* QTVAR, ** QJM

Compte tenu du régime de l'Aron (niveau anormalement bas depuis le début de l'étude et cours d'eau très réactif), il a été très difficile de réaliser des mesures pour un débit proche de 2xmodule

A noter qu'il existe une incohérence entre les lignes d'eau levées par le cabinet de géomètre Technique Topo et celles levées par l'EPL.

Le calage des dispositifs de franchissement a été réalisé sur la base des levés des lignes d'eau :

Date	**Ligne d'eau Amont barrage (m NGF)**	**Ligne d'eau aval barrage (m NGF)**	**DH barrage (m)**
QMNA5	227.31	225.47	1.84
Module	227.34	225.58	1.76

Nous avons pris également l'hypothèse que la vanne était en position fermée durant la plage de fonctionnalité de la passe (d'après les consignes, en période de basse et de moyenne eux, la vanne levante est entièrement fermée).

A noter que pour la phase Projet, des lignes d'eau à un débit égal à 2xmodule devront être relevées afin de dimensionner plus finement l'ouvrage (notamment le relevé des lignes d'eau aval qui est difficile à appréhender par calculs hydrauliques compte tenu de la configuration du site).

5.2 SCENARIO 1 : PASSE NATURELLE EN RIVE GAUCHE

5.2.1 Description du scénario

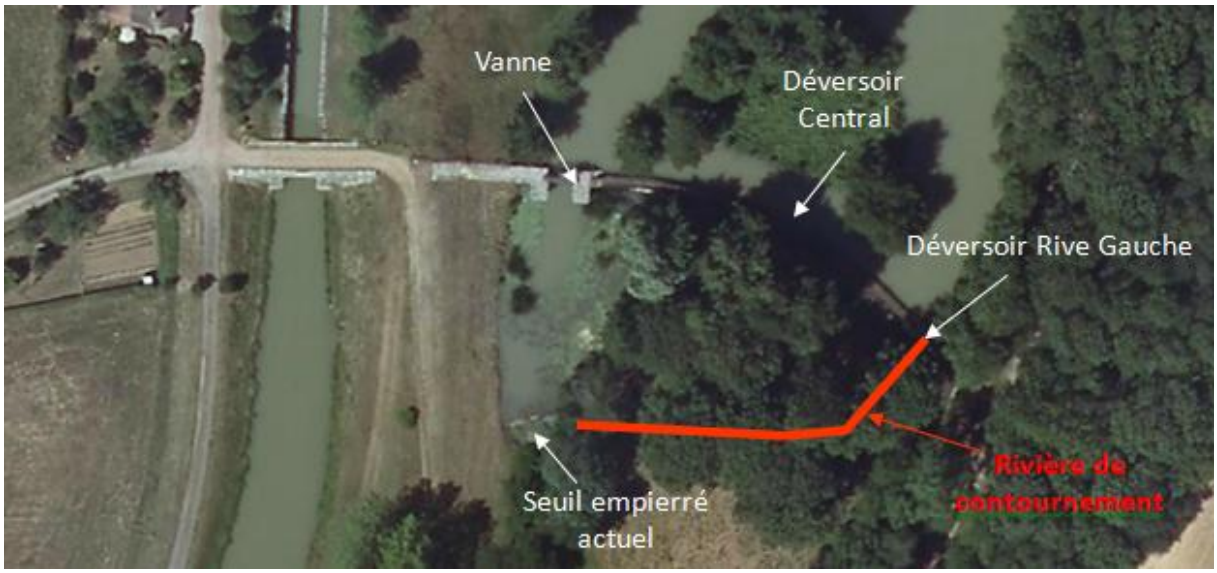
Les travaux consistent à installer une rivière de contournement en partie sur le déversoir rive gauche. Cette rivière est constituée de blocs en enrochements permettant de dissiper l'énergie et de réduire les vitesses d'écoulement.
Afin d'augmenter l'attractivité du dispositif, le pied de l'ouvrage se situera en aval immédiat du seuil empierré situé 40 m en aval du barrage.

Le déversoir rive gauche sera donc partiellement arasé. L'arase sera horizontale afin de créer un chenal d'alimentation à fond plat en entrée du dispositif

La rampe présentera un dévers latéral de manière à élargir la plage de fonctionnement de l'ouvrage et à maintenir un tirant d'eau faible sur la partie « haute » de la rampe pour le franchissement de l'anguille.

La rugosité de fond, permettant de diminuer les vitesses d'écoulement, est obtenue en disposant de petits blocs sur le radier, de 0.4 m de hauteur. Ces blocs sont jointoyés jusqu'à mi-hauteur de manière à conserver une rugosité en surface mais aussi de stabiliser l'ouvrage et les macrorugosités.

Figure 9 : Localisation de l'ouvrage à créer sur photo aérienne

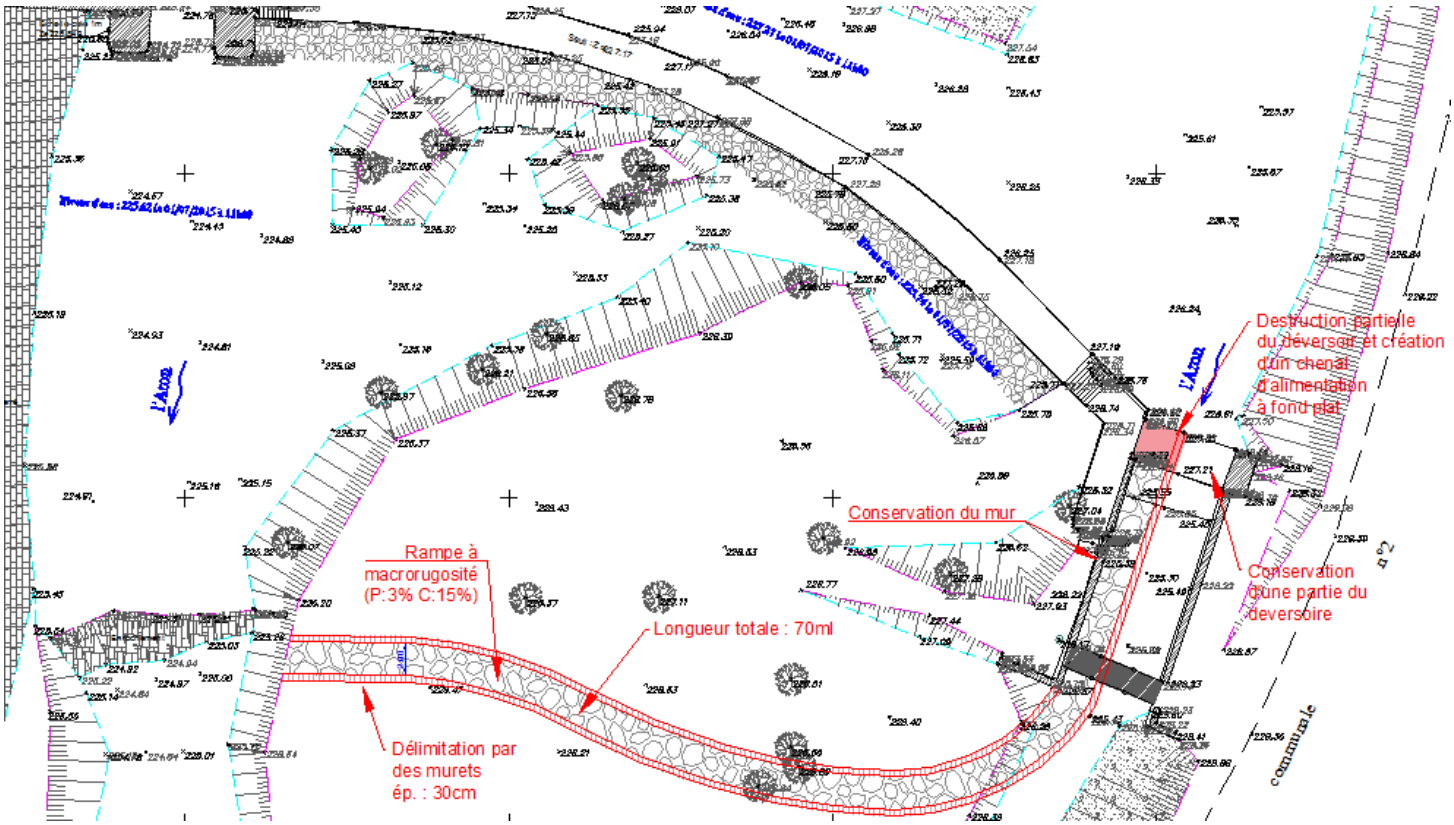


Exemple de rivière de contournement

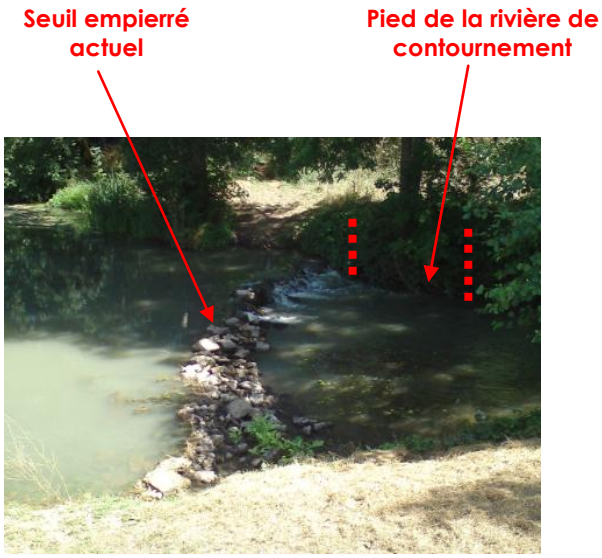
Source : Guide technique conception des passes « naturelles» - GHAAPPE –AE Adour Garonne

Pour un débit proche du QMNA5, la différence entre la ligne d'eau amont du déversoir et la ligne d'eau aval du seuil empierré est de 2.08 m.

Figure 10 : Implantation en plan de la rivière de contournement rive – Barrage de Coeuillon – Scénario 1



Source : SOMIVAL



Caractéristiques générale de la passe :

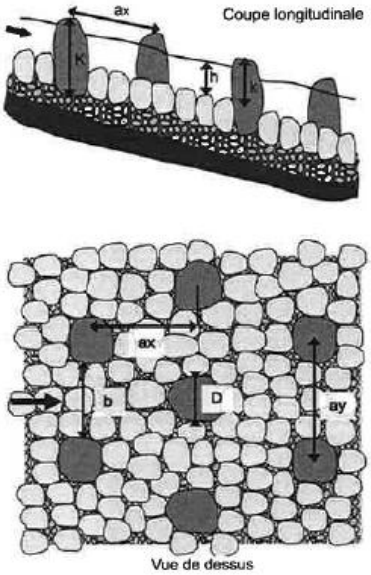
Largeur de la rampe :	2.00 m
Pente longitudinale de la rampe :	3 %
Longueur	70 ml

Caractéristiques de l'entrée hydraulique de la passe :

Cote amont radier bas :	226.93 m
Cote amont radier haut :	226.98 m
Pente du dévers latéral :	2.5 %

Caractéristiques géométriques des enrochements :

Diamètre des blocs D :	0.30 m
Hauteur utile des blocs (k) :	0.45 m
Hauteur totale des plots (K) :	0.90 m
Concentration des blocs C :	15.0 %



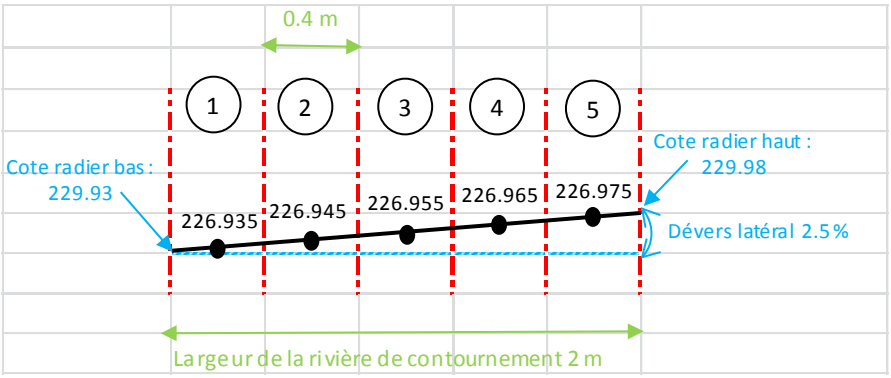
La plage de fonctionnement du système s'étend de 210 l/s à 4.29m3/s dans la rivière, soit jusqu'à environ 2 fois le module. Les débits (en m3/s) sont répartis de la façon suivante :

Tableau 6 : Plage de fonctionnement de la rivière de contournement

Débit caractéristique (en m3/s)	Cours d'eau l'Aron	Déversoir rive gauche	Barrage	Vanne	Passe	Cote hauteur d'eau m NGF
Débit réservé	0.21	0	0	0	0.210	227.24
QMNA5	0.36	0.027	0.097	0	0.234	227.27
Module	1.87	0.178	1.42	0	0.275	227.32
2 Module	4.29	0.400	3.52	0.057	0.308	227.37

Le fonctionnement de la passe pour différentes lignes d'eau amont est donné ci-dessous.

Compte tenu du dévers latéral, le fonctionnement de la passe est décrit par tranche. La largeur de la passe (2 m), a été divisée en 5 tranches de calcul de 0.4m comme sur le schéma ci-dessous.



Les paramètres débit, vitesse débitante et puissance dissipée sont également décrits selon la forme de la macrorugosité (face à l'écoulement : plane FP ou arrondie FA).

A noter que les lignes d'eau n'ont pas pu être levées pour le débit réservé et 2 fois le module, elles ont donc été appréhendées par calcul hydrauliques

Tableau 7 : Fonctionnement de la rivière de contournement selon différentes lignes d'eau en amont – Barrage de Coeuillon – Scénario 1

Hauteur d'eau moyenne (h) sur les tranches (m) et submersion des macrorugosités (Sub)

Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	227.24		227.27		227.32		227.37	
			h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub
1	0.4	226.935	0.31	non	0.34	non	0.38	non	0.44	non
2	0.4	226.945	0.30	non	0.33	non	0.38	non	0.43	non
3	0.4	226.955	0.29	non	0.32	non	0.37	non	0.42	non
4	0.4	226.965	0.28	non	0.31	non	0.35	non	0.41	non
5	0.4	226.975	0.27	non	0.30	non	0.34	non	0.40	non

Débit par tranche et débit total dans la rivière de contournement (m3/s)

Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	227.24		227.27		227.32		227.37	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0.4	226.935	0.05	0.06	0.05	0.07	0.06	0.08	0.07	0.10
2	0.4	226.945	0.04	0.06	0.05	0.06	0.06	0.08	0.06	0.09
3	0.4	226.955	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.08	0.06	0.09
4	0.4	226.965	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	0.07	0.06	0.09
5	0.4	226.975	0.04	0.05	0.04	0.06	0.05	0.07	0.06	0.08
		Débit total (m^3/s) :	**0.21**	**0.26**	**0.23**	**0.30**	**0.28**	**0.38**	**0.32**	**0.45**

Vitesse maximale dans les jets (m/s)

Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	227.24		227.27		227.32		227.37	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0.4	226.94	0.85	1.03	0.87	1.06	0.90	1.11	0.93	1.16
2	0.4	226.95	0.84	1.02	0.86	1.05	0.89	1.10	0.92	1.15
3	0.4	226.96	0.83	1.01	0.85	1.04	0.89	1.09	0.92	1.14
4	0.4	226.97	0.82	1.00	0.85	1.03	0.88	1.08	0.91	1.13
5	0.4	226.98	0.81	0.99	0.84	1.02	0.87	1.07	0.91	1.12

Puissance dissipée (Watt/m3)

Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	227.24		227.27		227.32		227.37	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0.4	226.94	109	140	110	146	111	155	113	164
2	0.4	226.95	109	138	110	144	111	153	112	162
3	0.4	226.96	109	135	110	142	111	151	112	160
4	0.4	226.97	108	133	109	140	111	150	112	159
5	0.4	226.98	108	131	109	138	110	148	112	157

La mise en place de cette passe nécessiterait :

- de débroussailler le linéaire de l'île où sera implanté le chenal,
- de terrasser en partie l'île en aval du barrage pour créer un chenal jusqu'en pied des deux murs en maçonnerie délimitant le déversoir,
- de réaliser une recharge en aval du déversoir pour créer la pente de 3 %,
- de prolonger les murs en maçonnerie pour canaliser le débit suivant les hauteurs d'eau.

> Au vu des premiers éléments techniques présentés lors du COTECH du 22/09/2015, cette solution a été jugée peu pertinente et n'a pas fait l'objet d'une analyse plus détaillée.

5.3 SCENARIO 2 : PASSE A BASSINS EN RIVE DROITE

5.3.1 Description du scénario

Ce scénario consiste à implanter une passe à bassins en rive droite à côté des piles délimitant le vannage.

Cette implantation permet d'être dans l'axe direct du flot principal de l'Aron et de pouvoir implanter l'entrée de la passe au pied de la chute.

Afin d'augmenter l'attrait de la passe, une petite échancrure sera réalisée sur le barrage à proximité immédiate de la sortie de la passe à bassins.

Pour l'entretien, un accès est possible via la passerelle disposée au-dessus du vannage.

Figure 11 : Localisation de l'ouvrage à créer sur photo aérienne

Exemple de passe à bassins à fente verticale

Les hypothèses de dimensionnement de la passe sont les suivantes :

- Montaison par passe en rive droite
- Fonctionnement nominal : environ 220 l/s (Q réservé)
- Hauteur à remonter à un débit proche du QMNA5 : 1.84 m
- Puissance maximale dissipée : 150 W/m3
- Hauteur de chute entre chaque bassin : 25 cm

L'entrée de la passe sera positionnée au plus près de la chute (sans être masquée par elle, ni se situer dans le remous aval).

Le dimensionnement de la passe à bassin a été réalisé à l'aide du logiciel de calcul CASSIOPEE Version 2.2 du CSP (1993-1996).

La passe sera composée de 7 bassins et 8 chutes à fentes.

Les caractéristiques géométriques de la passe sont les suivantes :

- Longueur des bassins : 3.2 m (sauf bassin retour : 4.6 m)
- Largeur des bassins : 2.2 m (sauf bassin retour : 1.53 m)
- Largeur de la fente : 0.25 m

Afin de faciliter le passage des espèces n'ayant pas de capacité de saut, comme l'anguille, les fentes seront descendues jusqu'au radier qui sera lui-même incliné et rugueux (macro rugosités de 20 à 30 cm de diamètre ancré à mi-hauteur dans le radier).

Le déversoir sera abaissé à la côte 227.21 m NGF sur une longueur de 2.5 m pour faire transiter le débit d'attrait à proximité immédiate de la sortie de la passe à bassins.

Le débit de dimensionnement nominal de la passe est de 220 l/s (correspondant au débit réservé). Elle est conçue pour fonctionner jusqu'à environ 2 fois le module dans la rivière, ce qui représente un débit dans la passe d'environ 268 l/s.

Selon ce dimensionnement, 4 lignes d'eau ont été simulées :

→ *Ligne d'eau 01 :* Débit réservé, soit 220 l/s dans la passe

→ *Ligne d'eau 02 :* Débit proche du QMNA5, soit 240 l/s dans la passe

→ *Ligne d'eau 03 :* Module, soit 254 l/s dans la passe

→ *Ligne d'eau 04 :* 2 fois le module, soit 268 l/s dans la passe

A noter que les lignes d'eau n'ont pas pu être levées pour le débit réservé et 2 fois le module, elles ont donc été appréhendées par calcul hydraulique et devront être relevées pour affiner les calculs à l'état projet.

La plage de fonctionnement et les débits (en m3/s) sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 8 : Répartition des débits au niveau du barrage de Coeuillon - Scénario 2

Débit caractéristique	Débit cours d'eau L'Aron	Débit Déversoir RG	Débit Déversant Vanne	Débit Déversant Barrage	Débit Passe	Débit d'attrait	Cote NGF au barrage
Débit réservé	0.24	0.000	0.000	0.000	0.220	0.022	227.24
QMNA5	0.82	0.077	0.000	0.406	0.240	0.096	227.29
Module	2.10	0.218	0.000	1.447	0.254	0.177	227.33
2xModule	3.85	0.400	0.057	2.851	0.268	0.273	227.37

Tableau 9 : Caractéristiques de la passe à bassins à fentes verticales – Barrage de Coeuillon – Scénario 2

N° chute	Cote radier amont paroi	Longueur des bassins (m)	Largeur des bassins (m)	N° bassin	Largeur fente (m)	Cote fente
1	226.62				0.25	226.62
		3.2	2.2	1		
2	226.37				0.25	226.37
		3.2	2.2	2		
3	226.12				0.25	226.12
		4.6	1.53	3		
4	225.87				0.25	225.87
		3.2	2.2	4		
5	225.62				0.25	225.62
		3.2	2.2	5		
6	225.37				0.25	225.37
		4.6	1.53	6		
7	225.12				0.25	225.12
		3.2	2.2	7		
8	224.87				0.25	224.87

Figure 12 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales au QMNA5 – Barrage de Coeuillon- Scénario 2

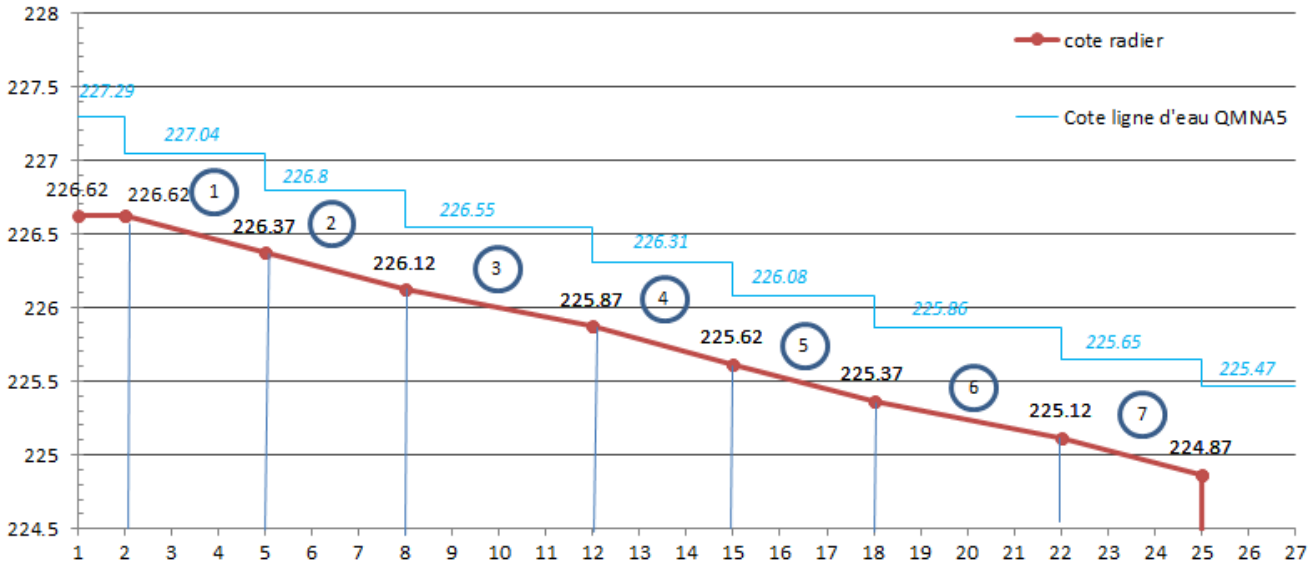


Tableau 10 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales au QMNA5 – Barrage de Coeuillon- Scénario 2

	Niveau d'eau	Puissance dissipée (W/m3)	Hauteur d'eau dans bassin (m)	Vitesse Débitante	N° chute	Hauteur de chute (m)	Cote du radier amont paroi (m)	Débit dans bassin (m3/s)
Amont	227.29							
					1	0.248	226.62	0.24
1	227.04	153	0.542	0.201				
					2	0.246	226.37	0.24
2	226.79	151	0.545	0.2				
					3	0.243	226.12	0.24
3	226.55	148	0.551	0.198				
					4	0.238	225.87	0.24
4	226.31	142	0.562	0.194				
					5	0.23	225.62	0.24
5	226.08	134	0.579	0.189				
					6	0.217	225.37	0.24
6	225.86	122	0.607	0.18				
					7	0.199	225.12	0.24
7	225.65	105	0.652	0.167				
					6	0.217	224.87	0.24
Aval	225.47							

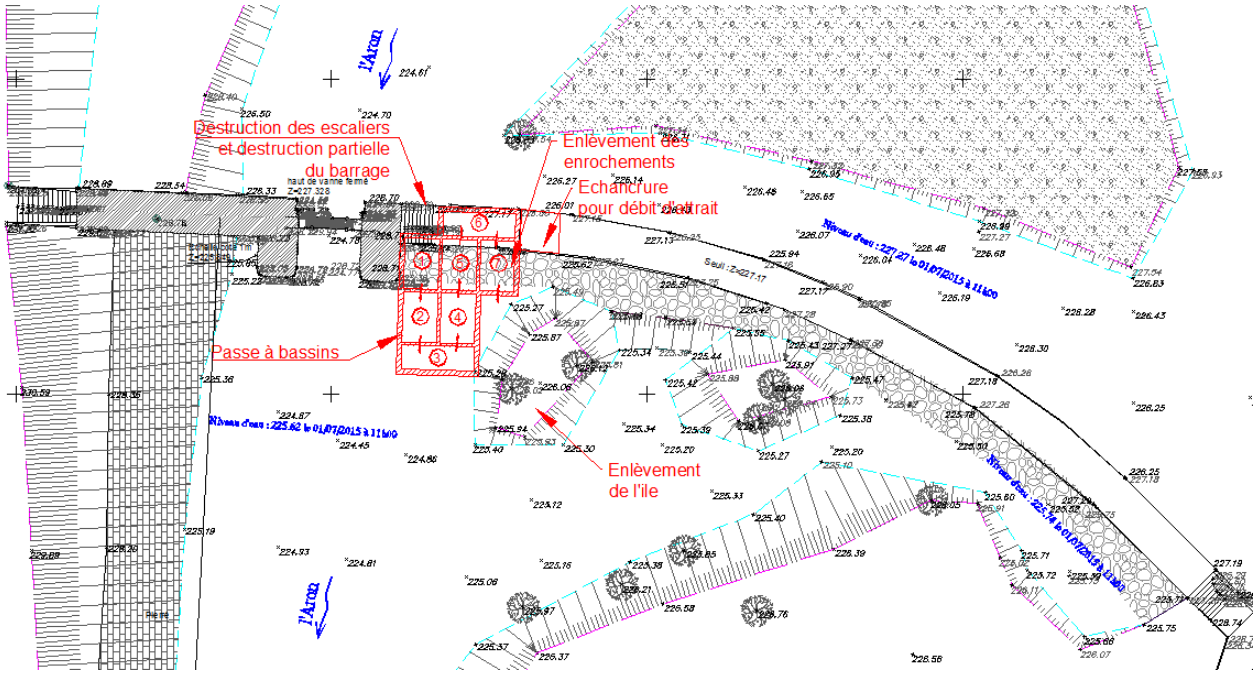
Tableau 11 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales au module – Barrage de Coeuillon- Scénario 2

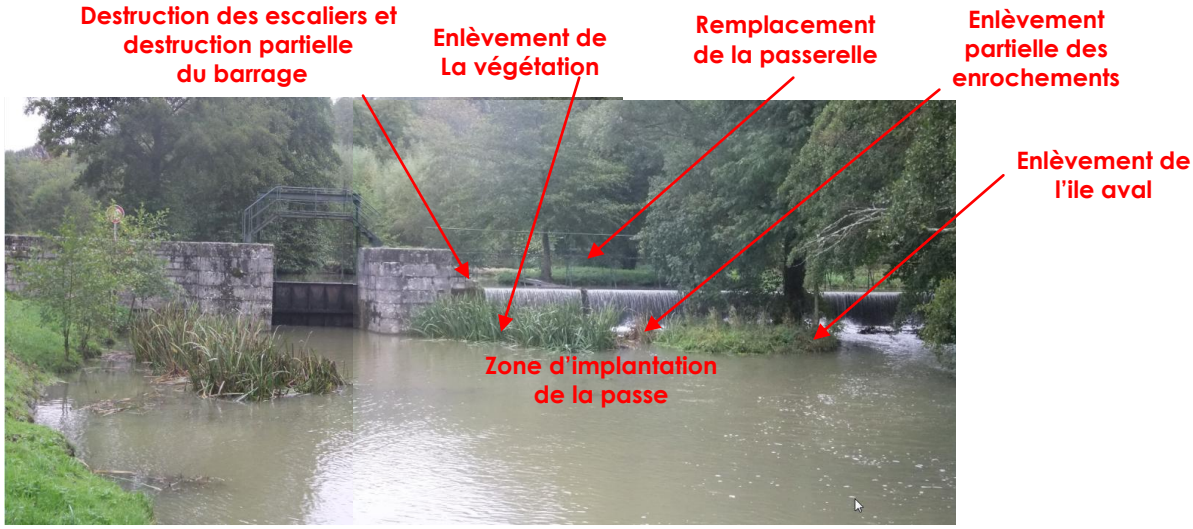
	Niveau d'eau	Puissance dissipée (W/m3)	Hauteur d'eau dans bassin (m)	Vitesse Débitante	N° chute	Hauteur de chute (m)	Cote du radier amont paroi (m)	Débit dans bassin (m3/s)
Amont	227.33							
					1	0.247	226.62	0.254
1	227.08	149	0.583	0.198				
					2	0.244	226.37	0.254
2	226.84	146	0.589	0.196				
					3	0.24	226.12	0.254
3	226.6	141	0.599	0.193				
					4	0.234	225.87	0.254
4	226.36	134	0.615	0.188				
					5	0.224	225.62	0.254
5	226.14	123	0.641	0.18				
					6	0.209	225.37	0.254
6	225.93	108	0.682	0.169				
					7	0.189	225.12	0.254
7	225.74	89	0.743	0.155				
					6	0.163	224.87	0.254
Aval	225.58							

Tableau 12 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales à 2x module – Barrage de Coeuillon- Scénario 2

	Niveau d'eau	Puissance dissipée (W/m3)	Hauteur d'eau dans bassin (m)	Vitesse Débitante	N° chute	Hauteur de chute (m)	Cote du radier amont paroi (m)	Débit dans bassin (m3/s)
Amont	227.37							
					1	0.25	226.62	0.268
1	227.12	146	0.624	0.195				
					2	0.24	226.37	0.268
2	226.89	143	0.632	0.193				
					3	0.24	226.12	0.268
3	226.64	137	0.644	0.189				
					4	0.23	225.87	0.268
4	226.41	129	0.663	0.183				
					5	0.22	225.62	0.268
5	226.19	118	0.693	0.175				
					6	0.20	225.37	0.268
6	225.99	102	0.74	0.164				
					7	0.18	225.12	0.268
7	225.81	84	0.807	0.151				
					6	0.16	226.62	0.268
Aval	225.65							

Figure 13 : Implantation de la passe à bassins à fentes verticales - Barrage de Coeuillon - Scénario 2





La mise en place de cette passe nécessiterait :

- d'enlever la végétation dans le lit mineur à cet endroit,
- de supprimer la passerelle et de la remplacer par une passerelle sécurisée pour le public (travaux envisagés par le Conseil Départemental dans le cadre de travaux de réfection du barrage),
- d'enlever l'ile présente en aval,
- d'enlever en partie les enrochements en pied de barrage et créer une fosse d'appel,
- d'enlever une partie de la maçonnerie pour implanter les bassins en béton et créer le chenal d'alimentation du premier bassin,
- de réaliser un accès aux bassins et de sécuriser celui au barrage.

Compte tenu de la fréquentation du site par les touristes et par la population locale, le dispositif piscicole devra être intégré passagèrement.

5.3.2 Evaluation des incidences

	Scénario 2 : Passe à bassins en rive droite
Continuité écologique	
Franchissabilité piscicole	• Compatibilité du dispositif avec l'ensemble des espèces • Attractivité du dispositif pouvant entre réduite pour un débit supérieur au module **-> Echancrure à réaliser dans le barrage**
Transit sédimentaire	• Pas d'amélioration notable • Risque d'ensablement de la passe • Nécessité de réaliser des chasses hivernales après accord de la police de l'Eau
Situation administrative	
Emprise foncière	• Implantation sur l'ouvrage (dans le lit mineur)
Caractéristiques techniques des ouvrages	
Sécurité	• Mise en sécurité nécessaire pour assurer l'entretien de la passe
Régulation de la ligne d'eau	• Ouvrage pouvant supporter une certaine variation de la ligne d'eau
Etat global de l'ouvrage	• Nécessité de détruire une partie du barrage pour implanter la passe • Jonction entre le barrage et la passe à soigner pour éviter les fuites
Situation hydrologique	
Alimentation du canal	• Pas d'influence sur la ligne d'eau – alimentation du canal non remise en cause par le dispositif
Risque inondation	• Risque inondation limité dans ce secteur non accru
Fonctionnement/qualité de la rivière	
Hydrogéomorphologie	• Pas d'impact sur la ligne d'eau et donc sur les berges. • Modification possible du lit mineur à l'aval (changement de morphologie de l'île) • Pas d'amélioration de la situation actuelle en termes d'habitats
Qualité de l'eau	• Effet négatif de la retenue maintenu (t°+prolifération végétale). • Impact très limité sur les MES (faible rétablissement du transit)

5.3.3 Modalités de réalisation des travaux

Accès

L'accès se fera par la rive droite par la rue de la Boulaine puis par le pont en maçonneries enjambant le canal du Nivernais. Compte tenu de la largeur de l'ouvrage, seuls des engins de chantier de petite taille devront être utilisés. Une pompe pour l'amenée de béton au droit du barrage devra également être prévue.

La berge rive droite présente une pente de 1H/1V et est protégée par de la maçonnerie mais un accès au lit de la rivière est possible 40 m en aval du barrage (en aval immédiat du seuil en enrochements).

Mise hors d'eau

Un cordon sera créé entre le seuil en enrochements et la petite ile en aval du barrage (qui sera enlevée dans un deuxième temps). Celui-ci permettra :

- d'isoler la zone de travaux,
- de permettre l'accès aux engins de chantier au pied du barrage,

Ce cordon aura une longueur de 40 m et une largeur en crête de 3 m afin de permettre le passage des petits engins de chantier.

Il sera constitué en tout venant rocheux compacté afin de garantir une bonne tenue. Il sera recouvert d'une bâche imperméable pour assurer son étanchéité. Les pentes amont et aval de ce batardeau devront être à minima de 2H/1V. L'arase du batardeau devra être calé sur les niveaux atteints pour un débit égal à 3 fois le module (revenant à une hauteur de batardeau de 1 m sur le fond).

Période de réalisation

Les travaux devront être réalisés en période d'étiage soit entre le mois de juin et d'octobre. Or le canal du Nivernais est fréquenté entre les mois de mars et novembre.

Les travaux pourront donc s'effectuer durant les mois de septembre et octobre car à cette période la fréquentation est un peu moins importante.

5.3.4 Entretien du dispositif

Une surveillance et un entretien du dispositif devra être réalisé afin de maintenir en permanence de l'accès des poissons migrateurs au dispositif de franchissement. Ces opérations consistent à:

- Enlever les embâcles au niveau de la fente verticale amont,
- Vidanger régulièrement les bassins afin d'éviter un engravement la passe,
- Vérifier le niveau de dégradation des murets béton.

Cette surveillance devra être réalisée à minima une fois par semaine dans les périodes de fort enjeu migratoire. Le dispositif doit également être visité après chaque épisode de crue afin de vérifier si le dispositif n'a pas été endommagé.

Des dispositifs existent afin d'éviter une obturation de l'entrée de la passe par des embâcles (exemple drone flottante). Compte tenu du positionnement, la mise en place de ce dispositif et son entretien ne semble pas évidente.

5.3.5 Investigations complémentaires

En phase Projet des reconnaissances géotechniques (sondages) devront être réalisées afin de préciser le niveau d'ancrage de la passe :

- 2 sondages destructifs avec pressiomètre dans le corps du barrage afin de vérifier sa stabilité et son assise,
- 1 sondage en aval immédiat.

5.3.6 Aspects réglementaires

Les travaux envisagés rentrent dans la nomenclature des opérations soumises à déclaration au titre de l'article L 214-3 du code de l'environnement.

Les rubriques définies au tableau de l'article R214-1 du code de l'environnement concernées par ces opérations sont les suivantes :

Rubrique	Nature du projet	Régime
3.1.2.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau : 1°) Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m ; 2°) Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m.	Autorisation **Déclaration**
3.1.5.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens (…) 1°) Destruction de plus de 200 m² de frayères 2°) Dans les autres cas	Autorisation **Déclaration**
3.2.1.0.	Entretien de cours d'eau ou de canaux, à l'exclusion de l'entretien visé à l'article L. 215-14 du code de l'environnement réalisé par le propriétaire riverain, du maintien et du rétablissement des caractéristiques des chenaux de navigation, des dragages visés à la rubrique 4.1.3.0 et de l'entretien des ouvrages visés à la rubrique 2.1.5.0, le volume des sédiments extraits étant au cours d'une année : 1°) Supérieur à 2 000 m³ 2°) Inférieur ou égal à 2 000 m³ dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence S1 3°) Inférieur ou égal à 2 000 m³ dont la teneur des sédiments extraits est inférieure au niveau de référence S1 L'autorisation est valable pour une durée qui ne peut être supérieure à dix ans. L'autorisation prend également en compte les éventuels sous-produits et leur devenir.	Autorisation Autorisation **Déclaration**

La rubrique 3.2.1.0 est visée en raison des travaux d'enlèvement de l'ile.

Pour que les travaux puissent se faire, un arrêté modifiant l'arrêté actuel devra être pris (arrêté de prescription réglementaire).

5.3.7 Estimation financière

Une estimation financière a été réalisée sur la base des métrés réalisés et des prix unitaires SOMIVAL disponibles sur des chantiers similaires.

Poste	Montant (€ HT)
Etude et installations de chantier	**40 000**
Terrassements	**8 000**
Passe à poissons et échancrure	**63 000**
TOTAL (hors imprévus)	**110 000**
Divers et imprévus (15 %)	**16 000**
TOTAL	**127 000**

Le poste études et installation de chantier comprend :

- L'installation et le rempli du chantier
- Les études d'exécution, de contrôle et de recollement
- La mise hors d'eau du chantier
- La réalisation d'études géotechniques
- Le défrichage et l'enlèvement de la végétation dans le lit mineur du cours d'eau
- La mise hors d'eau du chantier

Le poste Terrassement comprend :

- L'enlèvement des enrochements, la destruction partielle de la maçonnerie du barrage à l'endroit de l'implantation de la passe
- L'évacuation des déblais
- Le remblaiement autour de l'ouvrage

Le poste génie-civil comprend :

- La réalisation de la passe à bassins (murs et radier béton)
- Les pièces métalliques nécessaires à la mise en sécurité de la passe (caillebotis, gardes corps)
- L'aménagement du fond de la passe basins en macrorugosités
- La liaison avec les ouvrages existants

A ce montant de travaux se rajoutent :

- **Des frais de maitrise d'œuvre : 9 000 € HT**
- **Des frais pour réalisation d'une pêche électrique de sauvegarde : 1 200 € HT**

Les travaux vont entrainer la suppression de la passerelle existante (non sécurisée). Des coûts supplémentaires sont à prévoir pour la mise en place d'une passerelle sécurisée (mesure complémentaire).

Selon la bibliographie, **le montant pour l'entretien annuel de la passe sera de l'ordre de 2 000 € HT /an.**

6- SCENARIOS BARRAGE DE FLEURY

6.1 DEBITS CARACTERISTIQUES AU DROIT DU BARRAGE ET LIGNES D'EAU

Débits caractéristiques

Pour rappel, l'étude réalisée par Hydratec pour le par le Service Hydrologie et Voies Navigables (SHVN) de la Direction Départementale de l'Equipement de la Nièvre en 2007 avait permis de déterminer les débits suivants :

Tableau 13 : Débit caractéristiques au droit de l'ouvrage de Fleury déterminé dans l'étude Hydratec

	Superficie (km²)	VCN3 (m³/s)	QMNA5 (m³/s)	Module (m³/s)	Q10 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Qréservé (m³/s)
Barrage Fleury	233	0,12	0,19	2,8	48	60	0,28

Source : Hydratec – Etude diagnostic des prises d'eau du canal du Nivernais – VNF – DDE 58 – Septembre 2007

Lors de la réunion du 22/09/2015, les membres du comité de pilotage ont souhaité ne pas tenir compte des débits déterminés dans cette étude dont l'objectif était différent de l'étude en cours.

Les débits caractéristiques de l'Aron, pris en compte au droit du barrage ont donc été déterminés à partir de la station de Chatillon-en-Bazois (calcul au prorata du bassin versant).

Tableau 14 : Débits caractéristiques au droit de l'ouvrage de Fleury retenus

	Superficie (km²)	QMNA5 (m³/s)	Module (m³/s)	2Module (m³/s)	Qréservé (m3/s)
Station de Chatillon-en-Bazois	179	0.35	1.74	3.48	
Barrage Fleury	**233**	**0.46**	**2.26**	**4.52**	**0.23**

Source : Banque Hydro

Lignes d'eau relevées

Plusieurs campagnes de levés de lignes d'eau ont été réalisées par le cabinet de géomètres Techniques topo, l'Etablissement public Loire et SOMIVAL.

Tableau 15 : Lignes d'eau au droit de l'ouvrage de Fleury

Date du levé	Ldo amont barrage (m NGF)	Ldo aval barrage (m NGF)	Ldo 10 m en aval (m)	Dh barrage (m)	Heure de mesure levé ldo	Opérateur levé ldo	Débit station de Chatillon-en-Bazois (m3/s)	Source débit station de Chatillon-en-Bazois	Observation
30/06/2015	215.42	213.36		2.06	14h00	Technique Topo	0.493	Banque Hydro*	avec aiguilles
16/07/2015	215.69	213.39		2.3	NC	EPL	0.579	Banque Hydro**	avec aiguilles
19/10/2015		213.32	213.31		10h00	SOMIVAL	0.813	DREAL	avec aiguilles Ldo amont non levée
27/11/2015	213.72	213.41	213.42	0.31	15h15	SOMIVAL	1.026	DREAL	sans aiguilles
07/01/2016	214.06	213.94	213.84	0.12	12h30	EPL	5.695	DREAL	sans aiguilles
18/01/2016	213.7	213.48	213.44	0.22	14h00	SOMIVAL	1.45	DREAL	sans aiguilles
28/04/2016	213.82	213.46		0.36	15h15	EPL	2.88	Banque Hydro*	sans aiguilles

* QTVAR, ** QJM

Compte tenu du régime de l'Aron (niveau anormalement bas depuis le début de l'étude et cours d'eau très réactif) et de la gestion délicate des aiguilles, il n'a pas été possible de réaliser des mesures à l'étiage sans les aiguilles et des mesures pour un débit proche de 2x module.

En l'absence de ces relevés de ligne d'eau amont à barrage « abaissé », nous nous sommes basé sur la réalisation de calculs hydrauliques (application de la loi de déversoir au droit du radier pour calcul de la ligne d'eau amont, Manning Strickler pour le calcul de la ligne d'eau aval).

Les lignes d'eau prise en compte sont les suivantes :

Date	**Ligne d'eau Amont barrage (m NGF)**	**Ligne d'eau aval barrage (m NGF)**	**DH barrage (m)**
QMNA5	213.68	213.31	0.37
Module	213.74	213.48	0.26
2xModule	213.87	213.80	0.07

A noter que pour la phase Projet, des lignes d'eau à d'autres régimes et <u>avec les aiguilles enlevées</u> (étiage et si possible 2xmodule) devront être relevées afin de dimensionner plus finement les dispositifs de franchissement.

6.2 SCENARIO 1 : RAMPE EN AVAL DU RADIER ET GESTION DE L'OUVRAGE

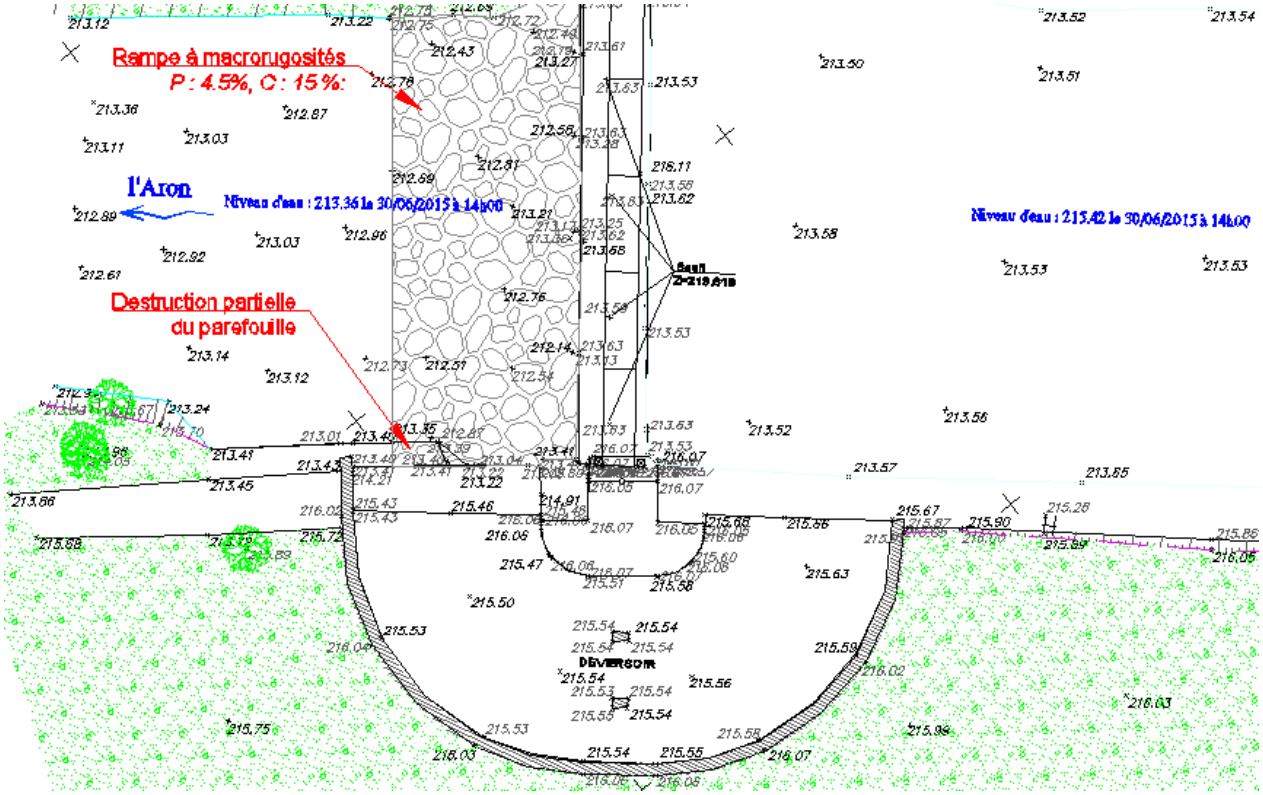
6.2.1 Description du scénario

Le principe de ce scénario consiste à maintenir le radier actuel et à mettre en place à l'aval immédiat, sur toute la largeur du cours d'eau, une rampe à macrorugosités pour le rendre franchissable lorsque les aiguilles seront enlevées soit de début octobre à fin juin.

La rampe présentera un dévers latéral de manière à élargir la plage de fonctionnement de l'ouvrage et à maintenir un tirant d'eau faible sur la partie « haute » de la rampe pour le franchissement de l'anguille.

La rugosité de fond, permettant de diminuer les vitesses d'écoulement, est obtenue en disposant de petits blocs sur le radier, de 0.4 m de hauteur. Ces blocs sont jointoyés jusqu'à mi-hauteur de manière à conserver une rugosité en surface mais aussi de stabiliser l'ouvrage et les macrorugosités.

Figure 14 : Implantation de la passe à macrorugosités – Barrage de Fleury – Scénario 1

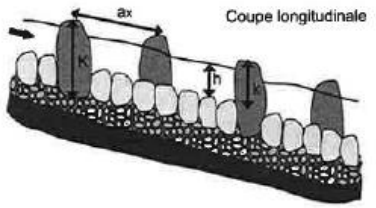


Source : SOMIVAL

Pour un débit proche du QMNA5, la différence entre la ligne d'eau amont et la ligne d'eau aval a été est estimée à 37 cm.

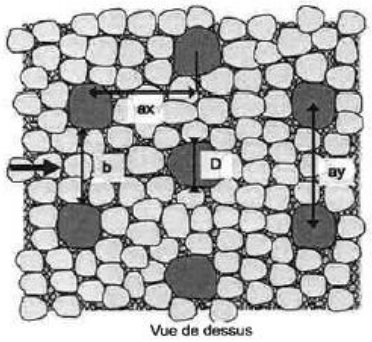
Caractéristiques générale de la passe :

Largeur de la rampe :	20.00 m
Pente longitudinale de la rampe :	4.5 %
Longueur	8 ml



Caractéristiques de l'entrée hydraulique de la passe :

Cote amont radier bas :	213.62 m
Cote amont radier haut :	213.39 m
Pente du dévers latéral :	1.2 %



Caractéristiques géométriques des enrochements :

Diamètre des blocs D :	0.60 m
Hauteur utile des blocs (k) :	0.40 m
Hauteur totale des plots (K) :	0.80 m
Concentration des blocs C :	15.0 %

La plage de fonctionnement du système est très réduite si on considère les critères compatibles avec les deux espèces et s'étend de 2.87 m3/s (débit supérieur au module) à 4.96 m3/s dans la rivière, soit jusqu'à environ 2 fois le module.

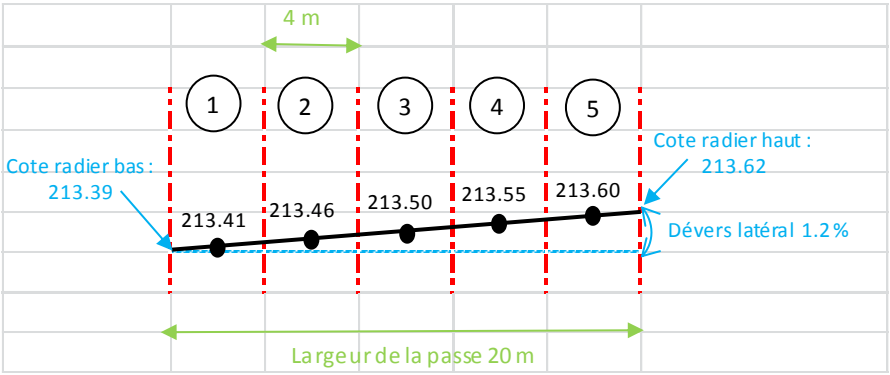
Tableau 16 : Plage de fonctionnement de la rivière de contournement rive droite – Barrage de Fleury – Scénario 1

Débit caractéristique (en m3/s)	Passe	Cote hauteur d'eau amont passe (m NGF)
Module	2.87	213.74
2 Module	4.96	213.87

A noter que la hauteur d'eau de 30 cm nécessaire au brochet est atteinte pour un débit égal au module dans la passe. En revanche, pour des débits plus faibles, la passe peut être accessible à l'anguille et des espèces holobiotiques moins exigeantes en terme de tirant d'eau (chevesne…).

Le fonctionnement de la passe pour différentes lignes d'eau est donné page suivante.

Compte tenu du dévers latéral, le fonctionnement de la passe est décrit par tranche. La largeur de la passe (20 m), a été divisée en 5 tranches de calcul de 4m comme sur le schéma ci-dessous.



Les paramètres débit, vitesse débitante et puissance dissipée sont également décrits selon la forme de la macrorugosité (face à l'écoulement : plane FP ou arrondie FA).

A noter que les lignes d'eau (notamment amont) n'ont pas pu être levées pour le QMNA5 aiguilles enlevées et 2 fois le module, elles ont donc été appréhendées par calcul hydrauliques

Tableau 17 : Fonctionnement de la rivière de contournement selon différentes lignes d'eau en amont – Barrage de Fleury – Scénario 1

Hauteur d'eau moyenne (h) sur les tranches (m) et submersion des macrorugosités (Sub)

Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	231.68		213.74		213.87	
			h	Sub	h	Sub	h	Sub
1	4	213.413	0.27	non	0.33	non	0.46	oui
2	4	213.459	0.22	non	0.28	non	0.41	oui
3	4	213.505	0.18	non	0.24	non	0.37	non
4	4	213.551	0.13	non	0.19	non	0.32	non
5	4	213.597	0.08	non	0.14	non	0.27	non

Débit par tranche et débit total dans la rivière de contournement (m3/s)

Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	231.68		213.74		213.87	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	4	213.413	0.66	0.62	0.82	0.83	1.52	1.52
2	4	213.459	0.53	0.47	0.69	0.67	1.05	1.16
3	4	213.505	0.42	0.34	0.57	0.51	0.92	0.97
4	4	213.551	0.30	0.22	0.45	0.38	0.80	0.80
5	4	213.597	0.18	0.11	0.33	0.25	0.67	0.64
		Débit total (m^3/s) :	**2.09**	**1.76**	**2.87**	**2.64**	**4.96**	**5.09**

Vitesse maximale dans les jets (m/s)

Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	231.68		213.74		213.87	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	4	213.413	1.19	1.41	1.25	1.50		
2	4	213.459	1.13	1.32	1.20	1.43	1.33	1.61
3	4	213.505	1.06	1.23	1.15	1.35	1.29	1.55
4	4	213.551	0.97	1.11	1.08	1.26	1.24	1.49
5	4	213.597	0.87	0.97	1.00	1.15	1.19	1.42

Puissance dissipée (Watt/m3)

Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	231.68		213.74		213.87	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	4	213.413	271	256	276	280	367	367
2	4	213.459	267	235	272	262	281	311
3	4	213.505	262	212	268	242	278	295
4	4	213.551	255	185	263	219	275	277
5	4	213.597	246	151	257	193	272	259

La mise en place de cette passe nécessiterait de terrasser le fond du lit à l'endroit de la passe (destruction partielle du parafouille en rive gauche).

6.2.2 Evaluation des incidences

	Scénario 1 : Passe naturelle en aval du seuil et réduction de la période de pose des aiguilles
Continuité écologique	
Franchissabilité piscicole	• Plage de fonctionnalité réduite pour les espèces holobiotiques
Transit sédimentaire	• Pas de modification par rapport à la situation actuelle
Situation administrative	
Emprise foncière	• Implantation en aval de l'ouvrage (dans le lit mineur)
Caractéristiques techniques des ouvrages	
Sécurité	• Nécessité d'aménager une échelle permettant d'accéder au pied du barrage
Régulation de la ligne d'eau	• Ouvrage pouvant supporter une variation très faible de la ligne d'eau
Etat global de l'ouvrage	• Nécessité de détruire le radier parafouille (déjà largement endommagé) en pied du déversoir circulaire
Situation hydrologique	
Alimentation du canal	• Période de mise en place des aiguilles réduite et donc de la période durant laquelle la ligne d'eau est remontée : mise en place des aiguilles de fin juin à début octobre
Risque inondation	• Pas d'accroissement du risque inondation dans ce secteur
Fonctionnement/qualité de la rivière	
Hydrogéomorphologie	• Pas de modification de la situation actuelle vis-à-vis des berges (marnage) • Modification possible en terme d'habitats pour le brochet lié à la diminution de la période durant laquelle la ligne d'eau est relevée (mais cette période correspond à la fin de la période de migration)
Qualité de l'eau	• Pas de modification de la situation actuelle

6.2.3 Modalités de réalisation des travaux

Accès

L'accès se fera par la rive droite par le chemin menant à l'aire de repos du canal du Nivernais.

La berge rive droite présente une pente de 1H/1V et est protégée par de la maçonnerie mais un accès au lit de la rivière est possible 30 m en aval du barrage.

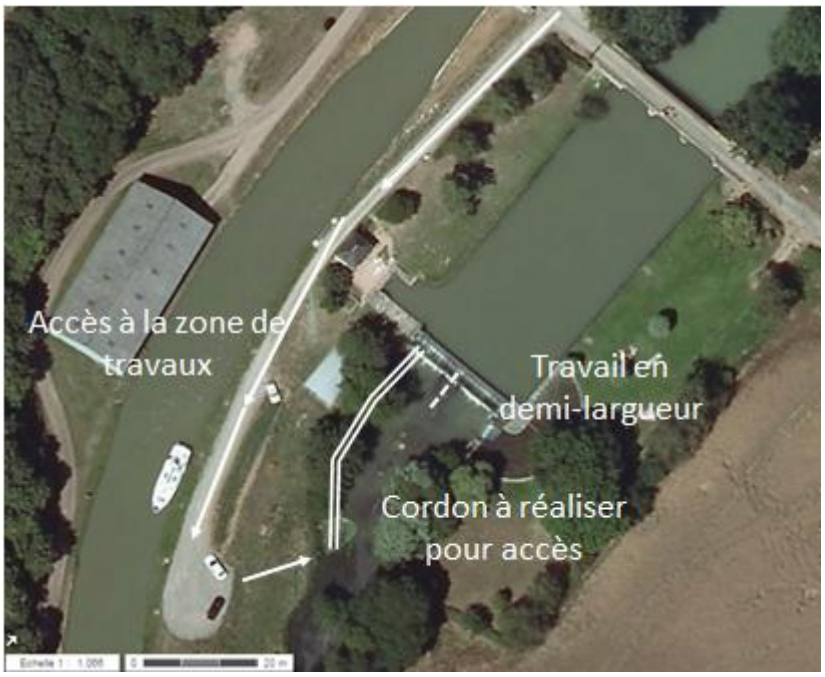
Mise hors d'eau

Un cordon sera créé le long de la berge (qui sera enlevée dans un deuxième temps). Celui-ci permettra l'accès aux engins de chantier au pied de l'ouvrage,

Ce cordon aura une longueur de 30 m et une largeur en crête de 4 m afin de permettre le passage des engins de chantier.

Il sera constitué en tout venant rocheux compacté afin de garantir une bonne tenue. Il sera recouvert d'une bâche imperméable pour assurer son étanchéité.

La réalisation de la passe pourra se faire par demi-largeur de cours d'eau. Un batardeau permettra d'isoler la zone de travail. Les pentes amont et aval de ce batardeau devront être à minima de 1H/1V. L'arase du batardeau devra être calé sur les niveaux atteints pour un débit égal à 3 fois le module (revenant à une hauteur de batardeau de 1 m sur le fond).



Période de réalisation

Les travaux devront être réalisés en période d'étiage soit entre le mois de juin et d'octobre à aiguilles baissée. Compte tenu de l'activité baignade pratiquée en amont de la retenue, les travaux seront réalisée préférentiellement en septembre –octobre.

6.2.4 Entretien du dispositif

Une surveillance et entretien du dispositif devra être réalisé afin de maintenir en permanence de l'accès des poissons migrateurs au dispositif de franchissement. Ces opérations consistent à:

- Vérifier le niveau de dégradation des macrorugosités de la passe.
- Enlever les embâcles dans les macrorugosités.

Cette surveillance doit être réalisée une fois par semaine dans les périodes de fort enjeu migratoire. Le dispositif doit également être visité après chaque épisode de crue afin de vérifier s'il n'a pas été endommagé.

A noter que cet entretien risque d'être complexe si les embâcles sont nombreux et qu'il s'agit d'arbres/troncs.

6.2.5 Investigations complémentaires

Des investigations complémentaires seront nécessaires en phase Projet : réalisation d'un sondage à la pelle en aval de l'ouvrage pour préciser le niveau d'ancrage de l'ouvrage.

6.2.6 Aspects réglementaires

Les travaux envisagés rentrent dans la nomenclature des opérations soumises à déclaration au titre de l'article L 214-3 du code de l'environnement.

Les rubriques définies au tableau de l'article R214-1 du code de l'environnement concernées par ces opérations sont les suivantes :

Rubrique	Nature du projet	Régime
3.1.2.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau : 1°) Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m ; 2°) Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m.	Autorisation **Déclaration**
3.1.5.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens (…) 1°) Destruction de plus de 200 m² de frayères 2°) Dans les autres cas	Autorisation **Déclaration**

6.2.7 Estimation financière

Une estimation financière a été réalisée sur la base des métrés réalisés et des prix unitaires SOMIVAL disponibles sur des chantiers similaires.

Poste	Montant (€ HT)
Etude et installations de chantier	**22 000**
Terrassements /passe à macrorugosités	**23 000**
TOTAL (hors imprévus)	**45 000**
Divers et imprévus (15 %)	**7 000**
TOTAL	**52 000**

Le poste études et installation de chantier comprend :

- L'installation et le rempli du chantier
- Les études d'exécution et de recollement
- La mise hors d'eau du chantier
- La réalisation d'une étude géotechnique
- L'aménagement de l'accès au chantier

Le poste Terrassement comprend :

- L'enlèvement des enrochements en pied d'ouvrage, la destruction partielle du parafouille, le terrassement du lit pour l'implantation de la passe,
- L'évacuation des déblais,
- Le remblaiement autour de l'ouvrage.
- La réalisation d'une couche enrochements bétonnés et d'une bêche d'ancrage
- La mise en place des rugosités de fond
- La mise en place des macrorugosités
- La liaison avec les ouvrages existants

A ce montant de travaux se rajoutent :

- **Des frais de maitrise d'œuvre : 4 000 € HT**
- **Des frais pour réalisation d'une pêche électrique de sauvegarde : 1 200 € HT**

6.3 SCENARIO 2 : CREATION D'UNE ECHANCRURE ET GESTION DE L'OUVRAGE

6.3.1 Description du scénario

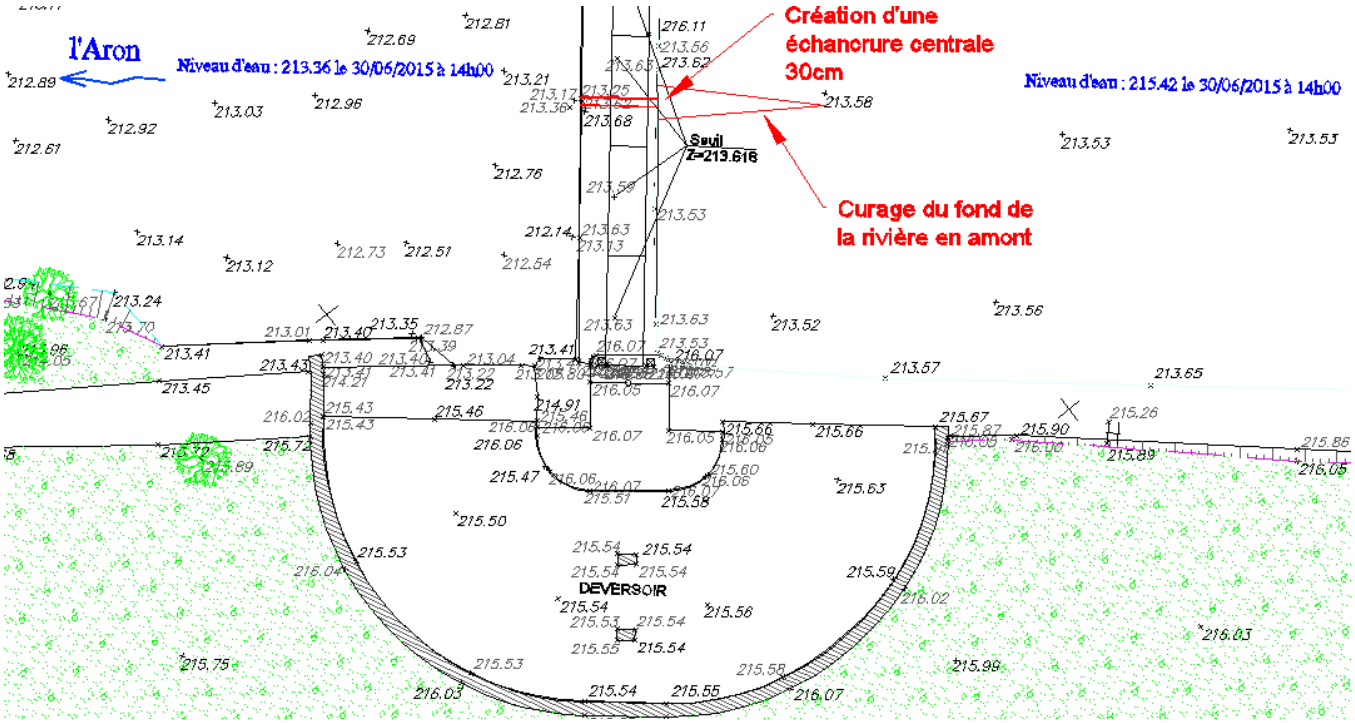
Ce scénario consiste à aménager une échancrure au niveau du radier dans sa partie centrale (destruction partielle). Une butée identique au système actuel devra être mise en place afin de permettre le positionnement des aiguilles.

Les caractéristiques de l'échancrure créée sont les suivantes :

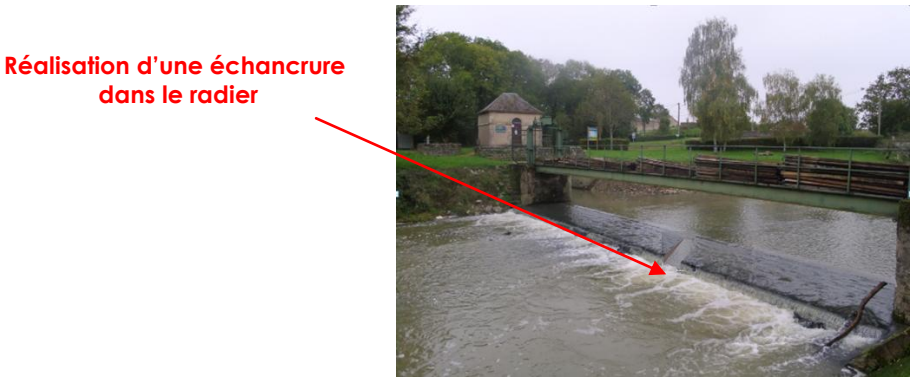
- Cote amont : 213.4 m
- Largeur : 0.3 m
- Pente : 0.015 m/s
- Longueur du radier : 3.43 m

Le fond de la rivière amont devra être curé partiellement afin de permettre l'alimentation de l'échancrure.

Figure 15 : Implantation en plan de l'échancrure – Barrage de Fleury – Scénario 2



Source : SOMIVAL



Les vitesses dans ce dispositif ne sont pas compatibles avec les capacités migratoires de l'anguille (vitesse élevée). La plage de fonctionnement du dispositif pour le brochet est comprise entre un débit proche du QMNA5 et un débit égal à 2 fois le module dans la rivière.

Tableau 18 : Débits dans l'échancrure- Barrage de Fleury – Scénario 2

Débit caractéristique	Cote ligne d'eau amont (m)	Hauteur d'eau (m)	Débit échancrure (m3/s)	Vitesse (m/s)
QMNA5	213.66	0.26	0.139	1.79
Module	213.76	0.36	0.207	1.92
2xModule	213.86	0.46	0.277	2.01

Tableau 19 : Répartition des débits au niveau du barrage de Fleury -Scénario 2

Débit caractéristique	Cours d'eau L'Aron	Débit Echancrure	Débit Barrage	Cote NGF au barrage
QMNA5	0.419	0.139	0.279	213.66
Module	2.036	0.207	1.828	213.76
2xModule	4.381	0.277	4.104	213.86

La mise en place de cette échancrure nécessitera notamment :

- de détruire ponctuellement la maçonnerie constituant le radier à l'aval,
- de réaliser un lissage au ciment sur l'échancrure,
- de mettre en place un système de butée pour les aiguilles au niveau de l'échancrure,
- de remplacer les aiguilles à mettre en place au droit de l'échancrure par des aiguilles plus longues

6.3.2 Evaluation des incidences

	Scénario 2 : Echancrure sur le seuil et réduction de la période de pose des aiguilles
Continuité écologique	
Franchissabilité piscicole	• Période limitée à 2 à 3 mois maximum pour la montaison • Fonctionnalité en montaison et dévalaison
Transit sédimentaire	• Peu de modification par rapport à la situation actuelle
Situation administrative	
Emprise foncière	• Implantation sur l'ouvrage (dans le lit mineur)
Caractéristiques techniques des ouvrages	
Sécurité	• Nécessité d'aménager une échelle permettant d'accéder au pied du barrage
Régulation de la ligne d'eau	• Ouvrage pouvant supporter une certaine variation de la ligne d'eau
Etat global de l'ouvrage	• Nécessité de détruire une partie du radier pour implanter la passe • Nécessiter de mettre en place un système de butée pour retenir les aiguilles – **Difficultés de mise en place des aiguilles dans la butée**
Situation hydrologique	
Alimentation du canal	• Période de mise en place des aiguilles réduite et donc de la période durant laquelle la ligne d'eau est remontée : mise en place des aiguilles de fin juin à début octobre
Risque inondation	• Pas d'accroissement du risque inondation dans ce secteur
Fonctionnement/qualité de la rivière	
Hydrogéomorphologie	• Pas de modification de la situation actuelle vis-à-vis des berges (marnage) • Modification possible en terme d'habitats pour le brochet lié à la diminution de la période durant laquelle la ligne d'eau est relevée (mais cette période correspond à la fin de la période de migration)
Qualité de l'eau	• Pas de modification de la situation actuelle

6.3.3 Modalités de réalisation des travaux

Accès

L'accès se fera par la rive droite par le chemin menant à l'aire de repos du canal du Nivernais. Compte tenu du chemin et des travaux à réaliser, seuls des engins de chantier de petite taille pourront être utilisés.

La berge rive droite présente une pente de 1H/1V et est protégée par de la maçonnerie mais un accès au lit de la rivière est possible 30 m en aval du barrage.

Mise hors d'eau

Un cordon sera créé le long de la berge (qui sera enlevée dans un deuxième temps). Celui-ci permettra l'accès aux engins de chantier au pied de l'ouvrage,

Ce cordon aura une longueur de 30 m et une largeur en crête de 3 m afin de permettre le passage des petits engins de chantier.

Il sera constitué en tout venant rocheux compacté afin de garantir une bonne tenue. Il sera recouvert d'une bâche imperméable pour assurer son étanchéité.

La mise hors d'eau du chantier pourra se faire à l'aide de bigs-bags.

Période de réalisation

Les travaux devront être réalisés en période d'étiage soit entre le mois de juin et d'octobre à aiguilles baissée. Compte tenu de l'activité baignade pratiquée en amont de la retenue, les travaux seront réalisée préférentiellement en septembre –octobre.

6.3.4 Entretien du dispositif

Une surveillance et un entretien du dispositif devra être réalisé afin de maintenir en permanence de l'accès des poissons migrateurs au dispositif de franchissement. Ces opérations consistent à contrôler l'entrée de de l'échancrure et enlever les embâcles.

Cette surveillance doit être réalisée 1 fois par semaine dans les périodes de fort enjeu migratoire. Le dispositif doit également être visité après chaque épisode de crue afin de vérifier si le dispositif n'a pas été endommagé.

6.3.5 Investigations complémentaires

Des investigations complémentaires seront nécessaires en phase Projet : réalisation d'un sondage destructif.

6.3.6 Aspects réglementaires

Les travaux envisagés rentrent dans la nomenclature des opérations soumises à déclaration au titre de l'article L 214-3 du code de l'environnement.

Les rubriques définies au tableau de l'article R214-1 du code de l'environnement concernées par ces opérations sont les suivantes :

Rubrique	Nature du projet	Régime
3.1.2.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau : 1°) Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m ; 2°) Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m.	Autorisation **Déclaration**
3.1.5.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens (…) 1°) Destruction de plus de 200 m² de frayères 2°) Dans les autres cas	Autorisation **Déclaration**

6.3.7 Estimation financière

Une estimation financière a été réalisée sur la base des métrés réalisés et des prix unitaires SOMIVAL disponibles sur des chantiers similaires.

Poste	Montant (€ HT)
Etude et installations de chantier	**14 000**
Terrassements /génie civil	**4 000**
TOTAL (hors imprévus)	**18 000**
Divers et imprévus (15 %)	**3 000**
TOTAL	**21 000**

Le poste études et installation de chantier comprend :

- L'installation et le rempli du chantier
- Le dossier de recollement
- La mise hors d'eau du chantier
- La réalisation d'une étude géotechnique
- L'aménagement de l'accès au chantier

Le poste Terrassement/ Génie civil comprend :

- La destruction du radier en maçonnerie au droit de l'échancrure,
- Le curage du fond du lit en amont immédiat de l'échancrure afin d'assurer son alimentation,
- L'évacuation des déblais,
- La reprise en béton au droit de l'échancrure et la création d'une buttée,
- La fourniture de nouvelles aiguilles en bois.

A ce montant de travaux se rajoutent :

- **Des frais de maitrise d'œuvre : 2 000 € HT**
- **Des frais pour réalisation d'une pêche électrique de sauvegarde : 1 200 € HT**

> Les deux solutions proposées ne sont pas optimales d'un point de vue continuité écologique et nécessitent des investissements et un suivi non négligeables au regard des bénéfices attendus.
>
> Compte tenu de la hauteur de chute observée lorsque les aiguilles sont enlevées, un aménagement plus rustique pourrait éventuellement être mis en place afin de faciliter la montaison de l'anguille (mise d'enrochements et/ou aménagement de macrorugosités sur une petite partie du radier en rive droite).

6.4 SCENARIO 3 : MISE EN PLACE D'UN AMENAGEMENT RUSTIQUE EN ENROCHEMENTS ET GESTION DE L'OUVRAGE

6.4.1 Description du scénario

Suite à la réunion qui s'est tenue le 27/04/2016, et après consultation de l'ONEMA, l'établissement Loire Bretagne a souhaité que soit étudiée une troisième solution, les scénarios 1 et 2 étant peu satisfaisants : aménagement trop conséquent du radier ou échancrure inefficace.
L'ONEMA souhaite que soit proposé un aménagement visant à casser les vitesses et/ou la chute mais seulement sur une partie du radier.

Ce scénario 3 doit :

- Proposer une solution plus rustique (solution présentant un cout/bénéfice en cohérence avec l'impact actuel de l'ouvrage),
- Ne pas modifier le radier (volonté du Conseil Départemental),
- Etre compatible avec la liste des espèces ciblées.

La solution proposée a été envisagée en prenant en compte ces objectifs et la configuration de l'ouvrage actuel.

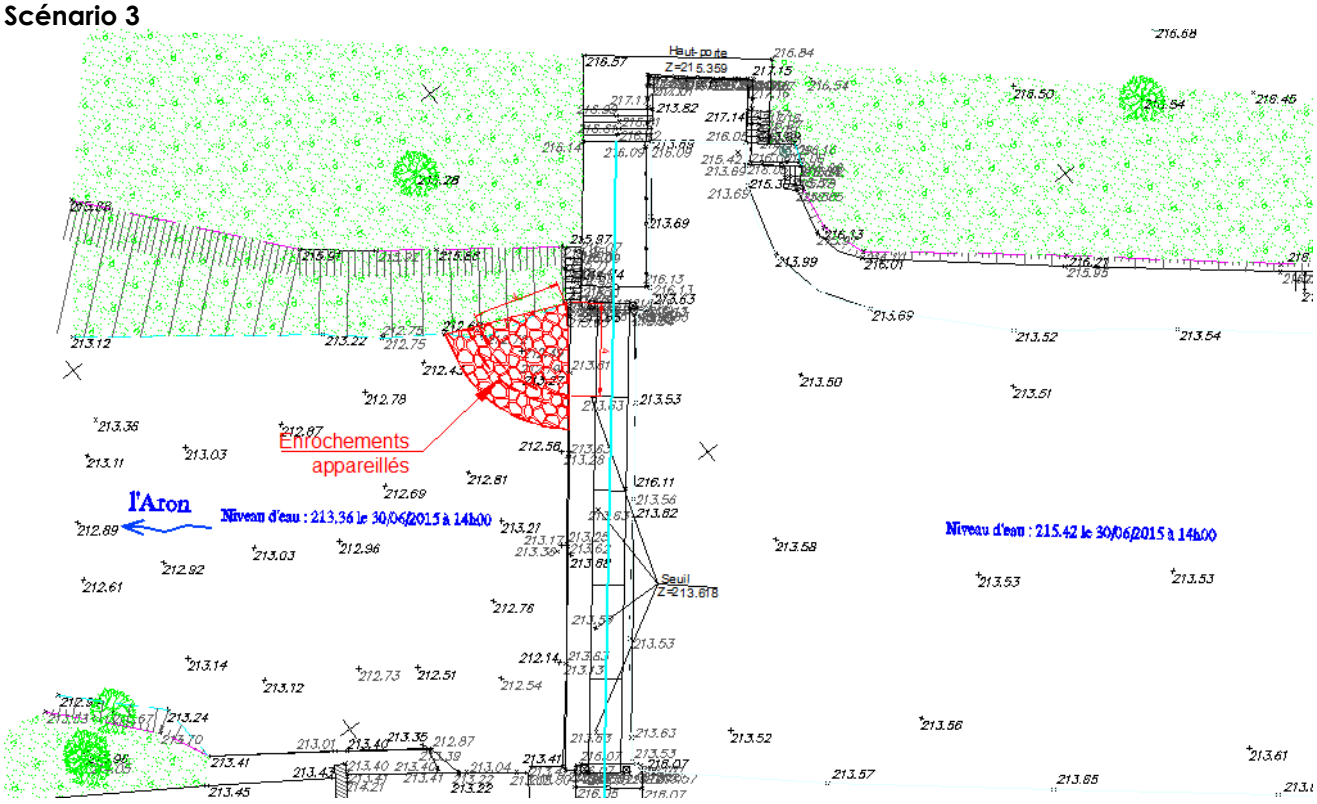
Compte tenu de l'aspect rustique de l'ouvrage, l'aménagement proposé ne doit pas être « figé » (liaisonnement béton) afin qu'il puisse être modifié éventuellement après évaluation de son efficacité en période de migration.

Le dispositif envisagé consisterait à mettre en place côté rive droite des enrochements libres appareillés en pied de radier de manière à créer une sorte de plate-forme intermédiaire entre le radier et le fond.
Afin de relever la ligne d'eau sur cette plate-forme, une rangée d'enrochements de taille plus importante sera mise en place à sa périphérie (création d'un pseudo bassin).

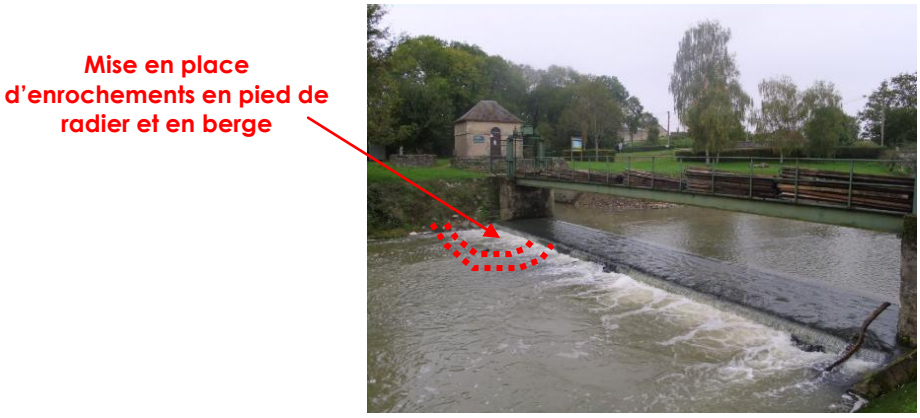
Cet aménagement permettrait (en dehors de la période de pose des aiguilles):

- de disposer d'une surface de reptation pour l'anguille pendant la période d'étiage,
- de fractionner ponctuellement la chute pour le brochet pour des débits moyens.

Figure 16 : Implantation de l'aménagement rustique en enrochements – Barrage de Fleury – Scénario 3



Source : SOMIVAL

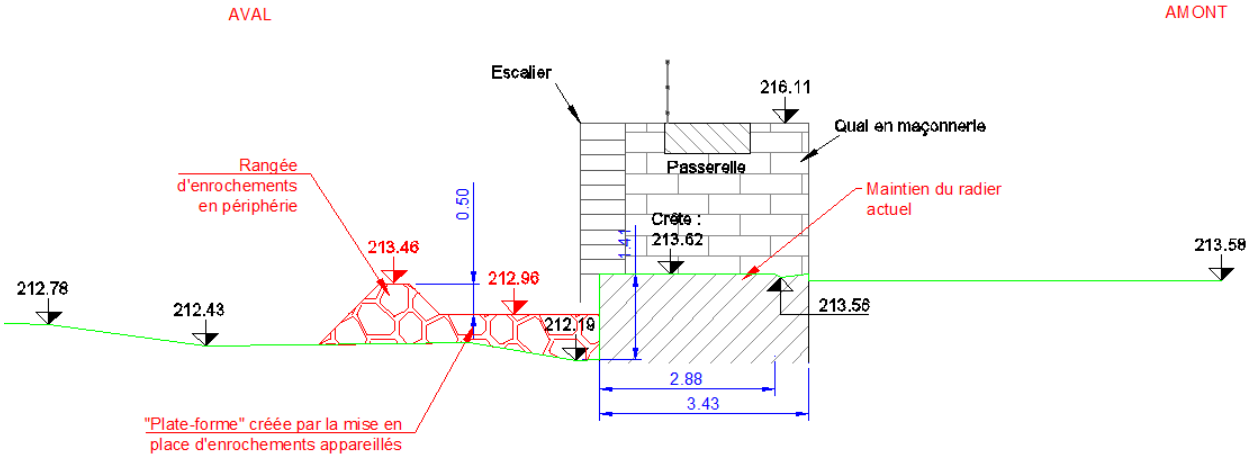


A noter que cet ouvrage ne constitue pas un pré-barrage à proprement parlé et ne peut donc être dimensionné comme tel : le radier actuel n'étant pas modifié, il n'y a pas d'alimentation spécifique de cet aménagement (déversement sur la longueur totale du radier pour toute condition de débit).

Compte tenu de la longueur du déversoir (20 m) et de la chute maximale observée de l'ordre de 37 cm (en dehors de la période de pose des aiguilles), nous proposons de mettre en place ces enrochements en pied du radier sur une longueur de 4 m (hors rangée d'enrochements périphérique). Ces enrochements seront disposés sur la même longueur en berge de manière à créer une « plate-forme » de surface d'environ 9 m².

A cet endroit, le fond du cours d'eau aval est légèrement plus profond que dans sa partie centrale (cote fond actuel rive droite : 212.43 m NGF), il sera donc rehaussé à la cote 212.96 m NGF par la mise en place d'enrochements et la rangée d'enrochements périphérique sera calé à la cote 213.46 m NGF (niveaux repères approximatifs compte tenu de l'aspect rustique de l'aménagement – cf. coupe schématique ci-dessous)

Figure 17 : Coupe schématique de l'aménagement en enrochements – Barrage de Fleury – Scénario 3



Les enrochements seront de diamètre compris entre 0.30 m et 0.50 m et les interstices seront remplis de blocs plus petits de manière à permettre à l'anguille d'avoir des points d'accroche lors de la montaison. Les plus petits blocs seront mis en place, côté berge, en pied du radier en maçonnerie pour faciliter la montaison de l'anguille.

Compte tenu de l'aspect rustique de cet aménagement, une attention particulière devra être portée surtout à la mise en œuvre : les enrochements ne devront pas être déversés mais arrangés afin de ne pas créer de singularités hydrauliques.

La mise en place de ce cordon rocheux nécessitera peu d'aménagements hormis la réalisation d'un accès à la zone de travaux (hauteur et pente de berge importantes au droit de l'aménagement).

6.4.2 Evaluation des incidences

	Scénario 2 : Echancrure sur le seuil et réduction de la période de pose des aiguilles
Continuité écologique	
Franchissabilité piscicole	• Amélioration de la franchissabilité de l'anguille en montaison sauf pendant la période de mise en place des aiguilles • Amélioration de la franchissabilité des brochets pour les débits moyens (fractionnement de la chute)
Transit sédimentaire	• Pas de modification par rapport à la situation actuelle
Situation administrative	
Emprise foncière	• Implantation dans le lit mineur en aval de l'ouvrage sur une surface limitée
Caractéristiques techniques des ouvrages	
Sécurité	• Nécessité d'aménager une échelle permettant d'accéder au pied du barrage
Régulation de la ligne d'eau	• Non modifiée
Etat global de l'ouvrage	• Pas de modification de l'ouvrage actuel
Situation hydrologique	
Alimentation du canal	• Période de mise en place des aiguilles réduite et donc de la période durant laquelle la ligne d'eau est remontée : mise en place des aiguilles de fin juin à début octobre
Risque inondation	• Pas d'accroissement du risque inondation dans ce secteur
Fonctionnement/qualité de la rivière	
Hydrogéomorphologie	• Pas de modification de la situation actuelle vis-à-vis des berges (marnage) • Modification possible en terme d'habitats pour le brochet lié à la diminution de la période durant laquelle la ligne d'eau est relevée (mais cette période correspond à la fin de la période de migration)
Qualité de l'eau	• Pas de modification de la situation actuelle

6.4.3 Modalités de réalisation des travaux

Accès

L'accès se fera par la rive droite par le chemin menant à l'aire de repos du canal du Nivernais.

La berge rive droite présente une pente de 1H/1V et est protégée par de la maçonnerie mais un accès au lit de la rivière est possible 30 m en aval du barrage.

Mise hors d'eau

Un cordon sera créé le long de la berge (qui sera enlevée dans un deuxième temps). Celui-ci permettra l'accès aux engins de chantier au pied de l'ouvrage,

Ce cordon aura une longueur de 30 m et une largeur en crête de 3 m afin de permettre le passage des petits engins de chantier.

Il sera constitué en tout venant rocheux compacté afin de garantir une bonne tenue. Il sera recouvert d'une bâche imperméable pour assurer son étanchéité.

La mise hors d'eau du chantier se fera à l'aide de bigs-bags.

Période de réalisation

Les travaux devront être réalisés en période d'étiage soit entre le mois de juin et d'octobre à aiguilles baissée. Compte tenu de l'activité baignade pratiquée en amont de la retenue, les travaux seront réalisée préférentiellement en septembre –octobre.

6.4.4 Entretien du dispositif

Une surveillance et un entretien du dispositif devra être réalisé afin de maintenir en permanence de l'accès des poissons migrateurs au dispositif de franchissement. Ces opérations consistent à enlever les embâcles.

Cette surveillance doit être réalisée 1 fois par semaine dans les périodes de fort enjeu migratoire. Le dispositif doit également être visité après chaque épisode de crue afin de vérifier si le dispositif n'a pas été endommagé.

6.4.5 Investigations complémentaires

Aucune investigation complémentaire n'est prévue au stade projet.

6.4.6 Aspects réglementaires

Les travaux envisagés rentrent dans la nomenclature des opérations soumises à déclaration au titre de l'article L 214-3 du code de l'environnement.

Les rubriques définies au tableau de l'article R214-1 du code de l'environnement concernées par ces opérations sont les suivantes :

Rubrique	Nature du projet	Régime
3.1.2.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau : 1°) Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m ; 2°) Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m.	Autorisation **Déclaration**
3.1.5.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens (…) 1°) Destruction de plus de 200 m² de frayères 2°) Dans les autres cas	Autorisation **Déclaration**

6.4.7 Estimation financière

Une estimation financière a été réalisée sur la base des métrés réalisés et des prix unitaires SOMIVAL disponibles sur des chantiers similaires :

Poste	Montant (€ HT)
Etude et installations de chantier	**7 500**
Terrassements	**6 000**
TOTAL (hors imprévus)	**13 500**
Divers et imprévus (15 %)	**2 000**
TOTAL	**15 500**

Le poste études et installation de chantier comprend :

- L'installation et le rempli du chantier
- La mise hors d'eau du chantier
- L'aménagement de l'accès au chantier

Le poste Terrassement comprend la mise en œuvre des enrochements.

7- SCENARIOS BARRAGE DE PANNECOT

7.1 DEBITS CARACTERISTIQUES AU DROIT DU BARRAGE ET LIGNES D'EAU

Débits caractéristiques

Pour rappel, l'étude réalisée par Hydratec pour le par le Service Hydrologie et Voies Navigables (SHVN) de la Direction Départementale de l'Equipement de la Nièvre en 2007 avait permis de déterminer les débits suivants :

Tableau 20 : Débit caractéristiques au droit de l'ouvrage de Panneçot déterminé dans l'étude Hydratec

	Superficie (km^2)	VCN3 (m^3/s)	QMNA5 (m^3/s)	Module (m^3/s)	Q10 (m^3/s)	Q50 (m^3/s)	Qréservé (m^3/s)
Barrage Panneçot	431	0,22	0,35	5,6	85	105	0,56

Source : Hydratec – Etude diagnostic des prises d'eau du canal du Nivernais – VNF – DDE 58 – Septembre 2007

Lors de la réunion du 22/09/2015, les membres du comité de pilotage ont souhaité ne pas tenir compte des débits déterminés dans cette étude dont l'objectif était différent de l'étude en cours.

Les débits caractéristiques de l'Aron, pris en compte au droit du barrage ont donc été déterminés à partir de la station de Chatillon-en-Bazois (calcul au prorata du bassin versant).

Tableau 21 : Débits caractéristiques au droit de l'ouvrage de Panneçot retenus

	Superficie (km^2)	QMNA5 (m^3/s)	Module (m^3/s)	2Module (m^3/s)	Qréservé (m3/s)
Station de Chatillon-en-Bazois	179	0.35	1.74	3.48	
Barrage Panneçot	**431**	**0.84**	**4.19**	**8.38**	**0.42**

Source : Banque Hydro

Les débits caractéristiques de l'Aron, pris en compte au droit du barrage sont ceux déterminés dans le cadre de l'étude réalisée par Hydratec pour le par le Service Hydrologie et Voies Navigables (SHVN) de la Direction Départementale de l'Equipement de la Nièvre en 2007.

Lignes d'eau relevées

Plusieurs campagnes de levés de lignes d'eau ont été réalisées par le cabinet de géomètres Techniques topo, l'Etablissement public Loire et SOMIVAL.

Tableau 22 : Lignes d'eau au droit de l'ouvrage de Panneçot

Date du levé	Ldo amont barrage RG (m NGF)	Ldo aval barrage RG (m NGF)	Dh barrage RG (m)	Ldo amont barrage RD (m NGF)	Ldo aval barrage RD (m NGF)	Dh barrage RD (m)	Heure de mesure levé ldo	Opérateur levé ldo	Débit station (m3/s)	Source débit station	Observation
02/07/2015	208.39	205.7	2.69	208.39	205.52	2.87	15h00	Technique Topo	0.777	Banque Hydro*	Vanne fermée
16/07/2015	208.33	206.5	1.83				NC	EPL	0.579	Banque Hydro**	Vanne fermée Mesure aval douteuse
19/10/2015	208.37	205.75	2.62	208.39	205.59	2.8	9h00	SOMIVAL	0.822	DREAL	Vanne fermée
27/11/2015	208.45	205.99	2.46	208.4	205.72	2.68	16h00	SOMIVAL	1.026	DREAL	Vanne fermée
07/01/2016	208.53	206.45	2.08				14h30	EPL	7.199	DREAL	Vanne ouverte
18/01/2016	208.43	206.07	2.36	208.42	205.75	2.67	14h45	SOMIVAL	1.45	DREAL	Vanne fermée
28/04/2016	208.47	206.02	2.45				16h	EPL	2.88	Banque Hydro*	Vanne ouverte

* QTVAR, ** QJM

Compte tenu du régime de l'Aron (niveau anormalement bas depuis le début de l'étude et cours d'eau très réactif), il a été très difficile de réaliser des mesures pour un débit proche de 2xmodule avec vannes fermées.

A noter que les mesures de ligne d'eau à l'aval du barrage réalisées par l'EPL le 16/07/2015 sont peu fiables, la densité du couvert végétal perturbant fortement le signal du GPS.

Le calage des dispositifs de franchissement a été réalisé sur la base des levés des lignes d'eau :

Date	**Ligne d'eau amont barrage rive gauche (m NGF)**	**Ligne d'eau aval barrage rive gauche (m NGF)**	**DH barrage rive gauche (m)**	**Ligne d'eau amont barrage rive droit (m NGF)**	**Ligne d'eau aval barrage rive droite (m NGF)**	**DH barrage rive gauche (m)**
QMNA5	208.39	205.7	2.69	208.39	205.52	2.87
Module	208.45	205.99	2.46	208.4	205.72	2.68

Nous avons pris également l'hypothèse que la vanne était en position fermée durant la plage de fonctionnalité de la passe (d'après les consignes, en période de basse et de moyenne eux, la vanne levante est entièrement fermée).

A noter que pour la phase Projet, des lignes d'eau à un débit égal à 2xmodule devront être relevées afin de dimensionner plus finement l'ouvrage (notamment le relevé des lignes d'eau aval qui est difficile à appréhender par calculs hydrauliques compte tenu de la configuration du site).

7.2 SCENARIO 1 : RIVIERE DE CONTOURNEMENT EN RIVE DROITE

7.2.1 Description du scénario

Les travaux consistent à installer une rivière de contournement en partie sur le déversoir rive gauche. Cette rivière est constituée de blocs en enrochements permettant de dissiper l'énergie et de réduire les vitesses d'écoulement.

Afin d'augmenter l'attractivité du dispositif, le pied de l'ouvrage se situera en aval immédiat du seuil empierré situé 40 m en aval du barrage.

La rampe présentera un dévers latéral de manière à élargir la plage de fonctionnement de l'ouvrage et à maintenir un tirant d'eau faible sur la partie « haute » de la rampe pour le franchissement de l'anguille.

La rugosité de fond, permettant de diminuer les vitesses d'écoulement, est obtenue en disposant de petits blocs sur le radier, de 0.4 m de hauteur. Ces blocs sont jointoyés jusqu'à mi-hauteur de manière à conserver une rugosité en surface mais aussi de stabiliser l'ouvrage et les macrorugosités.

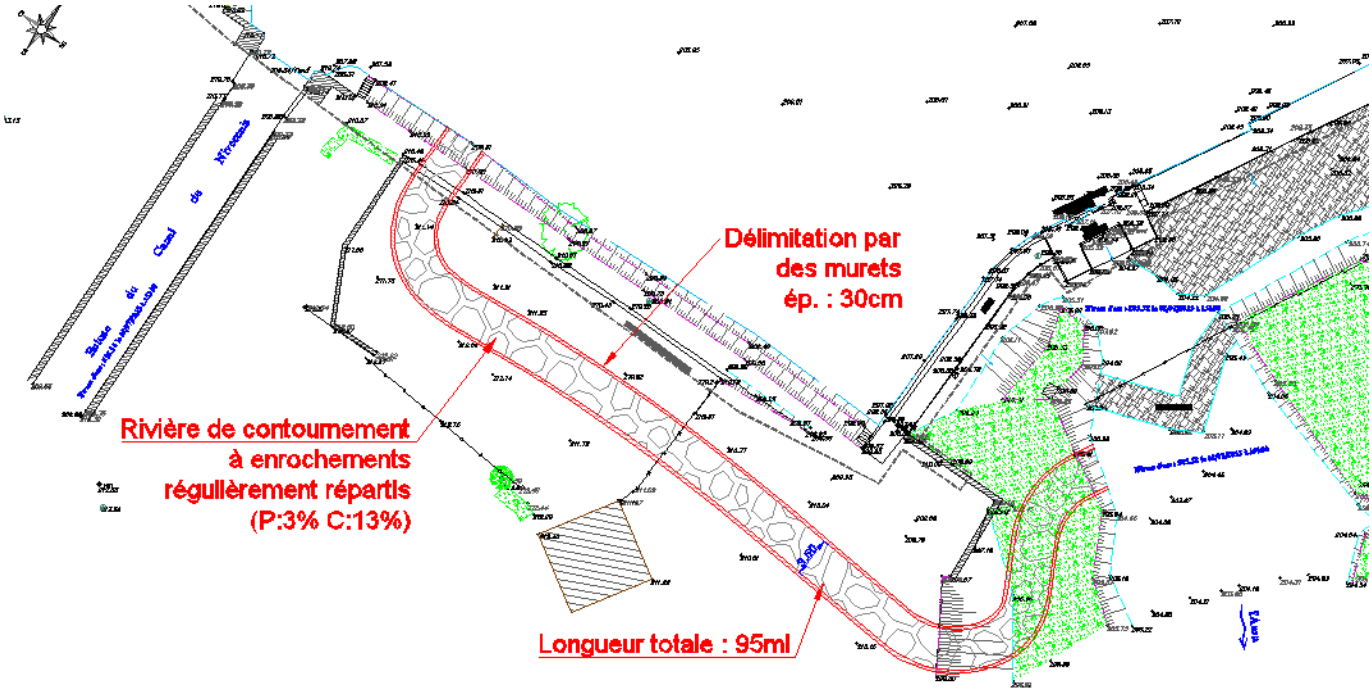
Figure 18 : Localisation de l'ouvrage à créer sur photo aérienne

Exemple de rivière de contournement

Source : Guide technique conception des passes « naturelles» - GHAAPPE –AE Adour Garonne

Pour un débit proche du QMNA5, la différence entre la ligne d'eau amont du déversoir rive droite et la ligne d'eau aval du seuil empierré est de 2.87 m.

Figure 19 : Implantation en plan de la rivière de contournement rive droite – Barrage de Panneçot – Scénario 1



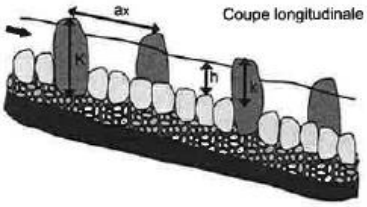
Pied de la rivière de contournement

Implantation de la rivière de contournement

Entrée de la rivière de contournement

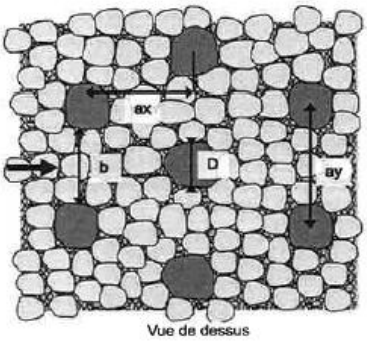
Caractéristiques générale de la passe :

Largeur de la rampe :	3.5 m
Pente longitudinale de la rampe :	3 %
Longueur	95 ml



Caractéristiques de l'entrée hydraulique de la passe :

Cote amont radier bas :	208.04 m
Cote amont radier haut :	208.13 m
Pente du dévers latéral :	2.5 %



Caractéristiques géométriques des enrochements :

Diamètre des blocs D :	0.40 m
Hauteur utile des blocs (k) :	0.45 m
Hauteur totale des plots (K) :	0.90 m
Concentration des blocs C :	13.0 %

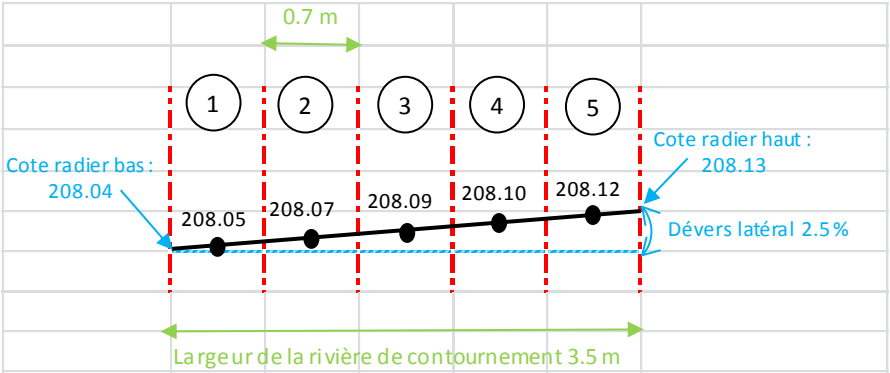
La plage de fonctionnement du système s'étend de 409 l/s à 929m3/s dans la rivière, soit jusqu'à environ 2 fois le module. Les débits (en m3/s) sont répartis de la façon suivante :

Tableau 23 : Plage de fonctionnement de la rivière de contournement rive droite – Barrage de Panneçot – Scénario 1

Débit caractéristique (en m3/s)	Cours d'eau l'Aron	Déversoir rive droite	Vanne	Déversoir rive gauche	Passe	Cote hauteur d'eau m NGF
Débit réservé	0.41	0.000	0.000	0.000	0.409	208.35
QMNA5	0.78	0.000	0.000	0.337	0.443	208.37
Module	4.31	0.531	0.000	3.219	0.562	208.44
2 Module	8.49	1.319	0.000	6.246	0.929	208.49

Le fonctionnement de la passe pour différentes lignes d'eau amont est donné ci-dessous.

Compte tenu du dévers latéral, le fonctionnement de la passe est décrit par tranche. La largeur de la passe (3.5 m), a été divisée en 5 tranches de calcul de 0.7m comme sur le schéma ci-dessous.



Les paramètres débit, vitesse débitante et puissance dissipée sont également décrits selon la forme de la macrorugosité (face à l'écoulement : plane FP ou arrondie FA).

A noter que les lignes d'eau n'ont pas pu être levées pour le débit réservé et 2 fois le module, elles ont donc été appréhendées par calcul hydrauliques

Tableau 24 : Fonctionnement de la rivière de contournement selon différentes lignes d'eau en amont – Barrage de Panneçot – Scénario 1

Hauteur d'eau moyenne sur les tranches (m) et submersion des macrorugosités (Sub)

Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	208.35		208.37		208.44		208.49	
			h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub
1	0.7	208.05	0.30	non	0.32	non	0.39	non	0.44	non
2	0.7	208.07	0.28	non	0.30	non	0.37	non	0.42	non
3	0.7	208.09	0.27	non	0.29	non	0.36	non	0.41	non
4	0.7	208.10	0.25	non	0.27	non	0.34	non	0.39	non
5	0.7	208.12	0.23	non	0.25	non	0.32	non	0.37	non

Débit par tranche et débit total dans la rivière de contournement (m3/s)

Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	208.35		208.37		208.44		208.49	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0.7	208.05	0.09	0.11	0.10	0.12	0.12	0.16	0.14	0.19
2	0.7	208.07	0.09	0.10	0.09	0.11	0.12	0.15	0.14	0.18
3	0.7	208.09	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11	0.14	0.13	0.17
4	0.7	208.10	0.08	0.08	0.08	0.09	0.11	0.13	0.12	0.15
5	0.7	208.12	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.12	0.12	0.14
		Débit total (m^3/s) :	**0.41**	**0.45**	**0.44**	**0.50**	**0.56**	**0.68**	**0.65**	**0.83**

Vitesse maximale dans les jets (m/s)

Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	208.35		208.37		208.44		208.49	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0.7	208.05	0.96	1.15	0.97	1.18	1.03	1.25	1.06	1.30
2	0.7	208.07	0.94	1.13	0.96	1.15	1.02	1.23	1.05	1.28
3	0.7	208.09	0.93	1.11	0.94	1.13	1.00	1.21	1.04	1.27
4	0.7	208.10	0.91	1.08	0.93	1.11	0.99	1.19	1.03	1.25
5	0.7	208.12	0.89	1.06	0.91	1.08	0.97	1.17	1.01	1.23

Puissance dissipée (Watt/m3)

Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	208.35		208.37		208.44		208.49	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0.7	208.05	131	150	132	155	134	169	136	179
2	0.7	208.07	131	146	131	151	134	166	135	175
3	0.7	208.09	130	142	131	147	133	162	135	172
4	0.7	208.10	129	138	130	142	132	158	134	168
5	0.7	208.12	128	133	129	138	132	154	134	165

La mise en place de cette passe nécessiterait :

- de terrasser la berge en rive droite pour créer un chenal jusqu'au pied aval du déversoir
- d'aménager l'entrée et la sortie de ce chenal dans le muret existant
- d'aménager une passerelle pour accéder au déversoir

> Au vu des premiers éléments technique présentés lors du COTEH du 22/09/2015, cette solution n'a pas fait l'objet d'une analyse plus détaillée en raison :
>
> - des contraintes techniques importantes de réalisation,
> - du manque d'attractivité de cet ouvrage lié à son implantation.

7.3 SCENARIO 2 : PASSE A BASSIN EN RIVE GAUCHE

7.3.1 Description du scénario

Ce scénario consiste à implanter une passe à bassins en rive gauche, à l'extrémité du déversoir.

Compte tenu de la configuration du barrage, cette implantation à l'avantage :

- d'être sur le chemin le plus long à parcourir par les poissons en montaison,
- d'être dans l'axe direct du flot principal de l'Aron,
- de pouvoir disposer l'entrée de la passe au pied de la chute.

Pour l'entretien, un accès sera réalisé en pied de la terrasse du restaurant la Rustine. Une clôture et un portillon fermé seront mis en place afin d'en interdire l'accès. L'ensemble des bassins sera recouvert d'un caillebotis afin d'éviter tout risque de chute.

Figure 20 : Localisation de l'ouvrage à créer sur photo aérienne

Photo montage d'implantation de la passe (hors aménagements paysagers)

Les hypothèses de dimensionnement de la passe sont les suivantes :

- Montaison par passe en rive droite
- Fonctionnement nominal : environ 150 L/s
- Hauteur moyenne à remonter : 2.69 m
- Puissance maximale dissipée : 150 W/m3
- Hauteur de chute entre chaque bassin : 25 cm
- Débit d'attrait permettant de compléter le débit réservé

L'entrée de la passe sera positionnée au plus près de la chute (sans être masquée par elle, ni se situer dans le remous aval).

Le dimensionnement de la passe à bassins a été réalisé à l'aide du logiciel de calcul CASSIOPEE Version 2.2 du CSP (1993-1996).

La passe sera composée de 10 bassins et 11 chutes à fentes.

Les caractéristiques géométriques de la passe sont les suivantes :

- Longueur des bassins : 3.2 m (sauf bassin retour : 4.6 m)
- Largeur des bassins : 2.2 m (sauf bassin retour : 1.54 m)
- Largeur de la fente : 0.25 m

Afin de faciliter le passage des espèces n'ayant pas de capacité de saut, comme l'Anguille, les fentes seront descendues jusqu'au radier qui sera lui-même incliné et rugueux (macro rugosités de 20 à 30 cm de diamètre ancré à mi-hauteur dans le radier ancré à mi-hauteur dans le radier).

Une échancrure sera également réalisée au niveau du barrage à proximité de la basse afin de compléter le débit de la passe pour atteindre le débit réservé de 0.4 m3/s. Cette échancrure permettra également d'augmenter l'attractivité de la passe pour les faibles débits. Le barrage sera donc arasé sur une hauteur de 22 cm et une largeur de 0.8 m. A cet endroit, la maçonnerie sera reprise.

Le débit de dimensionnement nominal de la passe est de 270 l/s (correspondant au débit réservé). Elle est conçue pour fonctionner jusqu'à environ 2 fois le module dans la rivière, ce qui représente un débit dans la passe d'environ 324 l/s.

Selon ce dimensionnement, 4 lignes d'eau ont été simulées :

→ *Ligne d'eau 01 :* Débit réservé, soit 270 l/s dans la passe

→ *Ligne d'eau 02 :* Débit proche du QMNA5, soit 281 l/s dans la passe

→ *Ligne d'eau 03 :* Module, soit 305 l/s dans la passe

→ *Ligne d'eau 04 :* 2 fois le module, soit 324 l/s dans la passe

A noter que les lignes d'eau n'ont pas pu être levées pour le débit réservé et 2 fois le module, elles ont donc été appréhendées par calcul hydrauliques et devront être relevées pour affiner les calculs à l'état projet.

La plage de fonctionnement et les débits (en m3/s) sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 25 : Répartition des débits au niveau du barrage de Panneçot - Scénario 2

Débit caractéristique	Cours d'eau L'Aron	Débit Déversoir RD	Débit Déversant Vanne	Débit Déversoir RG	Débit échancrure	Débit Passe	Cote NGF au barrage
Débit réservé	0.42	0.000	0.000	0.000	0.146	0.270	208.35
QMNA5	0.94	0.000	0.000	0.484	0.177	0.281	208.38
Module	4.18	0.670	0.000	2.944	0.257	0.305	208.45
2xModule	8.31	1.695	0.000	5.959	0.332	0.324	208.51

Tableau 26 : Caractéristiques de la passe à bassins à fentes verticales au niveau du barrage de Panneçot- Scénario 2

N° chute	Cote radier amont paroi	Longueur des bassins (m)	Largeur des bassins (m)	N° bassin	Largeur fente (m)	Cote fente
1	207.6				0.25	207.6
		3.2	2.2	1		
2	207.35				0.25	207.35
		3.2	2.2	2		
3	207.1				0.25	207.1
		3.2	2.2	3		
4	206.85				0.25	206.85
		3.2	2.2	4		
5	206.6				0.25	206.6
		3.2	2.2	5		
6	206.35				0.25	206.35
		3.2	2.2	6		
7	206.1				0.25	206.1
		4.6	1.54	7		
8	205.85				0.25	205.85
		3.2	2.2	8		
9	205.6				0.25	205.6
		3.2	2.2	9		
10	205.35				0.25	205.35
		3.2	2.2	10		
11	205.1				0.25	205.1

Figure 21 : Fonctionnement de la passe à bassins à fentes verticales au QMNA5 niveau du barrage de Panneçot- Scénario 2

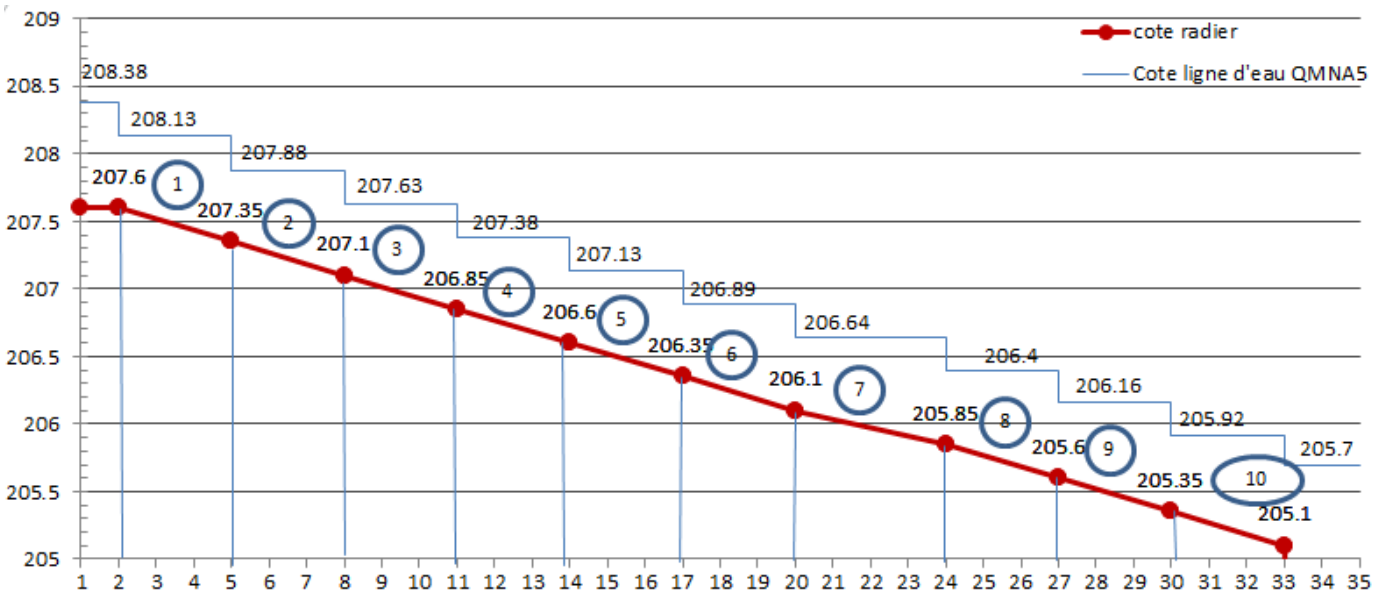


Tableau 27 : Fonctionnement de la passe à bassins à fentes verticales au QMNA5 niveau du barrage de Panneçot- Scénario 2

	Niveau d'eau	Puissance dissipée (W/m3)	Hauteur d'eau dans bassin (m)	Vitesse Débitante	N° chute	Hauteur de chute (m)	Cote du radier amont paroi (m)	Débit dans bassin (m3/s)
Amont	208.38							
					1	0.25	207.6	0.281
1	208.13	150	0.65	0.196				
					2	0.25	207.35	0.281
2	207.881	150	0.651	0.196				
					3	0.249	207.1	0.281
3	207.631	149	0.651	0.196				
					4	0.249	206.85	0.281
4	207.382	149	0.652	0.196				
					5	0.249	206.6	0.281
5	207.134	148	0.654	0.195				
					6	0.248	206.35	0.281
6	206.886	147	0.656	0.194				
					7	0.246	206.1	0.281
7	206.64	145	0.66	0.193				
					8	0.243	205.85	0.281
8	206.397	141	0.667	0.273				
					9	0.239	205.6	0.281
9	206.157	138	0.677	0.188				
					10	0.233	205.35	0.281
10	205.924	131	0.694	0.184				
					11	0.224	205.1	0.281
Aval	205.7							

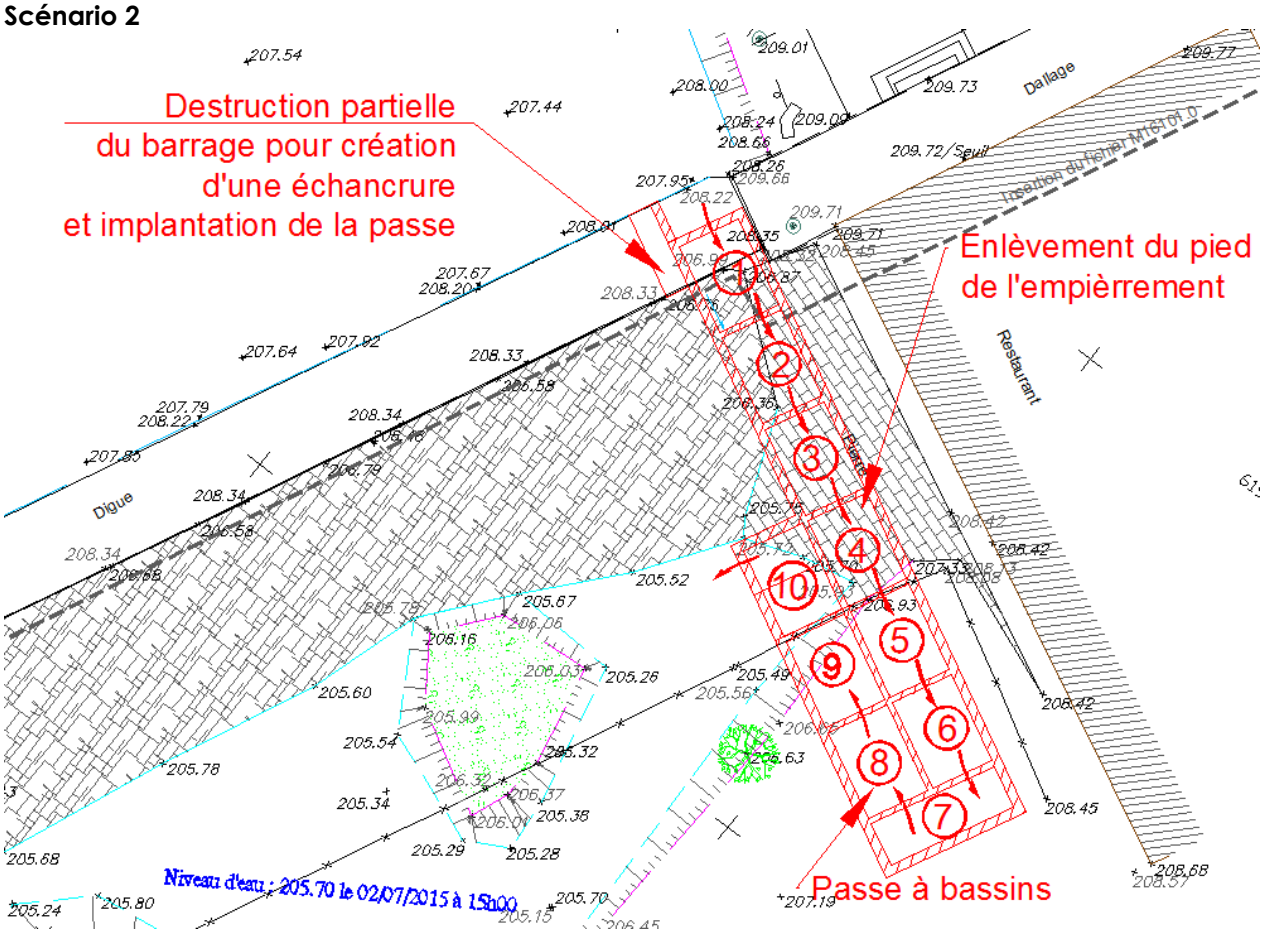
Tableau 28 : Fonctionnement de la passe à bassins à fentes verticales au module au niveau du barrage de Panneçot- Scénario 2

	Niveau d'eau	Puissance dissipée (W/m3)	Hauteur d'eau dans bassin (m)	Vitesse Débitante	N° chute	Hauteur de chute (m)	Cote du radier amont paroi (m)	Débit dans bassin (m3/s)
Amont	208.45							
					1	0.248	207.6	0.305
1	208.202	145	0.722	0.192				
					2	0.247	207.35	0.305
2	207.955	144	0.725	0.191				
					3	0.245	207.1	0.305
3	207.71	142	0.73	0.19				
					4	0.242	206.85	0.305
4	207.469	139	0.739	0.188				
					5	0.237	206.6	0.305
5	207.231	134	0.751	0.184				
					6	0.231	206.35	0.305
6	207	127	0.77	0.18				
					7	0.221	206.1	0.305
7	206.779	117	0.799	0.173				
					8	0.207	205.85	0.305
8	206.572	103	0.842	0.235				
					9	0.19	205.6	0.305
9	206.382	89	0.902	0.153				
					10	0.168	205.35	0.305
10	206.214	72	0.984	0.141				
					11	0.144	205.1	0.305
Aval	206.07							

Tableau 29 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales à deux fois le module au niveau du barrage de Panneçot- Scénario 2

	Niveau d'eau	Puissance dissipée (W/m3)	Hauteur d'eau dans bassin (m)	Vitesse Débitante	N° chute	Hauteur de chute (m)	Cote du radier amont paroi (m)	Débit dans bassin (m3/s)
Amont	208.51							
					1	0.246	207.6	0.324
1	208.264	141	0.784	0.188				
					2	0.243	207.35	0.324
2	208.021	138	0.791	0.186				
					3	0.24	207.1	0.324
3	207.782	135	0.802	0.184				
					4	0.234	206.85	0.324
4	207.547	129	0.817	0.18				
					5	0.227	206.6	0.324
5	207.32	121	0.84	0.175				
					6	0.216	206.35	0.324
6	207.104	111	0.874	0.169				
					7	0.202	206.1	0.324
7	206.903	98	0.923	0.16				
					8	0.184	205.85	0.324
8	206.719	83	0.989	0.213				
					9	0.162	205.6	0.324
9	206.557	68	1.077	0.137				
					10	0.14	205.35	0.324
10	206.417	53	1.187	0.124				
					11	0.117	205.1	0.324
Aval	206.3							

Figure 22 : Implantation de la passe à bassins à fentes verticales - Barrage de Panneçot- Scénario 2



Enlèvement de la végétation et d'une partie des enrochements

Destruction partielle du barrage pour implantation de la passe et de l'échancrure

Terrassement de la parcelle aval - Enlèvement de la végétation

Enlèvement du pied de l'empierrement

La mise en place de cette passe nécessiterait :

- d'acquérir une partie de la parcelle aval,
- d'enlever la végétation dans le lit mineur à cet endroit,
- de curer la retenue en amont immédiat de l'implantation de la passe pour alimentation de la première fente
- de détruire une partie de la maçonnerie du barrage et du parement empierré rive gauche pour implanter les bassins et aménager l'échancrure pour le débit complémentaire au débit réservé,
- d'enlever en partie les enrochements en pied de barrage et créer une fosse d'appel,

- d'enlever une partie de la maçonnerie pour implanter les bassins en béton et créer le chenal d'alimentation du premier bassin,
- de réaliser un accès aux bassins (escalier, clôture et portillon fermé)
- de sécuriser à l'accès au barrage (garde-corps et caillebottis).

7.3.2 Evaluation des incidences

	Scénario 2 : Passe en rive gauche
Continuité écologique	
Franchissabilité piscicole	• Compatibilité du dispositif avec l'ensemble des espèces
Transit sédimentaire	• Pas d'amélioration notable • Risque d'ensablement de la passe • Nécessité de réaliser des chasses hivernales après accord de la police de l'Eau
Situation administrative	
Emprise foncière	• Implantation sur l'ouvrage (dans le lit mineur)
Caractéristiques techniques des ouvrages	
Sécurité	• Mise en sécurité nécessaire pour assurer l'entretien de la passe
Régulation de la ligne d'eau	• Ouvrage pouvant supporter une certaine variation de la ligne d'eau
Etat global de l'ouvrage	• Nécessité de détruire une partie du barrage pour implanter la passe • Jonction entre le barrage et la passe à soigner pour éviter les fuites
Situation hydrologique	
Alimentation du canal	• Peu d'influence sur la ligne d'eau – alimentation du canal non remise en cause par le dispositif
Risque inondation	• Risque inondation pouvant être légèrement impacté compte tenu de la modification de la largeur du lit mineur à l'aval par l'implantation de la passe
Fonctionnement/qualité de la rivière	
Hydrogéomorphologie	• Pas d'impact sur la ligne d'eau et donc sur les berges. • Pas d'amélioration de la situation actuelle en termes d'habitats
Qualité de l'eau	• Effet négatif de la retenue maintenu (t°+prolifération végétale). • Impact très limité sur les MES (faible rétablissement du transit)

7.3.3 Modalités de réalisation des travaux

Accès

L'accès se fera par la rive gauche en amont par le camping et en aval du bâtiment du restaurant la Rustine. Une convention de passage devra être conclue avec le propriétaire riverain en aval.

Mise hors d'eau

Un cordon sera créé afin d'isoler la zone de travaux.

Il sera constitué en tout venant rocheux compacté afin de garantir une bonne tenue. Il sera recouvert d'une bâche imperméable pour assurer son étanchéité. Les pentes amont et aval de ce batardeau devront être à minima de 2H/1V. L'arase du batardeau devra être calé sur les niveaux atteints pour un débit égal à 3 fois le module (revenant à une hauteur de batardeau de 1.1 m sur le fond).

Période de réalisation

Les travaux devront être réalisés en période d'étiage soit entre le mois de juin et d'octobre. Or le canal du Nivernais est fréquenté entre les mois de mars et novembre et le camping est également ouvert à cette période.

Les travaux pourraient s'effectuer durant les mois de septembre et octobre sachant qu'à cette période la fréquentation est un peu moins importante sur le canal et au niveau du camping.

7.3.4 Entretien du dispositif

Une surveillance et entretien du dispositif devra être réalisé afin de maintenir en permanence de l'accès des poissons migrateurs au dispositif de franchissement. Ces opérations consistent à :

- Enlever les embâcles au niveau de la fente verticale amont,
- Vidanger régulièrement les bassins afin d'éviter un engravement la passe,
- Vérifier le niveau de dégradation des murets béton.

Cette surveillance doit être réalisée tous les 2 jours dans les périodes de fort enjeu migratoire. Le dispositif doit également être visité après chaque épisode de crue afin de vérifier s'il n'a pas été endommagé.

7.3.5 Investigations complémentaires

En phase Projet des reconnaissances géotechniques (sondages) devront être réalisées :

- 2 sondages destructifs avec pressiomètre dans le corps du barrage afin de préciser le niveau d'ancrage de la passe et de vérifier la stabilité de celui-ci,
- 1 sondage en aval immédiat rive gauche (pour sonder l'ancrage de l'empierrement en berge).

7.3.6 Aspects réglementaires

Les travaux envisagés rentrent dans la nomenclature des opérations soumises à déclaration au titre de l'article L 214-3 du code de l'environnement.

Les rubriques définies au tableau de l'article R214-1 du code de l'environnement concernées par ces opérations sont les suivantes :

Rubrique	Nature du projet	Régime
3.1.2.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau : 1°) Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m ; 2°) Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m.	Autorisation **Déclaration**
3.1.5.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens (…) 1°) Destruction de plus de 200 m² de frayères 2°) Dans les autres cas	Autorisation **Déclaration**

7.3.7 Estimation financière

Une estimation financière a été réalisée sur la base des métrés réalisés et des prix unitaires SOMIVAL disponibles sur des chantiers similaires.

Poste	Montant (€ HT)
Etude et installations de chantier	**55 000**
Terrassements	**20 000**
Passe à poissons et échancrure	**100 000**
Aménagements divers	**10 000**
TOTAL (hors imprévus)	**185 000**
Divers et imprévus (15 %)	**28 000**
TOTAL	**213 000**

Le poste études et installation de chantier comprend :

- L'installation et le rempli du chantier
- Les études d'exécution, de contrôle et de recollement
- La mise hors d'eau du chantier
- La réalisation d'études géotechniques
- Le défrichage et l'enlèvement de la végétation dans le lit mineur du cours d'eau et au droit d de la parcelle aval
- La réalisation d'une piste d'accès à l'aval du bâtiment du restaurant
- La mise hors d'eau du chantier

Le poste Terrassement comprend :

- L'enlèvement des enrochements, la destruction partielle des empierrements en berge rive gauche et de la maçonnerie du barrage à l'endroit de l'implantation de la passe
- L'évacuation des déblais
- Le remblaiement autour de l'ouvrage

Le poste génie-civil comprend :

- La réalisation de la passe à bassins (murs et radier béton)
- Les pièces métalliques nécessaires à la mise en sécurité de la passe (caillebotis, gardes corps)
- L'aménagement du fond de la passe basins en macrorugosités
- La liaison avec les ouvrages existants

Les aménagements divers comprennent :

- La mise en place d'un portillon
- La réalisation de clôtures pour sécuriser son accès (aval)
- Le remplacement des arbres abattus sur la parcelle aval

A ce montant de travaux se rajoutent :

- **Des frais de maitrise d'œuvre : 15 000 € HT**
- **Des frais pour réalisation d'une pêche électrique de sauvegarde : 1 200 € HT**

Selon la bibliographie, **le montant pour l'entretien annuel de la passe sera de l'ordre de 2 000 € HT /an.**

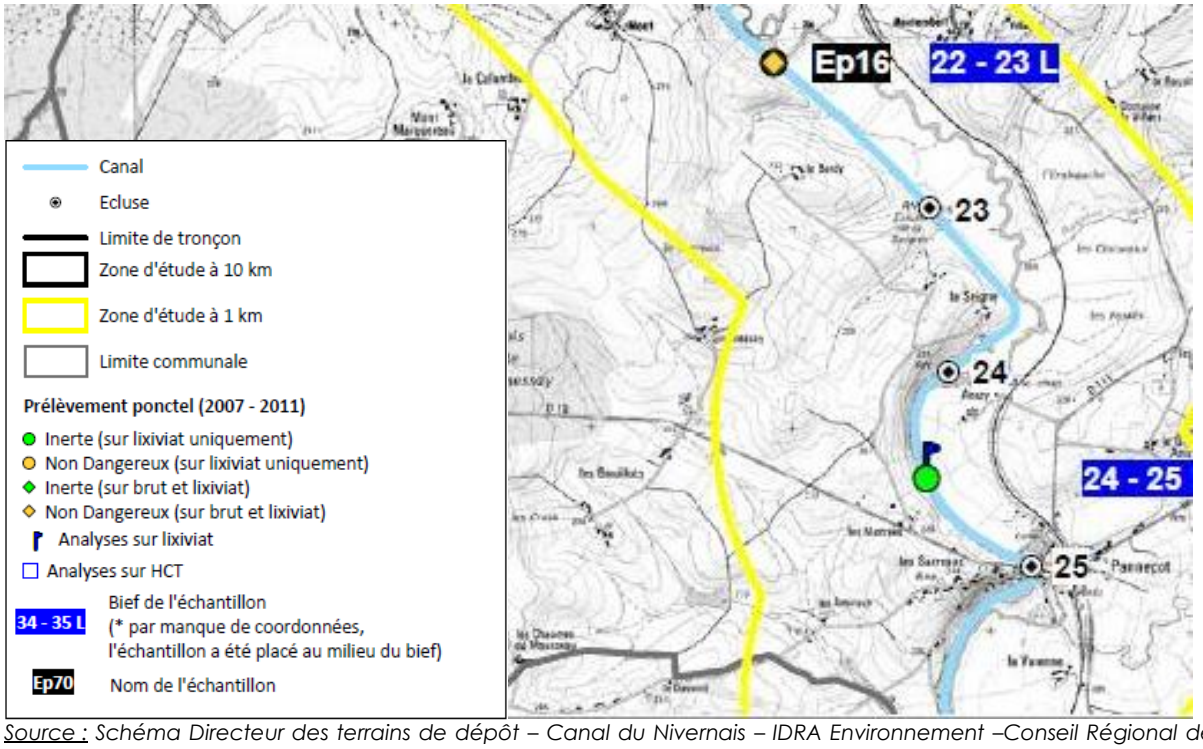
7.4 TRANSIT SEDIMENTAIRE

7.4.1 Rappel des éléments d'état des lieux

Caractérisation des sédiments présents dans la retenue

Dans le cadre du schéma directeur des terrains de dépôts pour les produits de curage du canal du Nivernais, le Conseil Régional de Bourgogne a fait réaliser des campagnes d'analyses des sédiments par IDRA Environnement Ingéniérie en 2011. Des prélèvements ont été effectués sur le bief en amont immédiat du barrage de Panneçot (soit entre les écluses 24 et 25). Sur ces prélèvements portant sur les lixiviats, seule une analyse de la qualité a été réalisée (résultats ci-dessous). Les résultats montrent que les sédiments sont inertes en amont de Panneçot.

Nom du bief	Localisation	Nombre d'analyse sur brut	Nombre d'analyse HCT	Paramètre déclassant HCT	Nombre d'analyse sur éluats	Paramètre déclassant	Nature finale des matériaux
24-25	Panneçot				1		Inerte



Source : Schéma Directeur des terrains de dépôt – Canal du Nivernais – IDRA Environnement –Conseil Régional de Bourgogne -Décembre 2011

En revanche, aucune caractérisation granulométrique des sédiments présents dans la retenue ne nous a été fournie. A noter que visuellement, ces sédiments semblent composés en grande majorité de matières fines (sables, limons et argiles essentiellement) et que le bassin versant de l'Aron connait une problématique importante d'ensablement.

L'amélioration de la continuité écologique d'un point de vue sédimentaire doit permettre au milieu de retrouver une granulométrie grossière et diversifiée afin de :

- Reconstituer la couche d'armure qui protège les fonds,
- Restaurer les habitats piscicoles,
- Améliorer la qualité d'eau en multipliant les échanges à l'interface eau/sédiments.

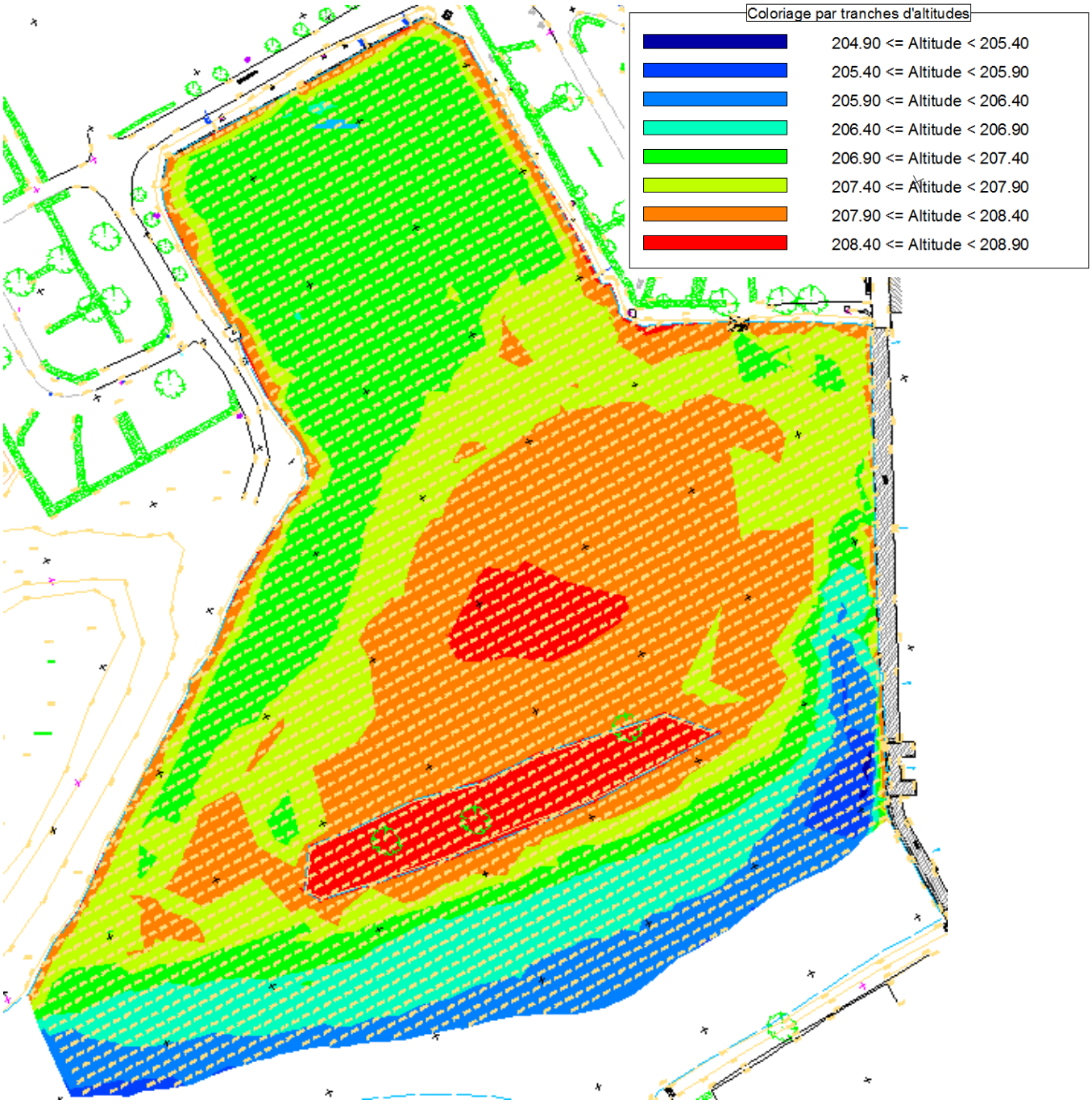
Or les matériaux présents en amont de la retenue sont plutôt de granulométrie homogène et fins.

Quantification des sédiments présents dans la retenue

Le Conseil Départemental a fait réaliser le 04-06-2015 un levé topographique de la retenue afin de quantifier le volume de sédiments. Celle-ci présenterait une sédimentation de l'ordre 12 000 m3. Comme le montre le plan ci-dessous, l'accumulation de matériaux la plus importante est observée :

- en amont de l'ile,
- en amont barrage cote rive gauche.

La zone de sédimentation la moins importante se situe en amont du barrage côté rive droite de part est d'autre du dispositif de vannage (sur une longueur d'environ 45 m et une largeur de 10 m).



Ce phénomène de sédimentation de la retenue n'est pas récent et semble s'être accentué en amont rive gauche du barrage par la présence de l'ile comme en témoignent les photographies aériennes ci-après (source : Géoportail).
Les acteurs locaux souhaitent que cette ile reste en place dans le cadre de l'animation du site (feu d'artifice tiré depuis l'ile).

En revanche cette sédimentation importante demande au Conseil Départemental de réaliser des opérations du curage régulières (environ 2 500 m3 tous les 2 ans) afin de permettre aux bateaux d'accéder au port.

1949

1957

1971

1993

2002

aujourd'hui

Gestion actuelle

Le Conseil Départemental nous a indiqué que le dispositif de vannage existant était actionné en période de crue. En revanche, les modalités exactes de réalisation de ces manœuvres (débit de déclenchement, degré d'ouverture des vannes en fonction du débit entrant, durée d'ouverture, …) ne nous ont pas été communiquées car il n'existe pas de consignes précises.

Comme le montrent les levés bathymétriques ci-avant, ces chasses permettent de dégager l'entonnement des vannes mais ne permettent pas de résoudre la problématique de l'accumulation importante de sédiments dans la retenue (surface : 17 600 m²).

Le dispositif de vannage actuel n'a pas été conçu et construit pour répondre à cette problématique (positionnement proche du canal).

D'autre part, la configuration actuelle du site (avec le port) induit une zone d'eau morte au centre de la retenue et contribue de façon importante à ce phénomène d'accumulation en rive gauche.

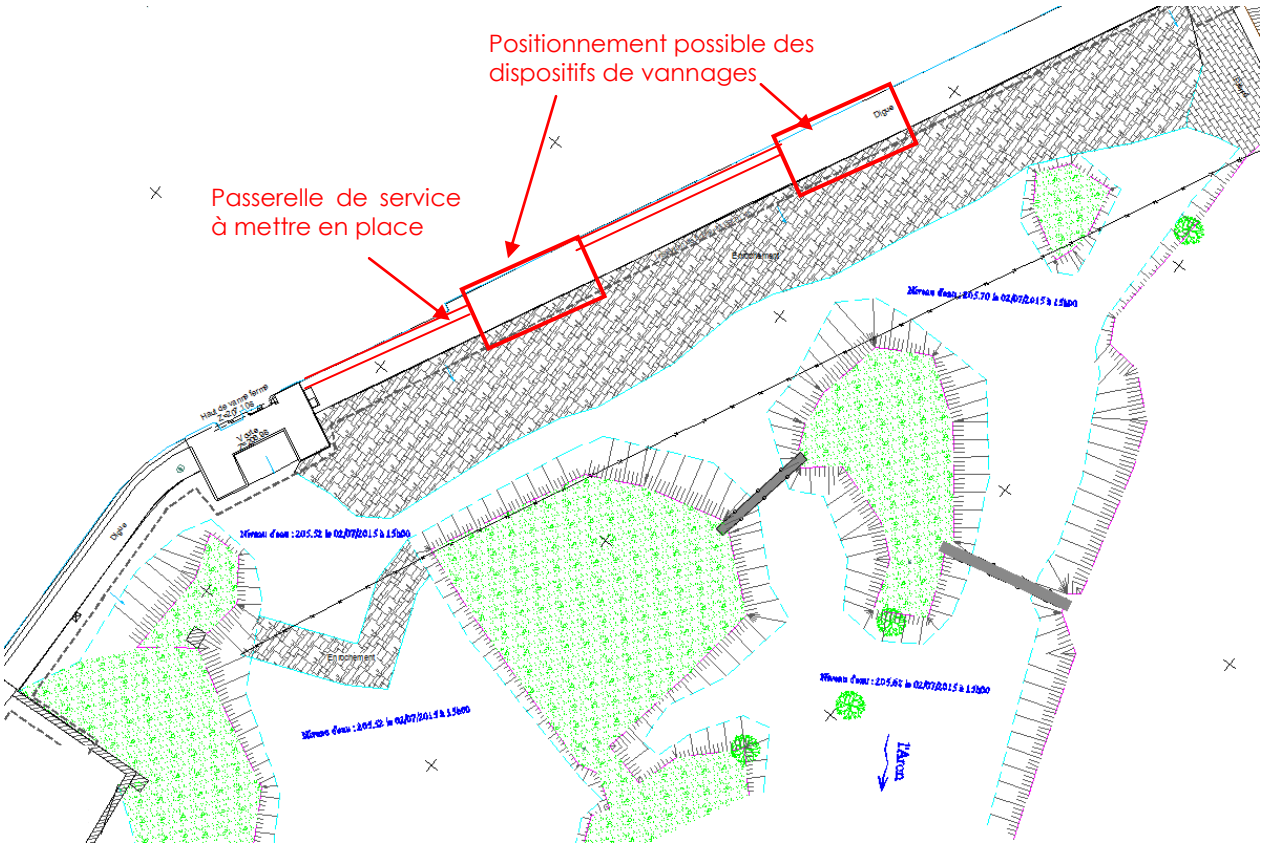
Le dispositif de vannage actuel permet d'entonner à retenue normale et à pleine ouverture 17 m3/s.

7.4.2 Préconisations d'aménagement

Le Conseil Départemental a souhaité que soit étudiée la possibilité de créer un dispositif de vannage supplémentaire au droit du barrage afin de répondre à la problématique générale d'envasement du site.
Au vu des différents éléments présentés ci-dessus, la mise en place de ce dispositif doit être envisagé davantage comme un moyen de garantir la navigation que dans le but de rétablir la continuité écologique.

Compte tenu de la longueur du déversoir et de la bathymétrie des sédiments en 2015, la mise en place de deux dispositifs de vannages permettrait de diminuer le volume de sédiments accumulé en amont immédiat du barrage. **En revanche, ils ne permettraient pas de gérer la problématique sédimentaire à l'échelle du site (forme de la retenue, influence de la présence de l'ile) et de s'affranchir d'opérations régulières de curage en amont de l'ile.**

L'étude détaillée de ces dispositifs (positionnement exact, taille des vannes, etc.) nécessiterait d'avoir davantage de renseignements afin d'évaluer l'efficacité des manœuvres actuelles d'ouverture de vannes lors des épisodes de crues (zone remobilisée, volume de sédiments évacué, fréquence et degré d'ouverture des vannes, etc..).



Le dimensionnement de ces vannes est dépendant du débit de déclenchement de la chasse : elles doivent permettre d'évacuer ce débit de crue et le surdébit lié à la vidange concomitante du plan d'eau.

A noter que la mise en place de nouveaux dispositifs de vannages implique :

- Le prolongement d'une passerelle de sécurité pour leur manœuvre et leur entretien,
- Une modification de l'ouvrage actuel (destruction partielle du barrage et enlèvement d'une partie des enrochements à l'aval),
- Des travaux de mise hors d'eau conséquents.

La mise en place de ces dispositifs va modifier profondément l'ouvrage actuel. Il sera donc nécessaire au préalable de réaliser une étude géotechnique pour :

- vérifier que ces aménagements ne remettent pas en cause la stabilité du barrage actuel (budget non négligeable à prévoir : entre 8 000 et 12 000 € HT).
- préciser les aménagements éventuels complémentaires (travaux de confortement) afin de garantir la pérennité de l'ouvrage.

L'impact visuel de la modification du barrage en rapport à la fréquentation du site est également à prendre en compte.

Compte tenu des dimensions du barrage actuel, le dispositif de vannages devront être réalisés sur mesure.

Avant la mise en place de ce dispositif, il est proposé de réaliser une phase d'expérimentation de manœuvre du dispositif de vannage actuel en mettant en place un protocole de suivi :

- Mesure des MES amont/aval pour vannages actuels,
- Bathymétrie avant et après opération.

Le mode opératoire de ces chasses devra être précisé :

- Débit de déclenchement : il doit être suffisant pour un bon entraînement des sédiments et une dilution correcte des matières en suspension,
- Durée de la chasse : l'ouverture des vannes doit durer pendant toute la durée de la crue et de la décrue afin d'éviter un dépôt massif et brutal des alluvions sur une courte distance en aval de l'ouvrage.