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 2 : Projet

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

Etude financée par l'Agence de l'eau Loire Bretagne
et le Conseil Départemental de la Nièvre

Juillet 2018/ version 6

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 4

1.1 Contexte 4
1.2 Objectifs de l'étude 4

2- Données générales 5

2.1 Hydrologie et débits caractéristiques 5
2.2 Géologie /Données géotechniques 5

3- Projet au droit du barrage de Coeuillon 9

3.1 Description du site 9
3.1.1 Situation 9
3.1.2 Description de l'ouvrage actuel 9
3.2 Description des travaux 12
3.2.1 Description des aménagements 12
3.2.2 Dimensionnement hydraulique des ouvrages 12
3.3 Ouvrages projetés 19
3.3.1 Passe à bassins 19
3.3.2 Aménagement de l'échancrure 20
3.3.3 Fosse d'appel 21
3.3.4 Aménagement divers 21
3.4 Organisation du chantier 21
3.4.1 Accessibilité du chantier 21
3.4.2 Travaux préparatoires 21
3.4.3 Travaux de terrassement 22
3.4.4 Travaux de génie civil 22
3.4.5 Métallerie 23
3.4.1 Remise en état du site 23
3.5 Détail estimatif 24

4- Projet au droit du barrage de Fleury 25

4.1 Description de l'ouvrage existant 25
4.1.1 Situation 25
4.1.2 Description de l'ouvrage actuel 25
4.2 Description des travaux 27
4.2.1 Description des aménagements 27
4.2.2 Dimensionnement hydraulique des ouvrages 27
4.3 Ouvrages projetés 28
4.4 Organisation du chantier 29
4.4.1 Accessibilité du chantier 29
4.4.2 Travaux préparatoires 29
4.4.3 Travaux de terrassement 29
4.4.4 Remise en état du site 30
4.5 Détail estimatif 30

5- Projet au droit du barrage de Panneçot 31

5.1 Description de l'ouvrage existant 31
5.1.1 Situation 31
5.1.2 Description de l'ouvrage actuel 31
5.2 Description des travaux 33
5.2.1 Description des aménagements 33
5.2.2 Dimensionnement hydraulique des ouvrages 33
5.3 Ouvrages projetés 40
5.3.1 Passe à bassins 40
5.3.2 Aménagement de l'échancrure 43
5.3.3 Fosse d'appel 43
5.3.4 Aménagement divers 43
5.4 Organisation du chantier 43
5.4.1 Accessibilité du chantier 43
5.4.2 Travaux préparatoires 43
5.4.3 Travaux de terrassement 44

5.4.4 Travaux de génie civil *45*
5.4.5 Métallerie *45*
5.4.6 Remise en état du site *46*
5.5 Détail estimatif 47

6- Moyens envisagés pour limiter l'impact du chantier 48

7- Annexes : Plans 49

Table des figures

Figure 1 : Extrait de la carte géologique de Château-Chinon (Feuille n°523) 6
Figure 2 : Extrait de la carte géologique de Fours (Feuille n°550) 7
Figure 3 : Localisation sur carte IGN des travaux – Barrage de Coeuillon 9
Figure 4 : Profils en long et en travers du déversoir rive gauche – Barrage de Coeuillon 10
Figure 5 : Profils en long et en travers de la vanne levante en rive droite- Barrage de Coeuillon 10
Figure 6 : Courbe hauteur-débit en amont du barrage de Coeuillon 13
Figure 7 : Courbe hauteur-débit en aval du barrage de Coeuillon 14
Figure 8 : Vue en plan de la passe à bassins - Barrage de Coeuillon 19
Figure 9 : Vue en plan des déflecteurs – Barrage de Coeuillon 20
Figure 10 : Profil en long de la passe à fentes verticales– Barrage de Coeuillon 20
Figure 11 : Accès aux chantiers et mise hors d'eau 22
Figure 12 : Localisation sur carte IGN des travaux – Barrage de Fleury 25
Figure 13 : Profils en long et en travers du barrage de Fleury 26
Figure 14 : Coupe schématique de l'aménagement en enrochements – Barrage de Fleury 28
Figure 15 : Implantation de l'aménagement rustique en enrochements – Barrage de Fleury 28
Figure 16 : Accès aux chantiers 29
Figure 17 : Localisation sur carte IGN des travaux – Barrage de Panneçot 31
Figure 18 : Profils en long et en travers du barrage de Panneçot 32
Figure 19 : Courbe hauteur-débit en amont du barrage de Panneçot 34
Figure 20 : Courbe hauteur-débit en aval du barrage de Panneçot 35
Figure 21 : Vue en plan de la passe à bassins - Barrage de Panneçot 40
Figure 22 : Vue en plan des déflecteurs – Barrage de Panneçot 41
Figure 23 : Extrait du profil en long de la passe à fentes verticales– Barrage de Panneçot 41
Figure 24 : Croquis de la passe réalisé par le CAUE58 - vue à partir de l'aval rive droite 42
Figure 25 : Croquis de la passe réalisé par le CAUE58 - vue à partir de l'aval rive gauche 42
Figure 26 : Accès au chantier 44

Table des tableaux

Tableau 1 : Débits caractéristiques au droit des ouvrages retenus 5
Tableau 2 : Répartition des débits au niveau du barrage de Coeuillon 13
Tableau 3 : Caractéristiques de la passe à bassins à fentes verticales – Barrage de Coeuillon 15
Tableau 4 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales au QMNA5 – Barrage de Coeuillon 16
Tableau 5 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales au module – Barrage de Coeuillon 17
Tableau 6 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales à 2x module – Barrage de Coeuillon 18
Tableau 7 : Répartition des débits au niveau du barrage de Fleury 27
Tableau 8 : Répartition des débits au niveau du barrage de Panneçot 34
Tableau 9 : Caractéristiques de la passe à bassins à fentes verticales – Barrage de Panneçot 36
Tableau 10 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales au QMNA5 – Barrage de Panneçot 37
Tableau 11 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales au module – Barrage de Panneçot 38
Tableau 12 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales à 2x module – Barrage de Panneçot 39

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 et des dossiers réglementaires 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.

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 et les dossiers réglementaires.

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 2 présentant les projets.

2- DONNEES GENERALES

2.1 HYDROLOGIE ET DEBITS CARACTERISTIQUES

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

Tableau 1 : Débits caractéristiques au droit des ouvrages 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 Coeuillon	**205**	**0.4**	**1.99**	**3.98**	**0.2**
Barrage Fleury	**233**	**0.46**	**2.26**	**4.52**	**0.23**
Barrage Panneçot	**431**	**0.84**	**4.19**	**8.38**	**0.42**

**Source : Banque Hydro- Données 1996-2015*

2.2 GEOLOGIE /DONNEES GEOTECHNIQUES

Géologie

Les ouvrages de Fleury et Coeuillon se situent sur le territoire couvert par la feuille « Château-Chinon ». Il est situé sur la bordure sud-ouest du Morvan.

Ce territoire est partagé pratiquement en deux parties égales par une faille subméridienne (faille limite du Bazois) :

- terrains cristallins et métamorphiques à l'Est
- terrains sédimentaires du Bazois à l'Ouest.

En raison de leur structure subhorizontale avec un léger pendage, ces terrains sont peu variés. Dans la vallée de l'Aron, empruntée par le canal du Nivernais, apparaissent les formations du Trias et de l'Hettangien.

Au droit des deux sites on retrouve les formations suivantes :

- Dépôts alluviaux de fond de vallées (Fy-z) : Composées de sables et de galets calcaires. Ces alluvions, qui constituent le remplissage actuel des vallées, sont peu épaisses et peu étendues.
- En berge Héttangien (I2): calcaire argileux blanchâtre, calcaire blanc lumachellique, calcaire dolomitique et argiles vertes à passées gréseuses.

L'ouvrage de Panneçot se situe sur le territoire couvert par la feuille de Fours.

Le territoire de la feuille de Fours se situe aux confins de la Bourgogne, partagé entre les collines basses du Bazois et les premiers contreforts du Morvan.

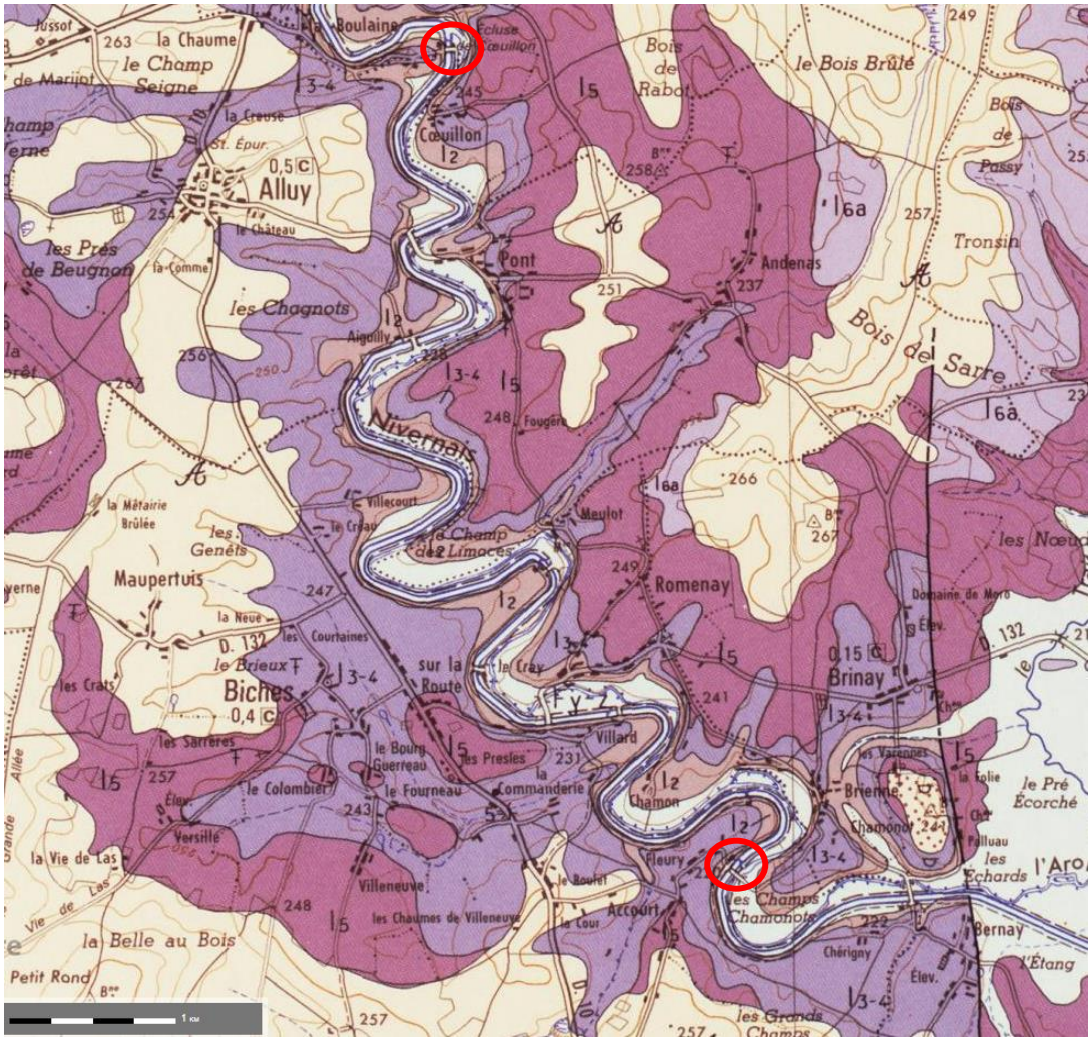
Au droit de ce site on retrouve les formations suivantes :

- Alluvions actuelles et subactuelles (Fy-z) : composées de limons, sables, graviers, galets ;
- En berge rive gauche : Alluvions anciennes (Fx). Composées de sables grossiers quartzo-feldspathiques, galets, blocs.
- En berge rive droite : Toarcien (I7-8). Marnes grises micacées et schistes carton. Il s'agit d'un ensemble à dominante de marnes grises ou noires intercalées, surtout vers le bas, de quelques bancs de calcaire argileux.

Une petite coupe près de Panneçot permet d'observer les assises basales de la formation :

- 50cm de calcaire argileux grossier ;
- 1,5m d'un faciès noir proche des schistes cartons mais peu fissile, à aptychus et écailles de poissons, terminé par un niveau ferrugineux oxydé ;
- 1,5 m de marnes calcareuses à minces bancs de calcaire argileux ;
- 50 cm de calcaire argileux grossier à l'extrême base de la coupe.

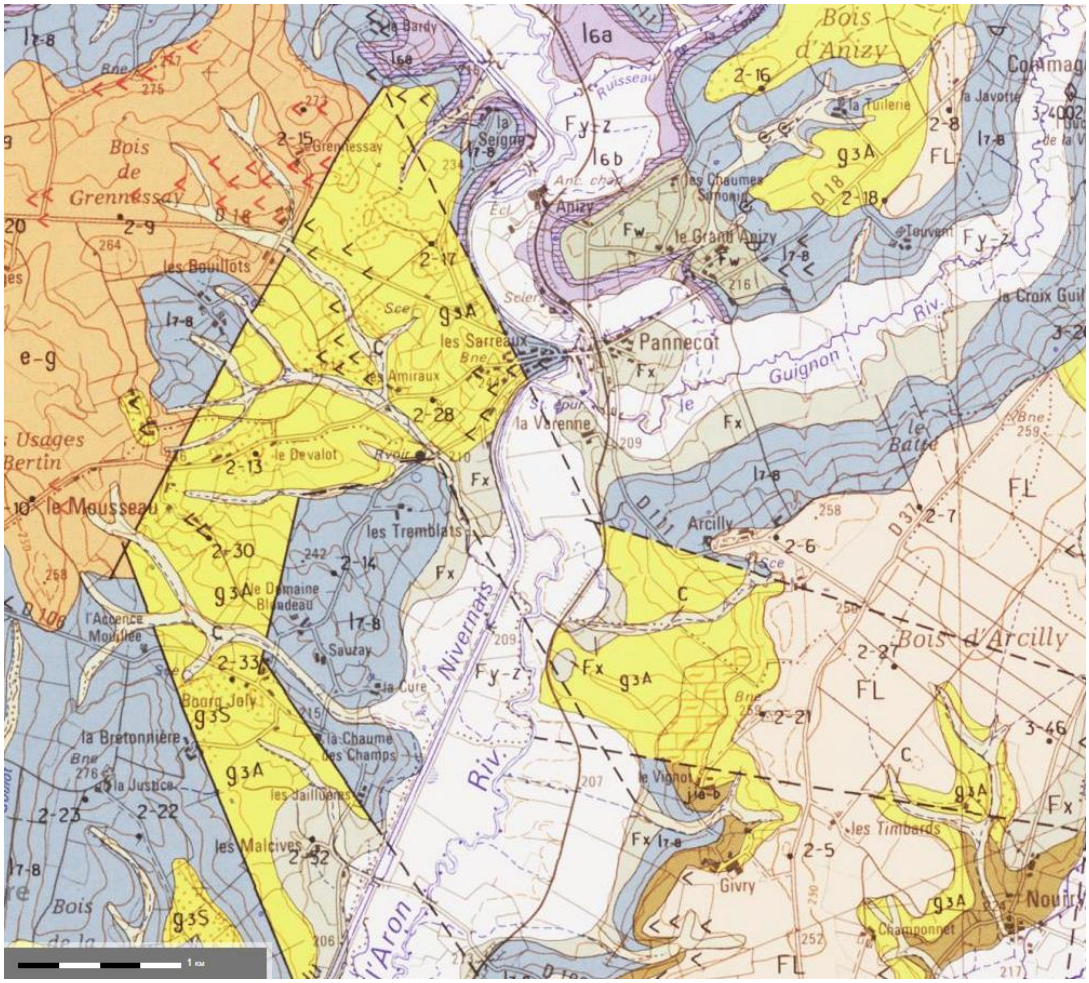
Figure 1 : Extrait de la carte géologique de Château-Chinon (Feuille n°523)



- Dépôts alluviaux de fond de vallées
- Limons argileux, provenant en grande partie de l'altération des formations jurassiques
- Limons argileux avec sables, provenant en grande partie de l'altération des formations jurassiques
- Toarcien : argiles grises à quelques nodules calcaires
- Domérien supérieur : calcaire roux fossilifère
- Domérien inférieur : argiles grises à concrétions ferrugineuses
- Carixien : alternance de calcaires argileux et de marnes
- Sinémurien : calcaire à pavés et marnes noires, calcaires rognonneux à Gryphées
- Héttangien : calcaire argileux blanchâtre, calcaire blanc lumachellique, calcaire dolomitique et argiles vertes à passées gréseuses
- réseau hydrologique

Source : BRGM - Infoterre

Figure 2 : Extrait de la carte géologique de Fours (Feuille n°550)



- Alluvions actuelles et subactuelles : dans la vallée d'Aron : limons, sables, graviers, galets ; d'Alène : limons, argiles, sables, graviers, galets et dans les vallées secondaires : limons, argiles, sables, graviers, galets et/ou blocs
- Alluvions anciennes. Vallées (Aron) sables grossiers quartzo-feldspathiques, galets, blocs. (Alène) s. gr. quartzo-f. à graviers, gal., bl. (Dragne) limons, s. gr.s quartzo-f., gal., bl. (Canne) lim., s. argileux à chailles et silexites
- Alluvions anciennes. Vallées (Aron) limons, sables grossiers argileux rougeâtres quartzo-feldspathiques, galets. (Alène) s. gr. quartzo-f., gal., blocs. (Dragne) lim., gal., blocs. (Canne) lim., s. argileux rougeâtres, galets
- Alluvions anciennes. Vallée d'Aron : limons, sables rougeâtres argileux quartzo-feldspathiques, chailles, silexites. Vallée de Canne : limons, chailles, silexites
- Bajocien supérieur-Bathonien. Oolite ferrugineuse
- Bajocien inférieur-moyen. Calcaires à entroques
- Toarcien. Marnes grises micacées et schistes carton
- Domérien supérieur. Calcaires à Gryphea gigantea
- Carixien-Domérien inférieur. Marno-calcaires et marnes brunes
- Réseau hydrologique
- Colluvions diverses : limons, argiles, sables et galets non différenciés des fonds de vallons et des bas de versants
- Pliocène (Formation des Sables et argiles du Bourbonnais). Cailloutis à sables grossiers, sables fins, silts, argiles, limons indifférenciés
- Oligocène supérieur. Sables argileux quartzo-feldspathiques et argiles vertes, accessoirement galets
- Oligocène supérieur. Argiles vertes, localement sableuses, accessoirement galets et/ou blocs
- Oligocène supérieur. Marnes vertes ou blanchâtres, localement calcaires, calcaires gréseux, silts calcaires, argiles vertes
- Eocène-Oligocène. Marnes et argiles, sables argileux quartzo-feldspathiques localement à galets
- Bajocien supérieur-Bathonien. Calcaires blancs crayeux

Source : BRGM - Infoterre

Données géotechniques

Aucun des trois sites n'a fait l'objet de sondages géotechniques.

Le niveau du substratum rocheux et le niveau des fondations des ouvrages en génie civil (murs bajoyer, radier,…) ne sont pas connus.

Pour les sites de Coeuillon et de Panneçot, des reconnaissances géotechniques (sondages) devront être réalisées par le maître d'œuvre 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.

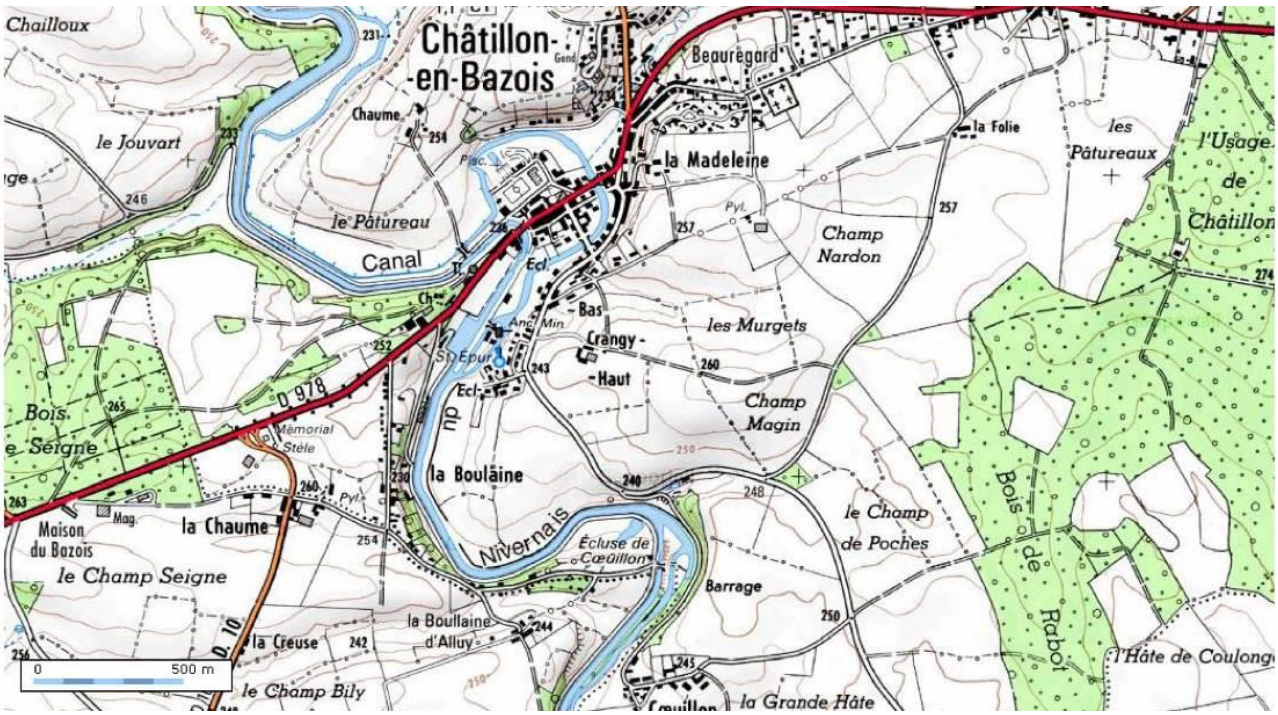
3- PROJET AU DROIT DU BARRAGE DE COEUILLON

3.1 DESCRIPTION DU SITE

3.1.1 Situation

L'ouvrage se trouve sur la commune de Chatillon-en-Bazois.

Figure 3 : Localisation sur carte IGN des travaux – Barrage de Coeuillon



3.1.2 Description de l'ouvrage actuel

Les caractéristiques principales de l'ouvrage sont rappelées ci-après.

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)

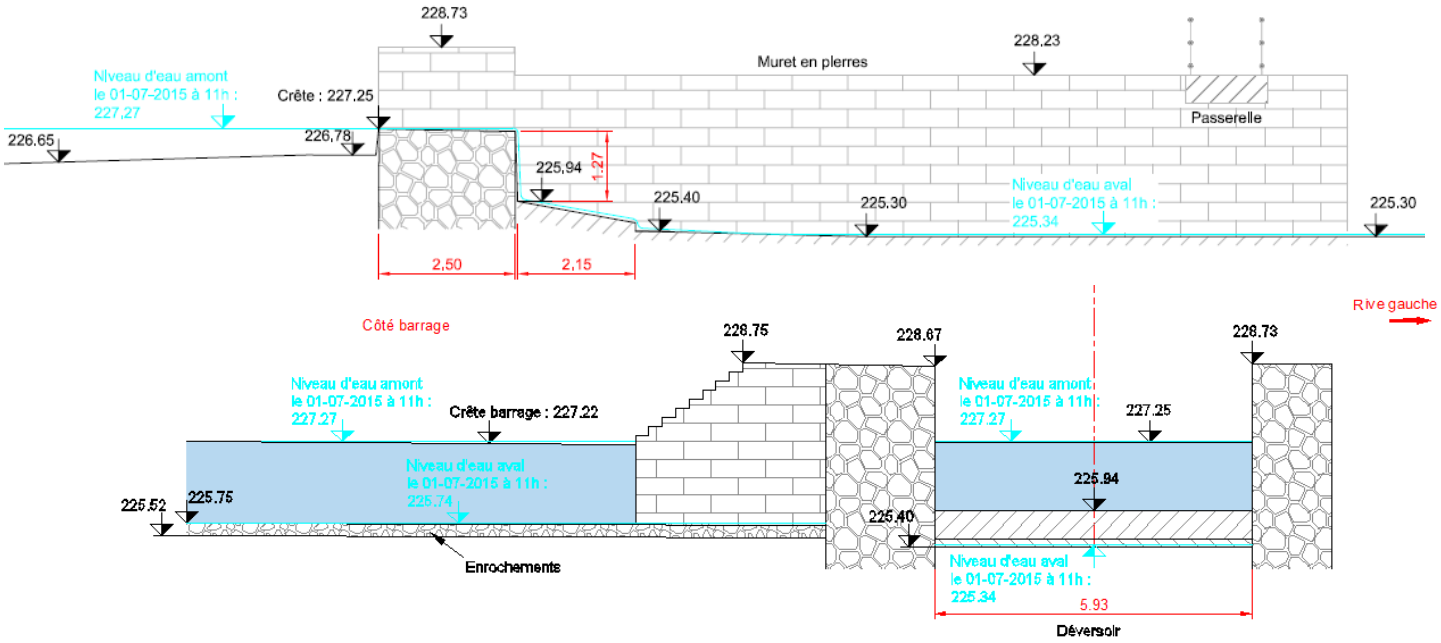
- <u>un déversoir central sur lequel est fixée une passerelle métallique changée récemment,</u>

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>

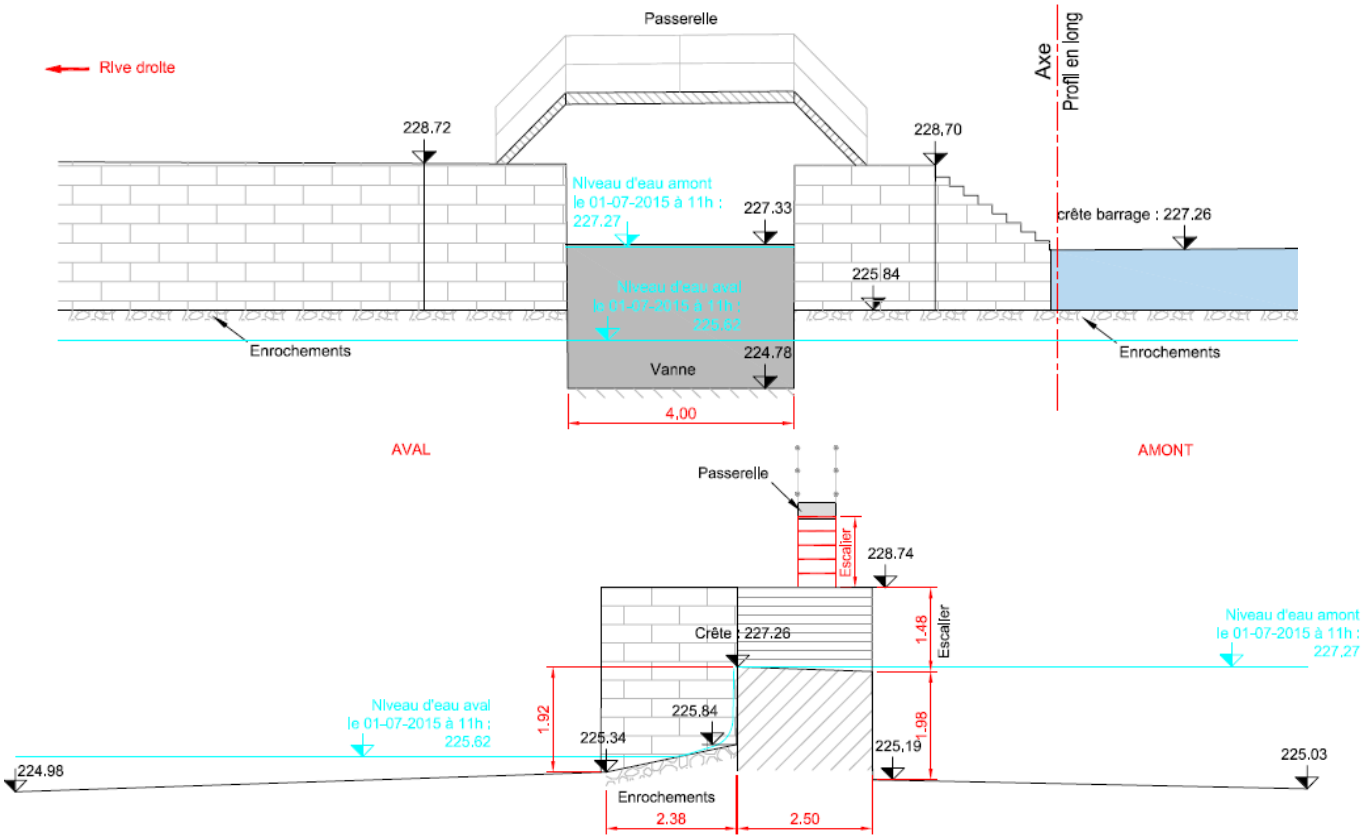
Longueur : 4 m
Hauteur : 2.55 m (cote vanne fermée : 227.33)

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



Source : SOMIVAL

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 petit seuil en enrochements barrant le cours d'eau.

Déversoir rive gauche du barrage de Coeuillon *Source : SOMIVAL – 06-09-2012*	**Déversoir central du barrage de Coeuillon** *Source : SOMIVAL – 06-09-2012*
Passe avec vanne levante du barrage de Coeuillon *Source : SOMIVAL – 06-09-2012*	**Seuil en enrochements du barrage de Coeuillon** *Source : SOMIVAL – 06-09-2012*

3.2 DESCRIPTION DES TRAVAUX

3.2.1 Description des aménagements

Les travaux consistent à :

- Déposer provisoirement la passerelle existante du barrage côté rive droite ;
- Aménager la maçonnerie du barrage en rive droite en vue d'accueillir le futur dispositif ;
- Enlever partiellement les enrochements présents en pied du barrage côté rive droite ;
- Déplacer l'atterrissement présent en aval immédiat du barrage ;
- Réaliser une passe à bassins ;
- Réaliser une échancrure dans le barrage afin d'amener un débit d'attrait en pied de passe.

3.2.2 Dimensionnement hydraulique des ouvrages

Hypothèses prises pour la répartition des débits

A ce jour au droit du barrage de Coeuillon, il n'existe aucun dispositif permettant de restituer et garantir le débit réservé. Le débit réservé au droit du seuil est fixé à 1/10ième du module soit à 200 l/s.

Ce débit réservé sera restitué par la passe à bassins.

Le dispositif de franchissement permettra une montaison des espèces pour un débit amont dans la rivière compris entre un débit proche du QMNA5 soit 0.61 m3/s et 2*Module soit 3.98 m3/s.

En période de montaison, l'échancrure concentrera un débit minimum de l'ordre de 11 % de celui déversant sur le seuil afin de viser une certaine attractivité.

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 moyennes eaux, la vanne levante est entièrement fermée).

Le fonctionnement projeté est le suivant :

- Pour un débit inférieur à 200 l/s, le débit de la rivière sera entièrement restitué à l'aval via la passe,
- A partir d'un débit égal à 200 l/s, le débit transitera par la passe, puis l'échancrure et enfin par le barrage (déversoir central puis rive gauche puis vanne)

Pour le calcul de la répartition des débits, nous avons considéré que le barrage, l'échancrure et la vanne de comportaient comme des déversoirs.

Les débits au droit de ces ouvrages ont été calculés avec la formule suivante :

$$Q = \mu * l * h * \sqrt{2gh}$$

Avec :
Q : le débit en m3/s
μ : le coefficient de débit (0.39)
l : la longueur de déversement
g : le coefficient de gravité (g = 9,81 m/s²)
h : la hauteur d'eau en m

La répartition des débits sera la suivante sur la base des aménagements présentés ci-après :

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

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	0.21	0.000	0.000	0.000	0.208	0.000	227.10
QMNA5	0.68	0.050	0.000	0.219	0.274	0.142	227.28
Module	2.18	0.218	0.000	1.434	0.289	0.239	227.33
2xModule	3.91	0.400	0.057	2.825	0.301	0.328	227.37

Hypothèses prises pour le dispositif de franchissement

Les hypothèses de dimensionnement de la passe sont les suivantes :

- Montaison par passe en rive droite
- Plage de fonctionnalité : d'un débit proche au QMNA5 à 2xmodule
- 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 maximum

Le calage du dispositif du franchissement a été réalisé sur la base des levés des lignes d'eau suivant :

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
2 Module		225.75	

La ligne d'eau amont à un débit égal à 2xmodule n'a pas pu être relevée (vanne ouverte lors du relevé). **Cette ligne d'eau a donc été appréhendée par calcul hydraulique.**

Les courbes hauteur-débit ont également été établies au droit du barrage de Coeuillon sur la base des relevés réalisés depuis le début de l'étude (source : technique TOPO, SOMIVAL et EPL).

Figure 6 : Courbe hauteur-débit en amont du barrage de Coeuillon

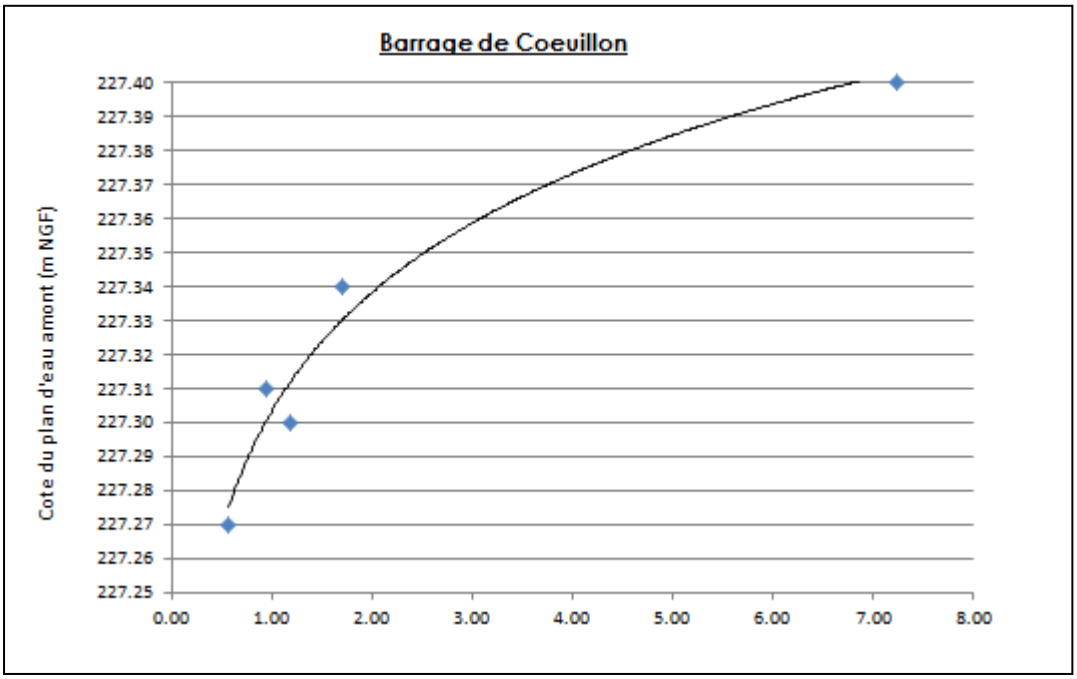
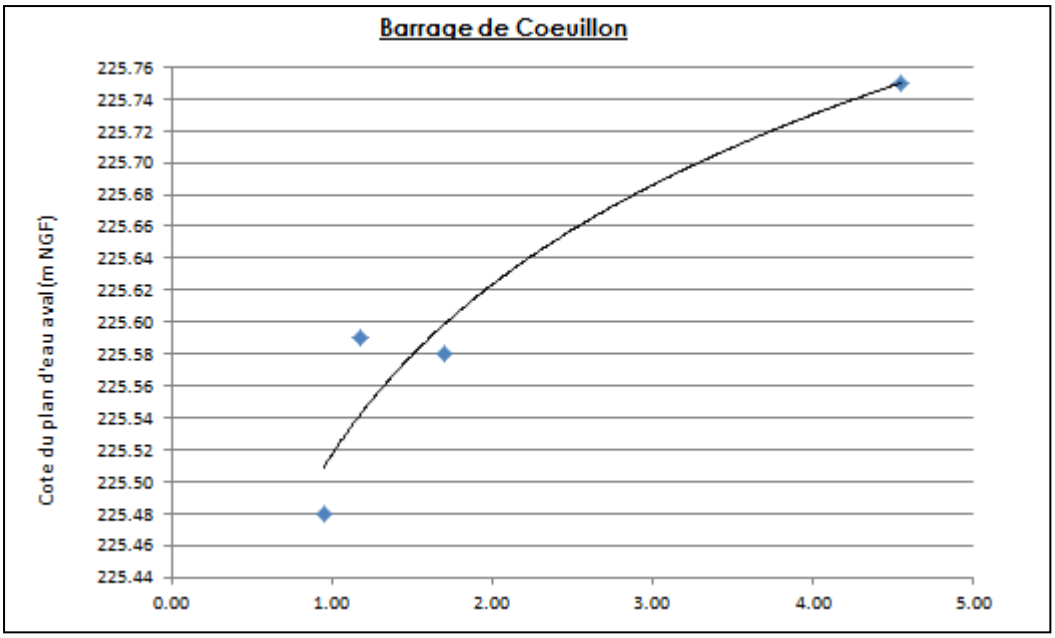


Figure 7 : Courbe hauteur-débit en aval du barrage de Coeuillon



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). Des échanges avec la Délégation régionale Bourgogne Franche-Comté ainsi que le pôle éco-hydraulique de l'AFB ont permis d'optimiser les dimensions des bassins de retour et ont entrainé un déport des échancrure sur les bassins situés en amont du premier bassin de retournement (voir description détaillée de l'ouvrage plus loin).

La passe sera composée de 7 bassins et 8 chutes à fentes hormis au niveau de la dernière cloison sur laquelle une échancrure viendra remplacer la fente.

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.

Le débit de dimensionnement nominal de la passe est de 270 l/s, correspondant à un débit amont dans la rivière égal au QMNA5. 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 300 l/s.

Selon ce dimensionnement, 3 lignes d'eau ont été simulées :

→ *Ligne d'eau 01 :* Débit proche du QMNA5, soit 270 l/s dans la passe

→ *Ligne d'eau 02 :* Module, soit 289 l/s dans la passe

→ *Ligne d'eau 03 :* 2 fois le module, soit 303 l/s dans la passe

Tableau 3 : Caractéristiques de la passe à bassins à fentes verticales – Barrage de Coeuillon

N° chute	Cote radier amont paroi	Longueur des bassins (m)	Largeur des bassins (m)	N° bassin	Largeur fente ou échancrure (m)	Cote fente ou échancrure (m)
1	226.52				0.25	226.52
		2.7	2.6	1		
2	226.27				0.25	226.27
		2.7	2.6	2		
3	226.02				0.25	226.02
		5.4	1.28	3		
4	225.77				0.25	225.77
		2.7	2.6	4		
5	225.52				0.25	225.52
		2.7	2.6	5		
6	225.27				0.25	225.27
		5.4	1.28	6		
7	225.02				0.25	225.02
		2.7	2.6	7		
8	224.76				0.30 (échancrure)	224.80 (échancrure)

Tableau 4 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales au QMNA5 – Barrage de Coeuillon

	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	227.28							
					1	0.25	226.52	0.272
1	227.03	147	Moyen : 0.63 Amont : 0.51 Aval : 0.76	0.165				
			0.81		2	0.24	226.27	0.272
2	226.79	144	Moyen : 0.64 Amont : 0.52 Aval : 0.77	0.163				
					3	0.24	226.02	0.272
3	226.55	142	Moyen : 0.65 Amont : 0.53 Aval : 0.78	0.327				
					4	0.23	225.77	0.272
4	226.31	133	Moyen : 0.66 Amont : 0.54 Aval : 0.79	0.157				
					5	0.23	225.52	0.272
5	226.09	124	Moyen : 0.69 Amont : 0.56 Aval : 0.81	0.152				
					6	0.21	225.27	0.272
6	225.88	112	Moyen : 0.73 Amont : 0.59 Aval : 0.84	0.292				
					7	0.19	225.02	0.272
7	225.68	94	Moyen : 0.78 Amont : 0.64 Aval : 0.9	0.133				
					6	0.21	224.76	0.272
Aval	225.47							

Tableau 5 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales au module – Barrage de Coeuillon

	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	0.24	226.52	0.289
1	227.08	144	Moyen : 0.68 Amont : 0.56 Aval : 0.81	0.162				
			0.81		2	0.24	226.27	0.289
2	226.84	140	Moyen : 0.69 Amont : 0.57 Aval : 0.82	0.16				
					3	0.24	226.02	0.289
3	226.61	137	Moyen : 0.71 Amont : 0.59 Aval : 0.84	0.319				
					4	0.23	225.77	0.289
4	226.38	127	Moyen : 0.73 Amont : 0.61 Aval : 0.86	0.153				
					5	0.22	225.52	0.289
5	226.16	117	Moyen : 0.76 Amont : 0.64 Aval : 0.89	0.147				
					6	0.20	225.27	0.289
6	225.95	104	Moyen : 0.80 Amont : 0.68 Aval : 0.93	0.281				
					7	0.18	225.02	0.289
7	225.76	86	Moyen : 0.87 Amont : 0.75 Aval : 1.00	0.128				
					6	0.19	224.76	0.289
Aval	225.58							

Tableau 6 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales à 2x module – Barrage de Coeuillon

	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	0.24	226.52	0.301
1	227.13	139	Moyen : 0.72 Amont : 0.61 Aval : 0.86	0.159				
			0.81		2	0.24	226.27	0.301
2	226.89	134	Moyen : 0.74 Amont : 0.62 Aval : 0.87	0.156				
					3	0.23	226.02	0.301
3	226.66	129	Moyen : 0.76 Amont : 0.64 Aval : 0.89	0.309				
					4	0.22	225.77	0.301
4	226.44	117	Moyen : 0.78 Amont : 0.67 Aval : 0.92	0.147				
					5	0.21	225.52	0.301
5	226.23	104	Moyen : 0.82 Amont : 0.71 Aval : 0.96	0.139				
					6	0.19	225.27	0.301
6	226.04	90	Moyen : 0.88 Amont : 0.77 Aval : 1.02	0.263				
					7	0.17	225.02	0.301
7	225.88	71	Moyen : 0.96 Amont : 0.86 Aval : 1.12	0.119				
					6	0.15	224.76	0.301
Aval	225.73							

3.3 OUVRAGES PROJETES

3.3.1 Passe à bassins

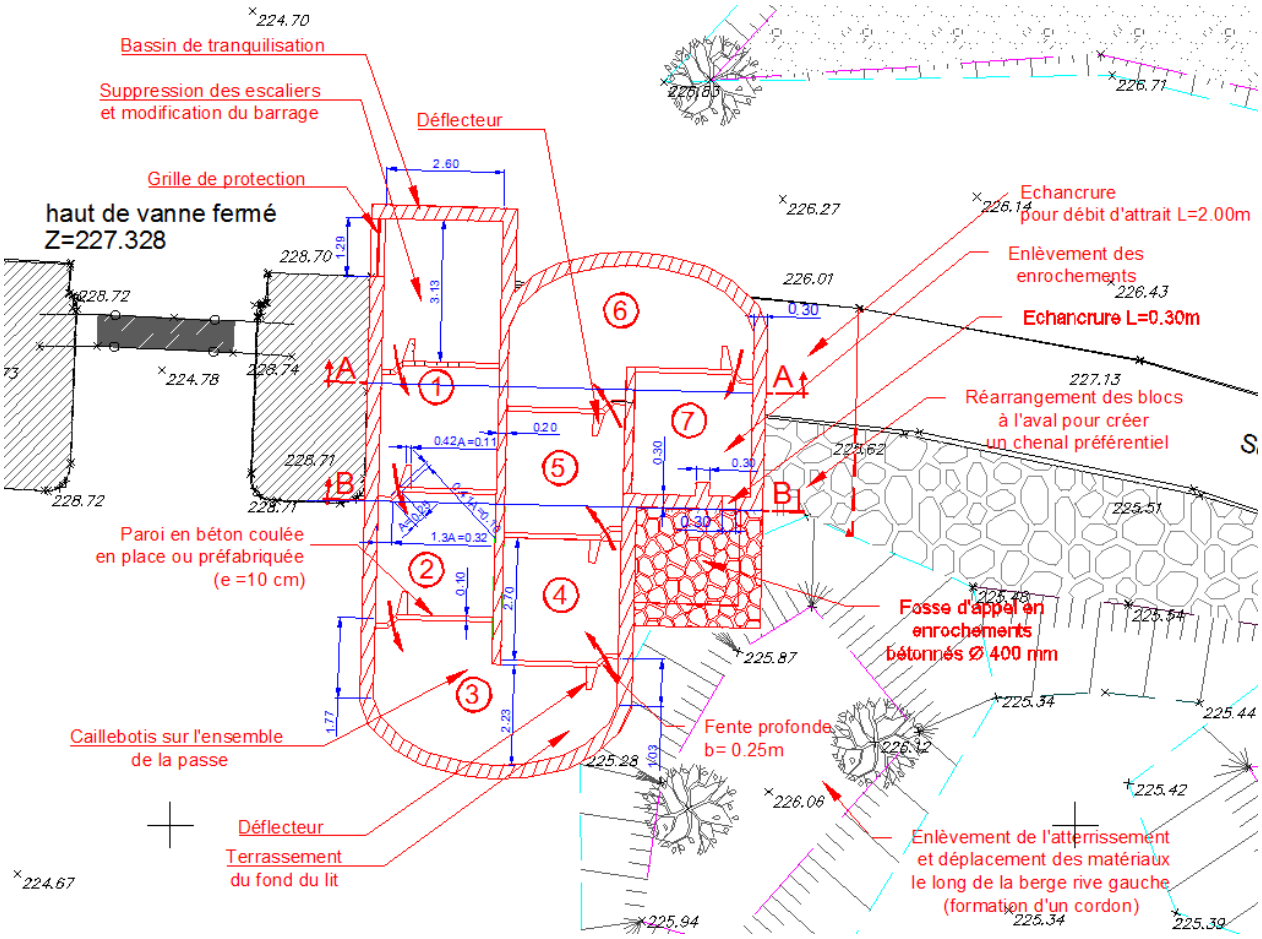
La passe à bassins sera réalisée en rive droite à côté des piles délimitant le vannage.

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 que l'entrée de la passe soit positionnée au plus près de la chute, la passe présentera 3 rangées et deux bassins de retour.

La passe est constituée de 7 bassins de 2.6 m de largeur et de 2.7 mètres de longueur, à l'exception des deux bassins assurant le changement de direction, de longueur de 5.39 m. la paroi externe de ces bassins sera de forme arrondie.

Figure 8 : Vue en plan de la passe à bassins - Barrage de Coeuillon



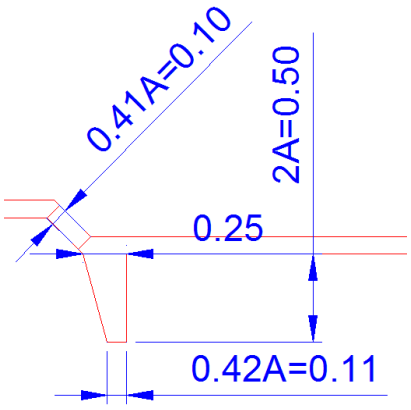
Le fond de la passe sera incliné. La rugosité de fond sera obtenue par mise en place de blocs de 30 cm de diamètre moyen, ancrés à mi-hauteur dans le radier.

Le passage entre chaque bassin sera assuré par des cloisons en béton préfabriquées ou coulées en place d'épaisseur 10 cm présentant une fente de largeur 25 cm descendant jusqu'au radier rugueux.

Des déflecteurs seront mis en place au droit de chaque fente afin d'améliorer la dissipation d'énergie dans chaque bassin et auront les caractéristiques suivantes :

- Déflecteurs centraux : 0.50 m de longueur et 0.11 m de largeur en extrémité (0.25 m en base),
- Déflecteurs latéraux : 0.32 m de longueur et 0.10 m d'épaisseur.

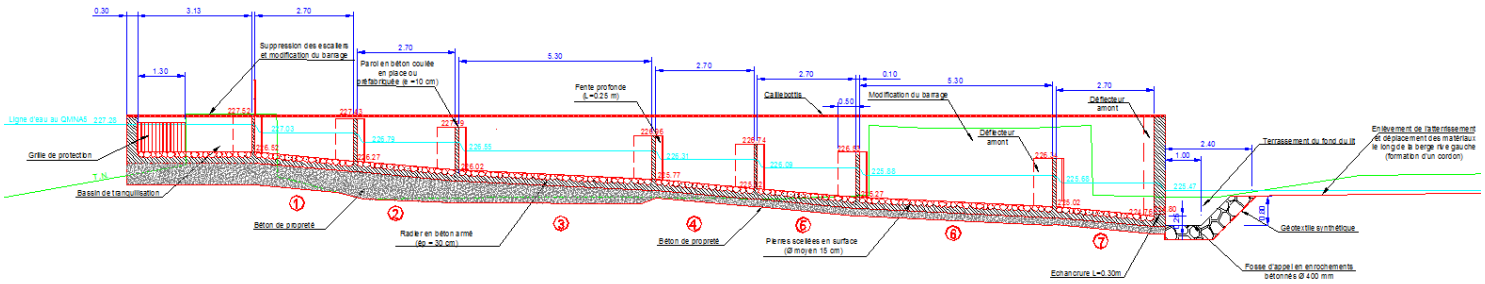
Figure 9 : Vue en plan des déflecteurs – Barrage de Coeuillon



La cloison la plus aval, constituée par un mur béton, d'épaisseur 30 cm présentera une échancrure de dimension 30 cm descendant jusqu'au radier rugueux. Cette échancrure sera réglable en hauteur par le biais de bastaings d'épaisseur 60 mm placés dans des réservations (cornière profilées en U) fixées dans les échancrures. Le bastaing est prévu jusqu'à 4 cm au-dessus du radier (cote 224.80 m).

Au niveau de cette cloison aval, le déflecteur aura pour dimensions 0.3 m de longueur sur 0.3 m de largeur.

Figure 10 : Profil en long de la passe à fentes verticales– Barrage de Coeuillon



Un bassin d'alimentation et de tranquillisation sera réalisé en amont de le passe. Il aura les dimensions suivantes : 2.6. m x 3.13 m.

Il présentera un fond plat et des rugosités de fond similaires à celles présentes au fond des bassins.
L'alimentation de la passe sera assurée par la mise en place d'une grille de dimension 1.30 m par 0.80 m de haut entrefer 20 mm.

Le radier de la passe aura une épaisseur de 0.30 m. Le calage du radier se fera sur une couche de gros béton (épaisseur à déterminer par les sondages géotechniques), structurant ainsi l'ouvrage.

Les murs extérieurs de la passe auront une épaisseur de 0.30 m.

La séparation des rangées des bassins sera assurée par un voile béton de largeur 0.2 m.

3.3.2 Aménagement de l'échancrure

Lors de la réalisation de la passe, une échancrure sera créée dans le barrage côté rive gauche, pour faire transiter le débit d'attrait à proximité immédiate de la sortie de la passe à bassins.

Le déversoir sera abaissé sur une hauteur de 10 cm (par rapport à la cote de la crête sur sa partie aval) sur une longueur de 2 m soit à la cote 227.16 m.
Les enrochements présents en aval du seuil au droit de l'échancrure seront arrangés de manière à concentrer les écoulements.

3.3.3 Fosse d'appel

Une fosse d'appel sera aménagée à l'aval immédiat de l'échancrure du bassin n°7. Le fond de la fosse sera calé à 224.51 m NGF et sera recouvert d'enrochements de dimensions 400 mm. Elle sera de largeur 2.5 m et de longueur 2.4 m.

Un géotextile tissé synthétique sera mis en place en fond de fouille avant mise en place des enrochements.

La fosse permettra de faciliter le franchissement de la cloison aval pour accéder à l'entrée de la passe à poissons.

3.3.4 Aménagement divers

Un caillebotis sera mis en place sur l'ensemble de la passe afin de protéger les bassins des corps flottants en cas de crue et sécuriser la passe. Il sera composé de plusieurs éléments facilement escamotables pour l'entretien.

Dans l'optique d'entretien et de nettoyage de l'ouvrage, l'accès aux bassins sera facilité par la remise en place de la passerelle existante contre l'appui la culée rive droite de la vanne (au niveau du bassin de tranquillisation) et au niveau du bassin n°1 et l'installation d'une échelle.

Un garde-corps sera posé parallèlement aux parois amont au bassin n°1, 5 et 7 et au niveau des murs latéraux délimitant la passe sur la partie amont, côté plan d'eau.

3.4 ORGANISATION DU CHANTIER

3.4.1 Accessibilité du chantier

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).

3.4.2 Travaux préparatoires

Préalablement au démarrage, un nettoyage et un retrait des bois morts sur le barrage devra être réalisé. La végétation présente dans le lit mineur à l'aval du barrage devra également être retirée ainsi que la végétation présente sur l'atterrissement situé en aval (débroussaillage et coupe et dessouchage des arbres présents).

Un cordon sera créé entre le seuil en enrochements et l'atterrissement en aval du barrage (dont les matériaux seront terrassés et déplacés en cordon le long de la berge rive gauche 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 soit environ 225.90 m NGF).

Figure 11 : Accès aux chantiers et mise hors d'eau

Un cordon sera créé en amont du barrage, afin de protéger la zone de chantier. Il s'appuiera en partie sur l'ile existante. Il aura une longueur d'environ 30 m et une largeur en crête d'1 m.

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 1H/1V. L'arase du batardeau devra être calé sur les niveaux atteints pour un débit égal à 3 fois le module (soit environ 227.40 m NGF).

Un pompage sera être effectué à l'intérieur des zones à sec.

Un bassin de décantation des eaux issues de la zone de travaux avant rejet sera mis en place.

Au préalable, Il sera nécessaire de réaliser une pêche électrique dans les zones mise hors d'eau.

3.4.3 Travaux de terrassement

La réalisation de la passe à bassins et de l'échancrure nécessite de supprimer l'escalier présent en rive droite et de modifier le barrage sur une largeur de 10.80 m. Etant donné la profondeur des terrassements nécessaires à la construction de la passe, une découpe préalable devra être menée. Le barrage sera donc dégagé préalablement en amont (curage du fond du lit amont) et en aval (enlèvement des enrochements) pour permettre cette découpe dans de bonnes conditions.

Le découpage de la maçonnerie se fera à la scie à disque et suivra la future géométrie de l'échancrure et de la passe. Une attention particulière sera apportée à la liaison ouvrage/barrage.
Le barrage et le parement empierré seront donc repris sur une largeur suffisante.

Ces travaux devront être réalisés sans altérer les ouvrages.

Les déblais de matériaux provenant des fouilles des ouvrages ou du curage du fond du lit en amont et en aval du barrage ainsi que les produits issus des ouvrages devront être évacués immédiatement vers une installation de stockage des déchets inertes conforme à la réglementation en vigueur.

L'étude géotechnique préalable aux travaux permettra au maître d'œuvre d'affiner/d'ajuster les modalités de modification de l'ouvrage.

3.4.4 Travaux de génie civil

Par leur conception, les bassins reposent sur un radier béton.

Un remblaiement éventuel peut être prévu afin de conforter le fond de fouille.

Après terrassement, au niveau nécessaire, la fouille sera parfaitement réglée et recevra un béton de propreté (dosage 200 kg/m3). Celui-ci devra avoir une planimétrie suffisante, une bonne adhésion pour permettre une réalisation correcte du radier et des voiles extérieurs.

Le radier sera réalisé en béton armé coulé en place sur une épaisseur de 0.30 m. les voiles béton extérieurs seront également réalises en béton armé et auront une épaisseur de 30 cm.

Les voiles de bassin pourront être préfabriqués puis scellés sur place en assurant la liaison du voile avec le radier ainsi que du voile avec les voiles extérieurs.
Toutes les liaisons seront parfaitement étanches.

3.4.5 Métallerie

Les différents travaux à exécuter comprennent :

- la fourniture et la pose d'une grille acier en entrée du bassin de tranquillisation,
- la fourniture et la mise en place de caillebotis en inox pour la protection des bassins,
- la fourniture et la pose de garde-corps en acier.

Les ouvrages métalliques divers devront être protégés contre la corrosion en usine.

L'entonnement amont sera protégé par une grille métallique verticale constituée de fers plats espacés avec un entre axe de 0,10 cm. Cette grille est descendue jusqu'au niveau du radier.

Les gardes corps seront conformes au Code du Travail et comprendront notamment une main courante, une lisse intermédiaire à mi-hauteur et une plinthe de butée de 15 centimètres en partie basse. Ils seront en acier protégé contre la corrosion par galvanisation puis recouvert de deux couches de peinture.
Les dimensions des lisses horizontales ainsi que leur écartement devront être respectés. Les dimensions des lisses horizontales ainsi que leur écartement devront être respectés. La hauteur sera de 1 m et les supports seront distants de 1.25 m.

Compte tenu de la profondeur de la passe et afin de limiter les risques d'accident, toute la passe sera protégée par des caillebotis horizontaux calés à la cote 227.52 m et supportés par les murs extérieur et ceux séparant les 3 rangées de la passe.

Les caillebotis seront en acier galvanisé. Ils seront antidérapants et escamotables.
La maille sera de dimension 30 mm x 19 mm ou 19 mm x 34 mm. Chaque panneau sera ceinturé par un profilé rigide, et posé dans un cadre dormant fixé ou scellé aux bétons de l'ouvrage.

Les échelles seront en aluminium et recouvertes de deux couches de peinture. Leur section est circulaire : 40 mm et 22 mm pour les barreaux. Ces derniers seront espacés tous les 25 cm. Les éléments se fixeront entre-eux grâce à un système de goupilles avec un dispositif de fixation. Les goupilles seront de 10 mm de diamètre.

3.4.1 Remise en état du site

Le site sera remis en état à la fin des travaux. Cela consistera à évacuer les déblais issus de la berge et des éléments de béton.

Les graves éventuellement mis en place au niveau du chemin seront retirées et évacuées.

Les ornières formées par le passage des engins sur les berges et dans les parcelles riveraines seront être rebouchés.

Les batardeaux seront retirés.

3.5 DETAIL ESTIMATIF

	Désignation	Unité	Quantité	Prix	Total
1	**ETUDES ET INSTALLATIONS DE CHANTIER**				
1.1	INSTALLATION DE CHANTIER	F	1	5 000.00	5 000.00
1.2	ETUDE D'EXECUTION-CONTRÔLE-RECOLLEMENT	F	1	5 000.00	5 000.00
1.3	MISE HORS D'EAU DU CHANTIER	F	1	33 000.00	33 000.00
1.4	ETUDE GEOTECHNIQUE	F	1	3 000.00	3 000.00
1.5	DEFRICHAGE	m²	25	30.00	800.00
	sous total				**46 800.00**
2	**TERRASSEMENTS**				
2.1	DEBLAIS ENROCHEMENTS + MACONNERIES	M³	90	60.00	5 400.00
2.2	DEBLAIS EN TERRAIN MEUBLE	M³	60	20.00	1 200.00
2.3	PLUS VALUE EVACUATION ET MISE EN DEPOT DEFINITIF	M³	130	3.00	400.00
2.4	REMBLAIS AUTOUR DES OUVRAGES	F	1	4 000.00	4 000.00
	sous total				**11 000.00**
3	**GENIE CIVIL**				
3.1	BETON DE PROPRETE	M³	35	210.00	7400
3.2	BETON POUR VOILE	M³	35	260.00	9100
3.3	BETON POUR RADIER	M³	25	240.00	6000
3.4	ARMATURES / ANCRAGE	KG	6500	3.50	22750
3.5	COFFRAGES PLANS SOIGNES	M²	185	60.00	11100
3.6	AMENAGEMENT RUGOSITE RADIER	M³	25	40.00	1000
3.7	ENROCHEMENTS POUR FOSSE D'APPEL	M³	5	100.00	500
3.8	LIAISON AVEC OUVRAGE	F	1	3 000.00	3000
	sous total				**60 850.00**
4	**OUVRAGES METALLIQUES DIVERS**				
4.1	CAILLEBOTTIS METALLIQUE	M²	85	180.00	15300
4.2	ECHELLES ET FIXATION	F	1	2 000.00	2000
4.3	GUIDE EN ACIER GALVANISE POUR L'ECHANCRURE	ml	6	125.00	750
4.4	GARDE-CORPS	ml	20	150.00	3000
4.5	POSE ET DEPOSE PASSERELLE	F	1	1 500.00	1500
	sous total				**22 550.00**
	TOTAL				**141 200.00**
	DIVERS ET IMPREVUS (environ 10 %)				13 800.00
	MONTANT HT				**155 000.00**
	MONTANT TTC (TVA 20%)				**186 000.00**

A ces coûts s'ajoutent :

- **Les frais de réalisation de pêches électriques : 2 500 € HT**
- **Les frais de maitrise d'œuvre complète : 12 000 € HT**

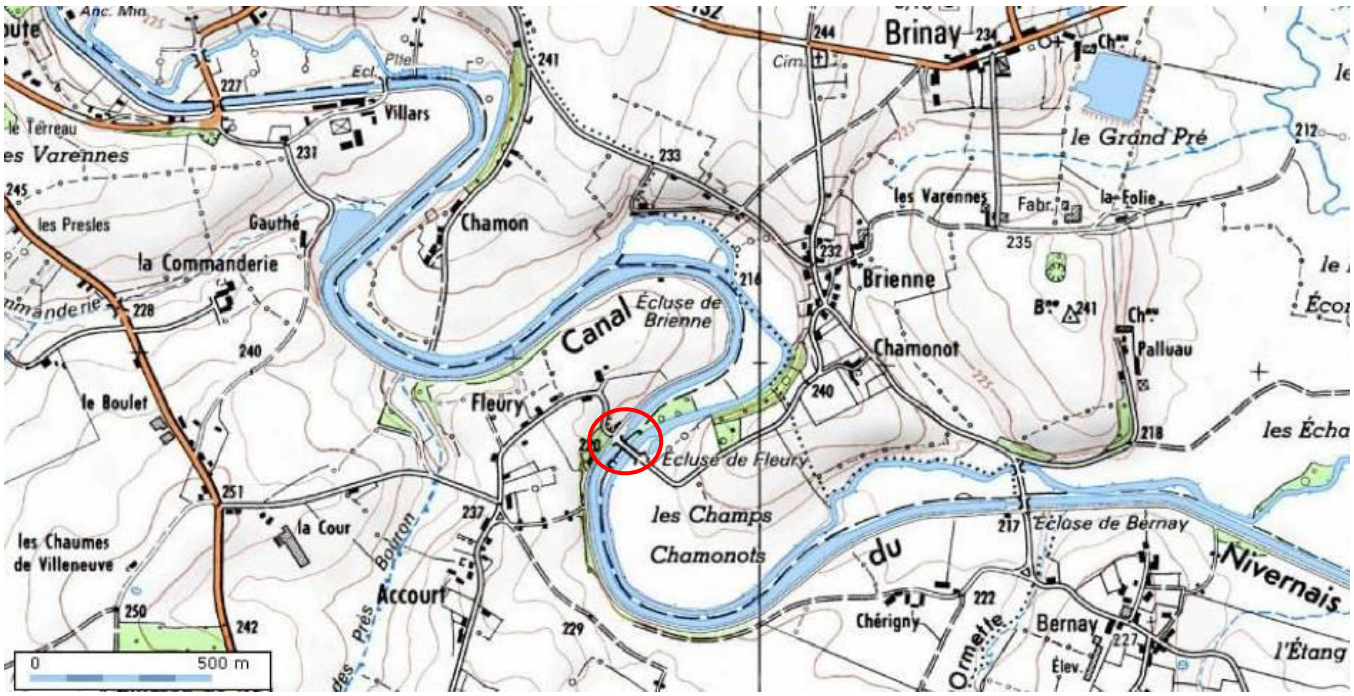
4- PROJET AU DROIT DU BARRAGE DE FLEURY

4.1 DESCRIPTION DE L'OUVRAGE EXISTANT

4.1.1 Situation

L'ouvrage se trouve sur la commune de Biches.

Figure 12 : Localisation sur carte IGN des travaux – Barrage de Fleury



4.1.2 Description de l'ouvrage actuel

Les caractéristiques principales de l'ouvrage sont rappelées ci-après.

Le barrage est constitué par :

- <u>un déversoir semi-circulaire contournant le barrage à aiguilles en rive gauche</u>

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

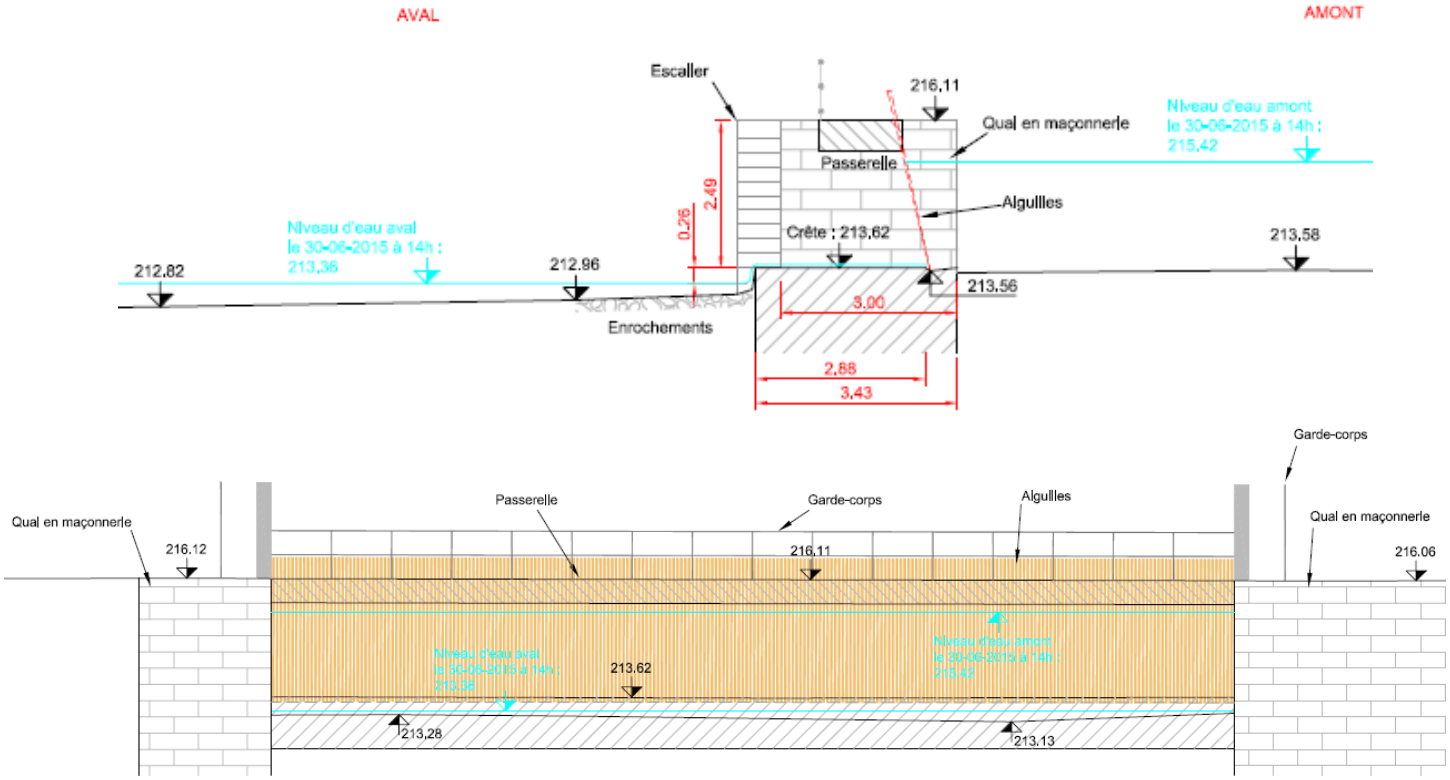
- <u>un barrage à aiguilles barrant le cours d'eau</u>

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

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

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

Figure 13 : Profils en long et en travers du barrage de Fleury



Source : SOMIVAL

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*

4.2 DESCRIPTION DES TRAVAUX

4.2.1 Description des aménagements

Le dispositif envisagé consiste à mettre en place côté rive droite des enrochements liaisonnés 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.

4.2.2 Dimensionnement hydraulique des ouvrages

Cet ouvrage ne constitue pas un pré-barrage à proprement parler et ne peut donc être dimensionné comme tel : le radier actuel n'étant pas modifié, il y a déversement sur la longueur totale du radier pour toute condition de débit.

Le calage hydraulique de ce type de seuil est difficile à évaluer compte tenu de son aspect rustique (blocs d'enrochements).

Cependant si on considère la longueur sur laquelle sont disposés les enrochements en aval immédiat du barrage (4 m soit 20 % de la longueur totale déversante), on peut donner un ordre de grandeur du débit transitant dans le dispositif.

Les débits au droit de l'ouvrage ont été calculés avec la formule suivante :

$$Q = \mu * l * h * \sqrt{2gh}$$

Avec :
Q : le débit en m3/s
μ : le coefficient de débit (0.40)
l : la longueur de déversement
g : le coefficient de gravité (g = 9,81 m/s²)
h : la hauteur d'eau en m

Tableau 7 : Répartition des débits au niveau du barrage de Fleury

Débit caractéristique	Débit total sur le radier (m3/s)	Débit dans le dispositif (m3/s)	Ligne d'eau amont (m)
QMNA5	0.521	0.104	213.68
Module	1.47	0.294	213.74
2xModule	4.43	0.885	213.87

Au sein du seuil rustique aval une échancrure sera réalisée afin de concentrer les débits en période d'étiage. Elle a été dimensionnée pour un débit maximum de l'ordre de 200l/s (soit pour un débit dans la rivière à l'amont de l'ordre de 1 m3/s correspondant à 2xQMNA5). Son objectif est de favoriser le passage des poissons dépourvus de capacités de reptation et nécessitant un certain tirant d'eau pour la nage.

Nous avons considéré que l'échancrure fonctionnait comme un déversoir mince à contraction latérale.
Si on considère une échancrure de largeur 0.55 m et une lame d'eau maximale de 0.35 m avant déversement sur toute la longueur du seuil, le débit transitant par cette échancrure est de 0.205 m3/s.

4.3 OUVRAGES PROJETES

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), des enrochements seront disposés 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, constituant le seuil, 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-après).

Des blocs seront mis en place au contact du radier pour faciliter la montaison de l'anguille.

Une échancrure de largeur 0.55 m calée à la cote de 213.11 m NGF sera aménagée dans sa partie centrale.

Figure 14 : Coupe schématique de l'aménagement en enrochements – Barrage de Fleury

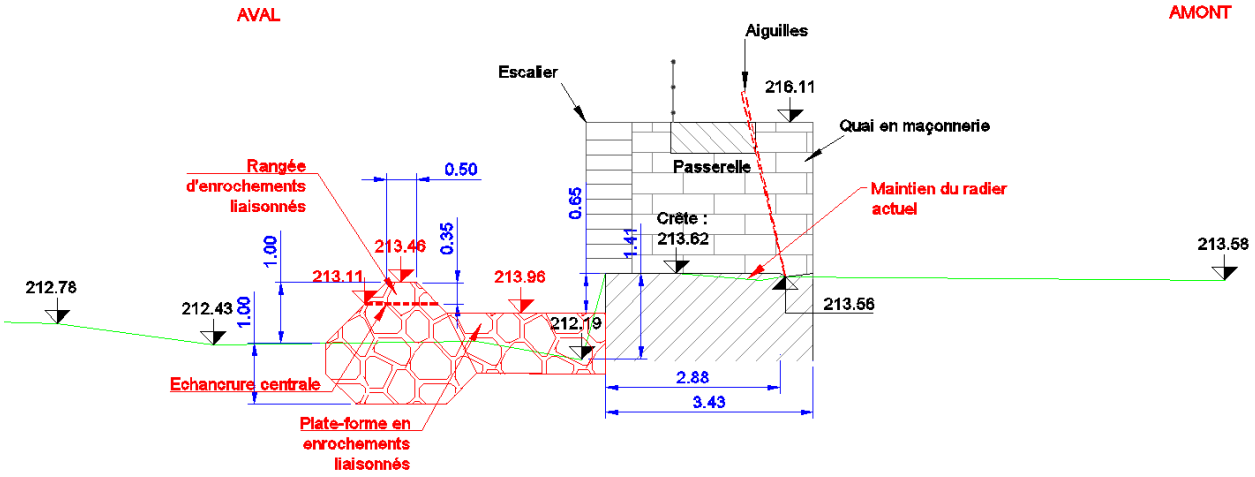
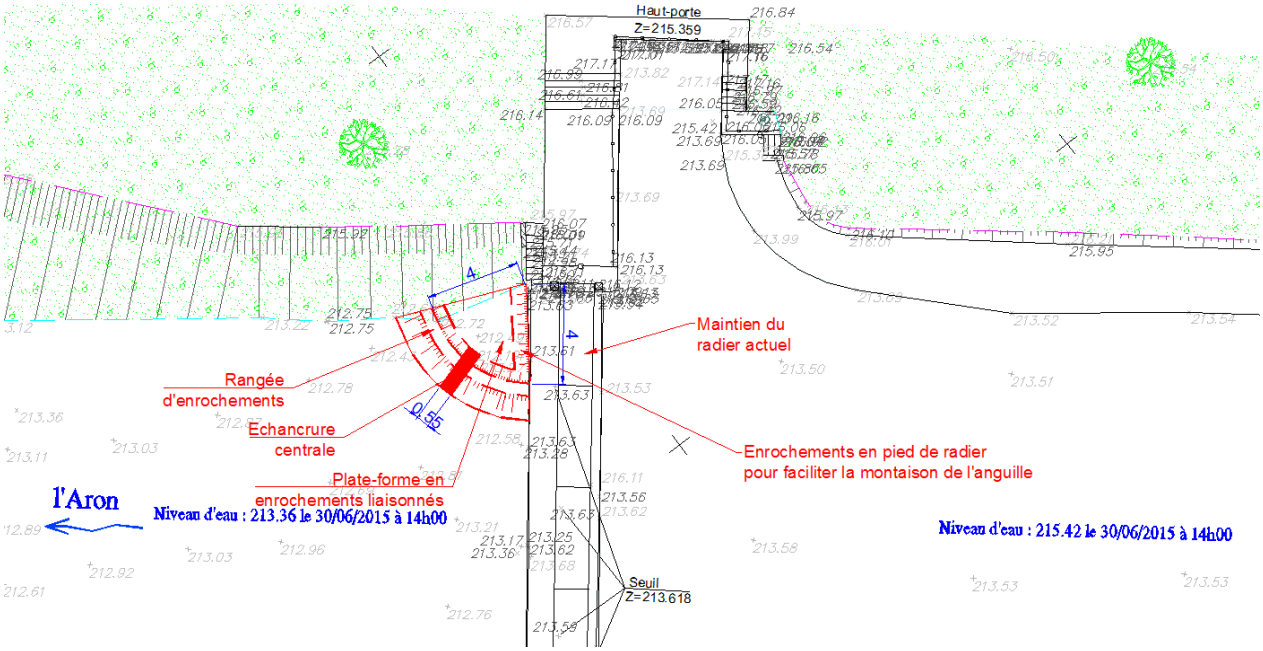


Figure 15 : Implantation de l'aménagement rustique en enrochements – Barrage de Fleury



4.4 ORGANISATION DU CHANTIER

4.4.1 Accessibilité du chantier

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.

4.4.2 Travaux préparatoires

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

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 à l'amont se fera à l'aide de bigs-bags disposé sur le radier amont côté rive gauche.

Figure 16 : Accès aux chantiers

Au préalable, il sera nécessaire de réaliser une pêche électrique dans les zones mise hors d'eau.

4.4.3 Travaux de terrassement

Les enrochements seront de diamètre compris entre 0.30 m et 0.50 m. Ils seront liaisonnés par du béton hormis ceux en surface : ces enrochements seront liaisonnés sur la moitié de leur hauteur seulement afin 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. Cette phase devra être réalisée sous la surveillance (ou du moins après discussion) avec le maitre d'œuvre en charge des travaux.

La mise en place de ce cordon rocheux nécessitera la réalisation de terrassement préalable du fond du lit (ancrage de 1 m par rapport au fond de la rivière pour le cordon rocheux, ancrage de 50 cm pour la plate-forme). Les matériaux issus du terrassement seront positionnés en cordon le long de la berge rive droite de manière à être repris lors des crues.

4.4.4 Remise en état du site

Le site sera remis en état à la fin des travaux.

Les ornières formées par le passage des engins sur les berges et dans les parcelles riveraines seront rebouchées.

Le cordon créé en aval et le batardeau amont seront retirés.

4.5 DETAIL ESTIMATIF

	Désignation	Unité	Quantité	Prix	Total
1	**ETUDES ET INSTALLATIONS DE CHANTIER**				
1.1	INSTALLATION DE CHANTIER /REPLI DE CHANTIER	F	1	1 000.00	1 000.00
1.2	MISE HORS D'EAU DU CHANTIER	F	1	1 500.00	1 500.00
1.3	PISTE D'ACCES	F	1	5 000.00	5 000.00
	sous total				**7 500.00**
2	**TERRASSEMENT/GENIE CIVIL**				
2.1	DEBLAIS EN TERRAIN MEUBLE	M^3	20	25.00	500.00
2.2	ENROCHEMENTS DIAMETRE 0.3-0.5 liaisonnés	M^3	35	300.00	9 000.00
	sous total				**6 000.00**
	TOTAL				**17 000.00**
	DIVERS ET IMPREVUS (environ 10 %)				1 500.00
	MONTANT HT				**18 500.00**
	MONTANT TTC (TVA 20%)				**22 200.00**

A ces coûts s'ajoutent :

- **Les frais de réalisation de pêches électriques : 1 500 € HT**
- **Les frais de maitrise d'œuvre complète : 2 500 € HT**

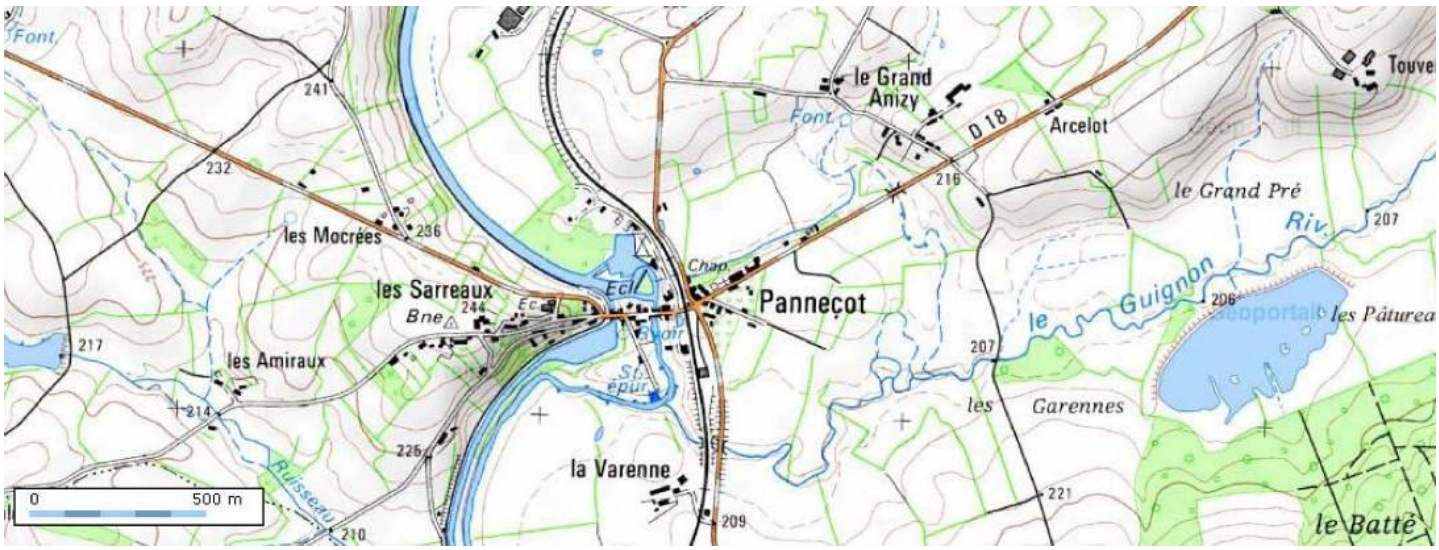
5- PROJET AU DROIT DU BARRAGE DE PANNEÇOT

5.1 DESCRIPTION DE L'OUVRAGE EXISTANT

5.1.1 Situation

L'ouvrage se trouve sur la commune de Panneçot.

Figure 17 : Localisation sur carte IGN des travaux – Barrage de Panneçot



5.1.2 Description de l'ouvrage actuel

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 : 2.6 m
Hauteur : 2,45 m
Parements amont et aval verticaux
Des enrochements ont été mis en place en pied d'ouvrage à l'aval.

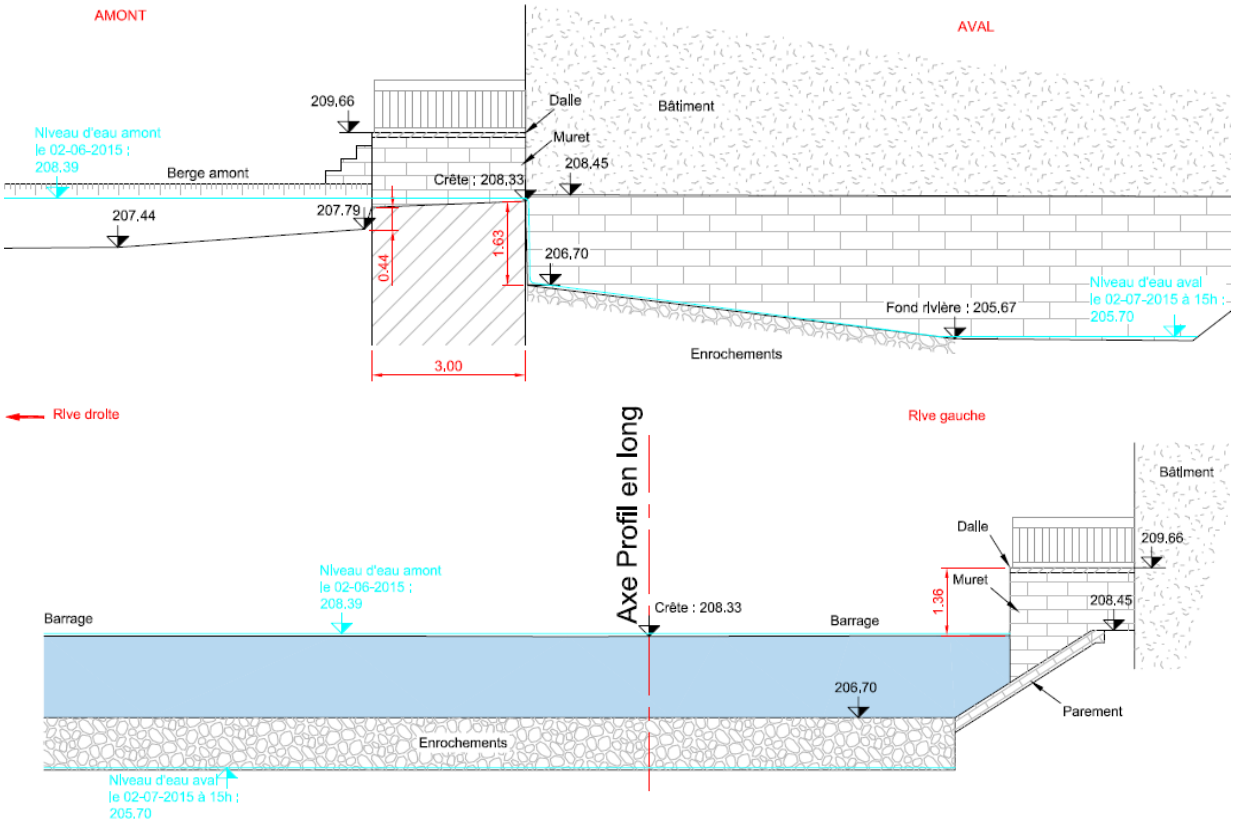
- <u>1 déversoir en rive gauche à seuil fixe</u>

Longueur : 67.30 m (cote 208.35 m NGF)
Largeur en crête : 2.75 m
Parements amont et aval verticaux
Des enrochements ont été mis en place en pied d'ouvrage à l'aval.

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

Largeur : 2 x 1,65 m

Figure 18 : Profils en long et en travers du barrage de Panneçot



Source : SOMIVAL

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

5.2 DESCRIPTION DES TRAVAUX

5.2.1 Description des aménagements

Les travaux consistent à :

- Détruire partiellement la maçonnerie du barrage côté rive gauche ;
- Enlever partiellement les enrochements présents en pied du barrage et le parement empierré côté rive gauche ;
- Réaliser une passe à bassins ;
- Réaliser une échancrure dans le barrage afin d'amener un débit d'attrait en pied de passe.

5.2.2 Dimensionnement hydraulique des ouvrages

Hypothèses prises pour la répartition des débits

A ce jour au droit du barrage de Panneçot, il n'existe aucun dispositif permettant de restituer et garantir le débit réservé. Le débit réservé au droit du seuil est fixé à 1/10ième du module soit à 420 l/s.

Ce débit réservé sera restitué par la passe à bassins et l'échancrure.

Le dispositif de franchissement permettra une montaison des espèces pour un débit amont dans la rivière compris entre un débit proche du QMNA5 soit 0.94 m3/s et 2*Module soit 8.31 m3/s.

En période de montaison, l'échancrure concentrera un débit minimum de l'ordre de 4 % de celui déversant sur le seuil afin de viser une certaine attractivité (débit de 4% pour un débit dans la rivière en amont égal à 2.5*module).

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 moyennes eaux, la vanne levante est entièrement fermée).

Le fonctionnement projeté est le suivant :

- Pour un débit inférieur à 420 l/s, le débit de la rivière sera entièrement restitué à l'aval via la passe et l'échancrure pour débit d'attrait,
- A partir d'un débit égal à 420 l/s, le débit transitera par la passe, l'échancrure et par le barrage (déversoir rive gauche puis rive droite puis vanne)

Pour le calcul de la répartition des débits, nous avons considéré que le barrage, l'échancrure et la vanne de comportaient comme des déversoirs.

Les débits au droit de ces ouvrages ont été calculés avec la formule suivante :

$$Q = \mu * l * h * \sqrt{2gh}$$

Avec :
Q : le débit en m3/s
μ : le coefficient de débit (0.39)
l : la longueur de déversement
g : le coefficient de gravité (g = 9,81 m/s²)
h : la hauteur d'eau en m

La répartition des débits sera la suivante sur la base des aménagements présentés ci-après :

Tableau 8 : Répartition des débits au niveau du barrage de Panneçot

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	0.48	0.177	0.280	208.38
Module	4.16	0.67	0.000	2.92	0.257	0.305	208.45
2xModule	8.27	1.69	0.000	5.92	0.332	0.326	208.51

Hypothèses prises pour le dispositif de franchissement

Les hypothèses de dimensionnement de la passe sont les suivantes :

- Montaison par passe en rive gauche
- 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

Le calage du dispositif du franchissement a été réalisé sur la base des levés des lignes d'eau suivants :

Date	Ligne d'eau amont barrage rive gauche (m NGF)	Ligne d'eau aval barrage rive gauche (m NGF)	DH barrage rive gauche (m)
Proche QMNA5	208.39	205.7	2.69
Module	208.45	205.99	2.46
2.5 Module	208.53	206.13	2.40

Les courbes hauteur-débit ont également été établies au droit du barrage de Panneçot sur la base des relevés réalisés depuis le début de l'étude (source : technique TOPO, SOMIVAL et EPL).

Figure 19 : Courbe hauteur-débit en amont du barrage de Panneçot

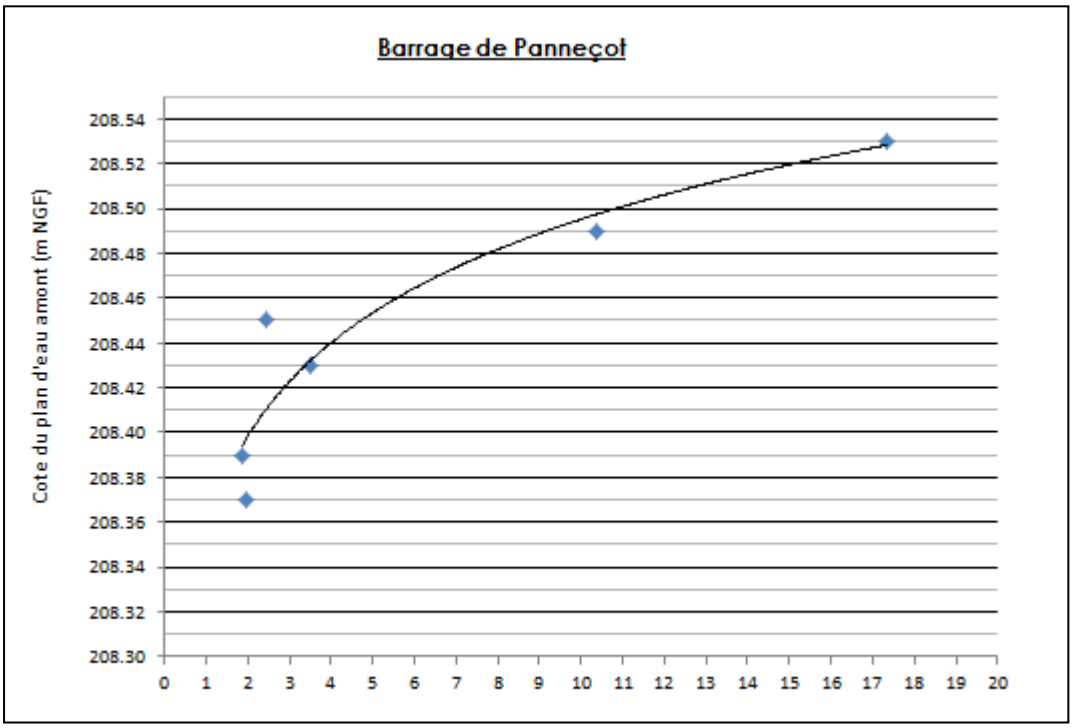
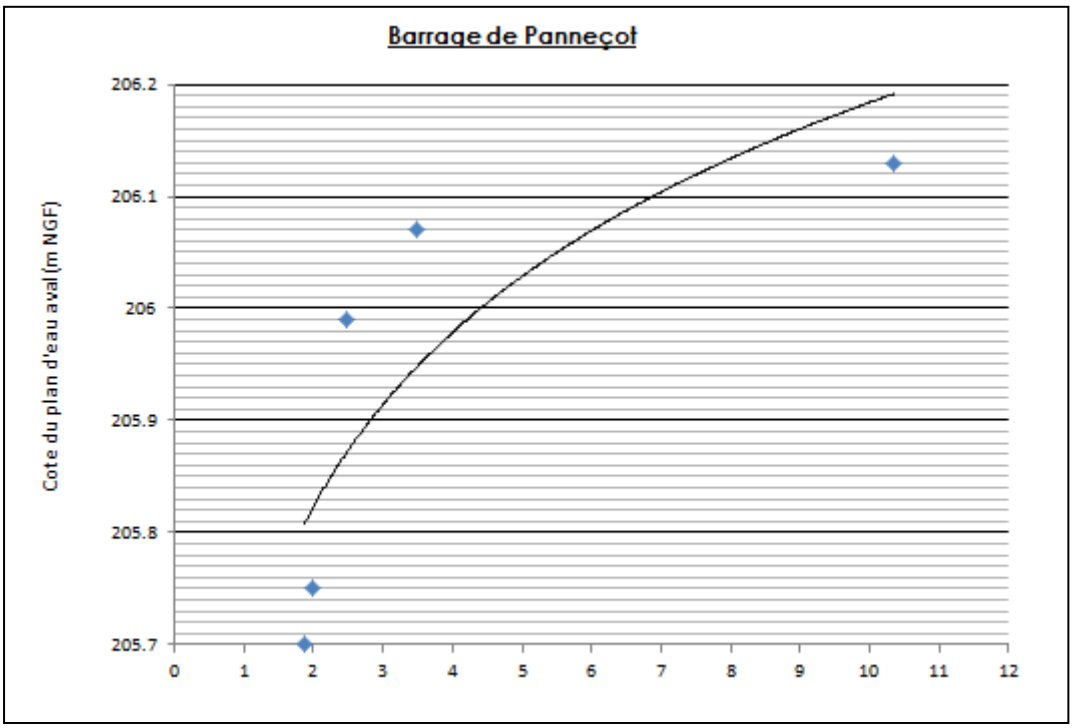


Figure 20 : Courbe hauteur-débit en aval du barrage de Panneçot



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). L'optimisation des bassins de retour et le positionnement des échancrures ont été réalisés sur la base des préconisations faites sur le barrage de Coeuillon par la Délégation régionale Bourgogne Franche-Comté.

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

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 (blocs de 30 cm de diamètre moyen ancrés à mi-hauteur dans le radier).

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, 3 lignes d'eau ont été simulées :

→ *Ligne d'eau 01:* Débit proche du QMNA5, soit 281 l/s dans la passe

→ *Ligne d'eau 02 :* Module, soit 305 l/s dans la passe

→ *Ligne d'eau 03 :* 2 fois le module, soit 324 l/s dans la passe

Tableau 9 : Caractéristiques de la passe à bassins à fentes verticales – Barrage de Panneçot

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
		2.7	2.6	1		
2	207.35				0.25	207.35
		2.7	2.6	2		
3	207.1				0.25	207.1
		2.7	2.6	3		
4	206.85				0.25	206.85
		2.7	2.6	4		
5	206.6				0.25	206.6
		2.7	2.6	5		
6	206.35				0.25	206.35
		5.4	1.28	6		
7	206.1				0.25	206.1
		2.7	2.6	7		
8	205.85				0.25	205.85
		2.7	2.6	8		
9	205.6				0.25	205.6
		5.4	1.28	9		
10	205.35				0.25	205.35
		2.7	2.6	10		
11	205.1				0.30	205.14 (échancrure)

Tableau 10 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales au QMNA5 – Barrage de Panneçot

	Niveau d'eau	Puissance dissipée (W/m3)	Hauteur d'eau moyenne 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	0.28
1	208.13	150	0.65	0.166				
					2	0.249	207.35	0.28
2	207.88	150	0.65	0.166				
					3	0.249	207.1	0.28
3	207.63	149	0.65	0.165				
					4	0.248	206.85	0.28
4	207.38	149	0.65	0.165				
					5	0.247	206.6	0.28
5	207.14	147	0.66	0.164				
					6	0.246	206.35	0.28
6	206.89	148	0.66	0.332				
					7	0.243	206.1	0.28
7	206.65	142	0.67	0.162				
					8	0.239	205.85	0.28
8	206.41	138	0.68	0.159				
					9	0.233	205.6	0.28
9	206.17	133	0.69	0.315				
					10	0.223	205.35	0.28
10	205.95	119	0.73	0.147				
					11	0.252	205.1	0.28
Aval	205.7							

Tableau 11 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales au module – Barrage de Panneçot

	Niveau d'eau	Puissance dissipée (W/m3)	Hauteur d'eau moyenne 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	0.25	207.6	0.305
1	208.2	146	0.72	0.163				
					2	0.25	207.35	0.305
2	207.96	145	0.72	0.162				
					3	0.24	207.1	0.305
3	207.71	143	0.73	0.161				
					4	0.24	206.85	0.305
4	207.47	140	0.74	0.159				
					5	0.24	206.6	0.305
5	207.23	135	0.75	0.157				
					6	0.23	206.35	0.305
6	207.00	130	0.77	0.311				
					7	0.22	206.1	0.305
7	206.78	119	0.80	0.148				
					8	0.21	205.85	0.305
8	206.57	106	0.84	0.14				
					9	0.19	205.6	0.305
9	206.38	92	0.90	0.266				
					10	0.17	205.35	0.305
10	206.21	73	0.98	0.119				
					11	0.13	205.1	0.305
Aval	206.07							

Tableau 12 : Fonctionnement de la passe à fentes verticales à 2x module – Barrage de Panneçot

	Niveau d'eau	Puissance dissipée (W/m3)	Hauteur d'eau moyenne 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	0.247	207.6	0.326
1	208.26	143	0.78	0.16				
					2	0.246	207.35	0.326
2	208.02	142	0.79	0.159				
					3	0.244	207.1	0.326
3	207.77	140	0.79	0.158				
					4	0.241	206.85	0.326
4	207.53	136	0.80	0.156				
					5	0.236	206.6	0.326
5	207.29	131	0.81	0.154				
					6	0.229	206.35	0.326
6	207.07	126	0.84	0.304				
					7	0.22	206.1	0.326
7	206.85	115	0.87	0.145				
					8	0.206	205.85	0.326
8	206.64	103	0.91	0.138				
					9	0.189	205.6	0.326
9	206.45	90	0.97	0.262				
					10	0.169	205.35	0.326
10	206.28	72	1.06	0.118				
					11	0.131	205.1	0.326
Aval	206.15							

5.3 OUVRAGES PROJETES

5.3.1 Passe à bassins

La passe à bassins sera réalisée en rive gauche, à l'extrémité du déversoir.

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

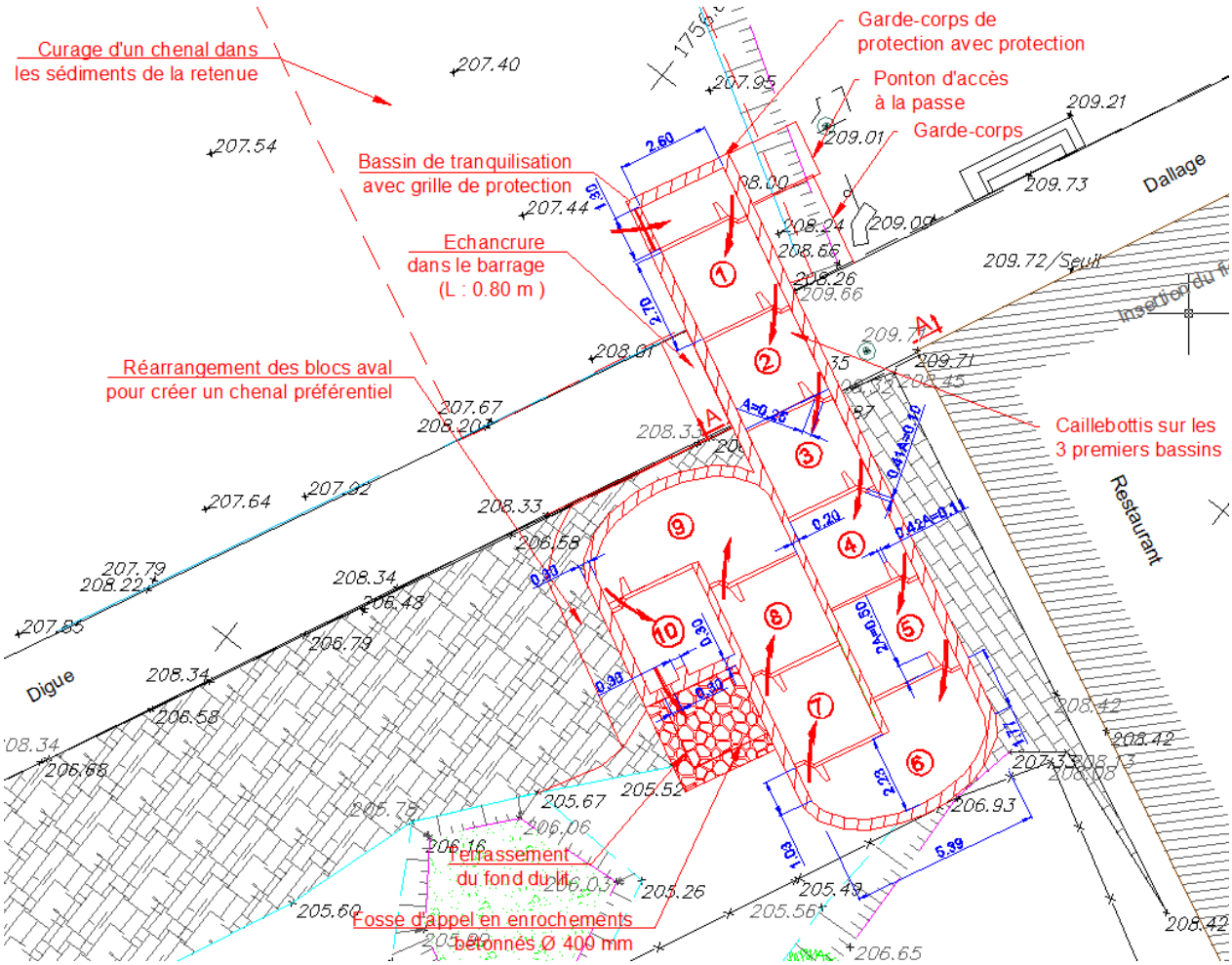
- d'être sur le chemin le plus long à parcourir par les poissons en montaison,
- d'être dans l'axe direct du flot principal de l'Aron,
- de pouvoir disposer l'entrée de la passe au pied de la chute.

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. Les deux premiers bassins ainsi que le bassin de tranquillisation seront recouverts d'un caillebottis.

Afin que l'entrée de la passe soit positionnée au plus près de la chute, la passe présentera 3 rangées et 2 bassins de retour.

La passe est constituée de 10 bassins de 2.60 m de largeur et de 2.7 mètres de longueur, à l'exception des deux bassins assurant le changement de direction, de longueur de 5.39 m. La paroi externe de ce bassin sera de forme arrondie.

Figure 21 : Vue en plan de la passe à bassins - Barrage de Panneçot



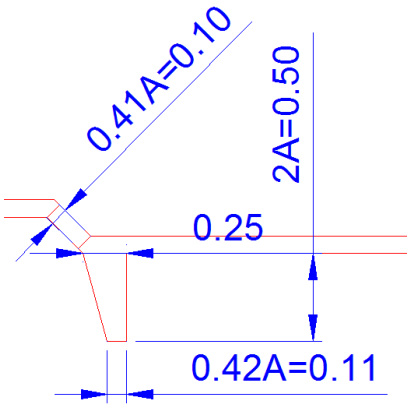
Le fond de la passe sera incliné. La rugosité de fond sera obtenue par mise en place de blocs de 30 cm de diamètre moyen ancrés à mi-hauteur dans le radier.

Le passage entre chaque bassin sera assurée par des cloisons en béton préfabriquées ou coulées en place d'épaisseur 10 cm présentant une fente de largeur 25 cm descendant jusqu'au radier rugueux.

Des déflecteurs seront mis en place au droit de chaque fente afin d'améliorer la dissipation d'énergie dans chaque bassin et auront les caractéristiques suivantes :

- Déflecteurs centraux : 0.50 m de longueur et 0.11 m de largeur en extrémité (0.25 m en base),
- Déflecteurs latéraux : 0.32 m de longueur et 0.10 m d'épaisseur.

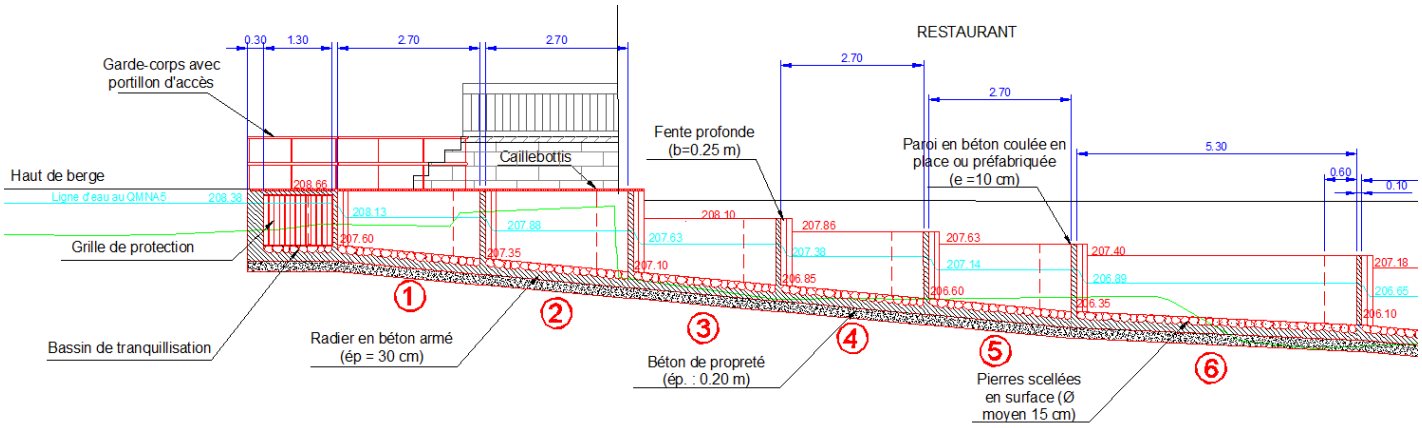
Figure 22 : Vue en plan des déflecteurs – Barrage de Panneçot



La cloison la plus aval, constituée par un mur béton, d'épaisseur 30 cm présentera une échancrure de dimension 30 cm descendant jusqu'au radier rugueux. Cette échancrure sera réglable en hauteur par le biais de bastaings d'épaisseur 60 mm placés dans des réservations (cornière profilées en U) fixées dans les échancrures. Le bastaing est prévu jusqu'à 4 cm au-dessus du radier (cote 205.14 m).

Au niveau de cette cloison aval, le déflecteur aura pour dimensions 0.3 m de longueur sur 0.3 m de largeur.

Figure 23 : Extrait du profil en long de la passe à fentes verticales– Barrage de Panneçot



Un bassin d'alimentation et de tranquillisation sera réalisé en amont de le passe. Il aura les dimensions suivantes : 2.6. m x 1.30 m.

Il présentera un fond plat et des rugosités de fond similaires à celles présentes au fond des bassins. L'alimentation de la passe sera assurée par la mise en place d'une grille de dimension 1.30 m par 0.80 m de haut.

Le radier de la passe aura une épaisseur de 0.30 m. Le calage du radier se fera sur une couche de gros béton (épaisseur à déterminer par les sondages géotechniques), structurant ainsi l'ouvrage.

Les murs extérieurs de la passe auront une épaisseur de 0.30 m (hormis la cloison en aval du bassin n°10).

La séparation des rangées des bassins sera assurée par un voile béton de largeur 0.2 m

Des esquisses ont été réalisés de la passe ont été réalisées par la CAUE58 à la demande du Conseil départemental. Elles sont présentées ci-dessous.

Des améliorations sont à apporter concernant les points suivants :

- Les murs bétons seront un peu plus hauts,
- Les écoulements d'un bassin à l'autre se feront par jet de surface et non pas jet plongeant,
- Les niveaux d'eau dans les bassins seront bien plus bas que le haut des murs bétons,
- Les cloisons intermédiaires seront bien visibles.

Figure 24 : Croquis de la passe réalisé par le CAUE58 - vue à partir de l'aval rive droite

Figure 25 : Croquis de la passe réalisé par le CAUE58 - vue à partir de l'aval rive gauche

5.3.2 Aménagement de l'échancrure

Lors de la réalisation de la passe, une échancrure sera créée dans le barrage en côté rive gauche, contre la passe, pour faire transiter le débit d'attrait à proximité immédiate de la sortie de la passe à bassins.

Le déversoir sera abaissé à la cote 208.13 m sur une longueur de 0.8 m (soit environ 20 cm par rapport à la crête aval du déversoir en rive gauche).

Les enrochements présents en aval du seuil au droit de l'échancrure seront arrangés de manière à concentrer les écoulements.

5.3.3 Fosse d'appel

Une fosse d'appel sera aménagée à l'aval immédiat de l'échancrure du bassin n°10. Le fond de la fosse sera calé à 204.85 m et sera recouvert d'enrochements liaisonnés de dimensions 400 mm. Elle sera de largeur 2.5 m et de longueur 2.4 m.

La fosse permettra de faciliter le franchissement de la cloison aval pour accéder à l'entrée de la passe à poissons.

Un géotextile tissé synthétique sera mis en place en fond de fouille avant mise en place des enrochements.

5.3.4 Aménagement divers

Un caillebotis sera mis en place sur les 3 bassins amont et le bassin d'alimentation afin de protéger les bassins des corps flottants en cas de crue et sécuriser la passe. Il sera composé de plusieurs éléments facilement escamotables pour l'entretien.

Dans l'optique d'entretien et de nettoyage de l'ouvrage, l'accès aux bassins sera facilité par la création d'une passerelle métallique (dimensions 2.10 m x 1.6 m) reliant la berge à l'ouvrage, et équipée de garde-corps.

Une échelle sera également mise en place au niveau du bassin n°1.

Un garde-corps sera également positionné entre la passerelle et le dallage de la terrasse du restaurant.

5.4 ORGANISATION DU CHANTIER

5.4.1 Accessibilité du chantier

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.
Il sera nécessaire de supprimer une partie de la haie présente en limite de propriété.

En cas d'absence d'accord avec le propriétaire riverain en aval, il serait nécessaire de réaliser un accès beaucoup plus en aval par le biais d'un petit chemin communal accédant à la rivière en rive gauche, 15 m en aval du pont de la route départementale 18. Cette solution engendrerait des coûts non négligeables pour permettre un accès à sec des engins en pied d'ouvrage.

5.4.2 Travaux préparatoires

Préalablement au démarrage, un nettoyage et un retrait des bois morts sur le barrage devra être réalisé. La végétation présente dans le lit mineur à l'aval du barrage devra également être retirée.

Figure 26 : Accès au chantier

Un cordon sera créé en aval du barrage 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 soit environ 206,60 m NGF).

Un cordon sera créé en amont du barrage, afin de protéger la zone de chantier. Il s'appuiera sur la berge rive gauche. Il aura une longueur d'environ 20 m et une largeur en crête d'1 m.

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 1H/1V. L'arase du batardeau devra être calé sur les niveaux atteints pour un débit égal à 3 fois le module (soit environ 208.60 m NGF).

Un pompage sera être effectué à l'intérieur des zones à sec.

Un bassin de décantation des eaux issues de la zone de travaux avant rejet sera mis en place.

Au préalable, Il sera nécessaire de réaliser une pêche électrique dans les zones mise hors d'eau.

5.4.3 Travaux de terrassement

La réalisation de la passe à bassins et de l'échancrure nécessite de modifier le barrage sur une largeur de 4.00 m et le pied du parement empierré sur une longueur de 12.50 m. Etant donné la profondeur des terrassements nécessaires à la construction de la passe, une découpe préalable devra être menée. Le barrage sera donc dégagé préalablement en amont (curage du fond du lit amont) et en aval (enlèvement des enrochements) pour permettre cette découpe dans de bonnes conditions. Il en sera de même pour le pied du parement empierré (curage du fond du lit).

A noter que la retenue est très envasée actuellement. Afin de permettre un fonctionnement optimal de la passe, un chenal sera curé dans les sédiments de la retenue entre le port et la passe à bassins soit sur une longueur de 65 m. Le fond de ce chenal se situera à la cote 207.50 m soit environ 10 cm en dessous de l'entrée hydraulique de la passe. Il aura une largeur d'environ 11 m.

Le découpage de la maçonnerie se fera à la scie à disque et suivra la future géométrie de l'échancrure et de la passe. Une attention particulière sera apportée à la liaison ouvrage/barrage/parement empierré.

Le barrage et le parement empierré seront donc repris sur une largeur suffisante.
Ces travaux devront être réalisés sans altérer les ouvrages.

Les déblais de matériaux provenant des fouilles des ouvrages ou des curages du fond du lit en amont et en aval du barrage ainsi que les produits issus des ouvrages devront être évacués immédiatement vers une installation de stockage des déchets inertes conforme à la réglementation en vigueur.

L'étude géotechnique préalable aux travaux permettra au maître d'œuvre d'affiner/d'ajuster les modalités de modification de l'ouvrage.

5.4.4 Travaux de génie civil

Par leur conception, les bassins reposent sur un radier béton.
Un remblaiement éventuel peut être prévu afin de conforter le fond de fouille.

Après terrassement, au niveau nécessaire, la fouille sera parfaitement réglée et recevra un béton de propreté (dosage 200 kg/m3). Celui-ci devra avoir une planimétrie suffisante, une bonne adhésion pour permettre une réalisation correcte du radier et des voiles extérieurs

Le radier sera réalisé en béton armé coulé en place sur une épaisseur de 0.30 m. les voiles béton extérieurs seront également réalises en béton armé et auront une épaisseur de 30 cm.

Les voiles de bassin pourront être préfabriqués puis scellés sur place en assurant la liaison du voile avec le radier ainsi que du voile avec les voiles extérieurs.
Toutes les liaisons seront parfaitement étanches.

5.4.5 Métallerie

Les différents travaux à exécuter comprennent :

- la fourniture et la pose d'une grille acier en entrée du bassin de tranquillisation,
- la fourniture et la mise en place de caillebotis en inox pour la protection des bassins,
- la fourniture et la pose de garde-corps en acier,
- La fourniture et la pose d'un ponton métallique.

Les ouvrages métalliques divers devront être protégés contre la corrosion en usine,

L'entonnement amont sera protégé par une grille métallique verticale constituée de fers plats espacés avec un entre axe de 0,10 cm. Cette grille sera descendue jusqu'au niveau du radier.

Les gardes corps seront conformes au Code du Travail et comprendront notamment une main courante, une lisse intermédiaire à mi-hauteur et une plinthe de butée de 15 centimètres en partie basse. Ils seront en acier protégé contre la corrosion par galvanisation puis recouvert de deux couches de peinture.

Les dimensions des lisses horizontales ainsi que leur écartement devront être respectés. La hauteur sera de 1 m et les supports seront distants de 1.25 m.

Compte tenu de la profondeur de la passe et afin de limiter les risques d'accident, les 2 bassins amont de la passe ainsi que le bassin de tranquillisation seront protégés par des caillebotis horizontaux calés à la cote 208.66 m.

Les caillebotis seront en acier galvanisé. Ils seront antidérapants et escamotables.
La maille sera de dimension 30 mm x 19 mm ou 19 mm x 34 mm. Chaque panneau sera ceinturé par un profilé rigide, et posé dans un cadre dormant fixé ou scellé aux bétons des ouvrages.

L'échelle sera en aluminium et recouverte de deux couches de peinture. Leur section est circulaire : 40 mm et 22 mm pour les barreaux. Ces derniers seront espacés tous les 25 cm. Les éléments se fixeront entre-eux grâce à un système de goupilles avec un dispositif de fixation. Les goupilles seront de 10 mm de diamètre.

5.4.6 Remise en état du site

Le site sera remis en état à la fin des travaux. Cela consistera à évacuer les déblais issus de la berge et des éléments de béton.

Les graves éventuellement mis en place au niveau du chemin seront retirées et évacuées.

Les ornières formées par le passage des engins sur les berges et dans les parcelles riveraines seront être rebouchés.

Les batardeaux seront retirés.

Une haie sera replantée au droit de la limite de propriété avec le riverain en aval du restaurant.

5.5 DETAIL ESTIMATIF

	Désignation	Unité	Quantité	Prix	Total
1	**ETUDES ET INSTALLATIONS DE CHANTIER**				
1.1	INSTALLATION DE CHANTIER /REPLI CHANTIER	F	1	10 000.00	10 000.00
1.2	ETUDES D'EXECUTION - CONTRÔLE - RECOLEMENT	F	1	17 000.00	17 000.00
1.3	MISE HORS D'EAU DU CHANTIER	F	1	27 000.00	27 000.00
1.4	ETUDE GEOTECHNIQUE	F	1	3 500.00	3 500.00
1.5	DEFRICHAGE	m²	30	30.00	900.00
1.6	PISTE D'ACCES	F	1	3 000.00	3 000.00
	sous total				**61 400.00**
2	**TERRASSEMENTS/GENIE CIVIL**				
2.1	DEBLAIS ENROCHEMENTS + MACONNERIES	M³	90	60.00	5 400.00
2.2	DEBLAIS EN TERRAIN MEUBLE	M³	50	20.00	1 000.00
2.3	PLUS VALUE EVACUATION ET MISE EN DEPOT DEFINITIF	M³	140	3.00	500.00
2.4	CURAGE DES SEDIMENTS ET EVACUATION	M³	350	50.00	17 500.00
2.5	REMBLAIS AUTOUR DES OUVRAGES	F	1	2 000.00	2 000.00
	sous total				**26 400.00**
3	**PASSE A POISSONS + ECHANCRURE**				
3.1	BETON DE PROPRETE	M³	30	60.00	1 800.00
3.2	BETON POUR VOILE	M³	35	260.00	9 100.00
3.3	BETON POUR RADIER	M³	25	240.00	6 000.00
3.4	ARMATURES / ANCRAGE	KG	6000	3.50	21 000.00
3.5	COFFRAGES PLANS SOIGNES	M²	270	60.00	16 200.00
3.6	AMENAGEMENT RUGOSITE RADIER	M³	30	40.00	1 200.00
3.7	ENROCHEMENTS POUR FOSSE D'APPEL	M³	5	100.00	500.00
3.8	LIAISON AVEC OUVRAGE	F	1	10 000.00	10 000.00
	sous total				**65 800.00**
4	**AMENAGEMENTS DIVERS**				
4.1	CAILLEBOTTIS METALLIQUE	F	20	180.00	3 600.00
4.2	ECHELLE ET FIXATION	F	1	1 000.00	1 000.00
4.3	GARDE-CORPS	ml	14	150.00	2 100.00
4.4	PASSERELLE METALLIQUE	F	1	3 000.00	3 000.00
4.5	PLANTATION D'UNE HAIE	F	1	1 000.00	1 000.00
	sous total				**10 700.00**
	TOTAL				**164 300.00**
	DIVERS ET IMPREVUS (environ 10 %)				16 700.00
	MONTANT HT				**181 000.00**
	MONTANT TTC				**217 200.00**

A ces coûts s'ajoutent :

- **Les frais de réalisation de pêches électriques : 2 500 € HT**
- **Les frais de maitrise d'œuvre complète : 15 000 € HT**

6- MOYENS ENVISAGES POUR LIMITER L'IMPACT DU CHANTIER

Mesure visant à protéger le milieu aquatique

Afin de minorer les impacts négatifs du chantier sur le milieu aquatique, une attention particulière sera apportée aux points suivants :

- Mise en place sur le chantier de moyens d'alerte et d'intervention en cas de pollution accidentelle.
- Mise en place et information du personnel sur les procédures à suivre et numéros d'urgence
- Dispositions de surveillance et d'intervention d'urgence en cas de besoin, par exemple en cas de survenance d'une crue.
- Utilisation d'engins homologués et en bon état de fonctionnement notamment en ce qui concerne le bruit et les émissions atmosphériques (gaz d'échappement),
- Un soin tout particulier devra être apporté au choix des zones de stockage des excédents et des matériaux, ces zones ne devront en aucun cas être inondables pendant la période des travaux et seront choisies en collaboration avec le maitre d'ouvrage afin de pas entrainer de nuisances pour le public fréquentant le site.

Plusieurs précautions seront prises afin de prévenir tous risques supplémentaires :

- Une révision des engins sera réalisée avant le démarrage du chantier, et ce, afin de prévenir toute fuite d'huile, de carburant ou toute rupture de durite,
- le nettoyage des engins s'effectuera en dehors des limites du cours d'eau,
- Le stockage des carburants et autres produits toxiques se fait hors zone du chantier et zone inondable afin de prévenir toute fuite d'hydrocarbures dans le milieu,
- La circulation des engins dans le cours d'eau sera limitée au strict nécessaire (travail depuis la berge dans la mesure du possible, travail dans la zone mise hors d'eau).

Une pêche de sauvegarde sera réalisée sur l'emprise des travaux (dans la zone mise hors d'eau pour la réalisation de la passe).

Un bassin de décantation des eaux d'eaux issues de la zone de travaux avant rejet dans l'Aron sera mise en place.

Protection de la faune et la Flore

L'utilisation de produits phytosanitaires est proscrite lors des opérations de débroussaillage, abattage, dessouchage.

La végétation susceptible d'être enlevée sera choisie en concertation avec le propriétaire. Cette végétation ainsi que les produits de défrichages et dessouchages seront évacués en dehors de la zone inondable afin de ne pas se retrouver dans le cours d'eau (risquer de création d'embâcles à l'aval ou eutrophisation du cours d'eau suite à la dégradation des végétaux).

Les secteurs d'évolution des engins seront limités au strict nécessaire afin d'éviter une dévégétalisation du site.

7- ANNEXES : PLANS