

# *Etude de restauration de la continuité écologique de la chaussée du Sacré Cœur sur la Petite Maine à Chavagnes-en-Pailliers*



*Rapport de présentation du projet*



SERAMA

Parc Actilonne  
2, allée Michel Desjoyeaux  
85 340 OLONNE/MER  
Tél/Fax : 02.51.21.50.38  
E-mail : [contact@serama.fr](mailto:contact@serama.fr)



## Sommaire

<b>1. LE PETITIONNAIRE / AVANT PROPOS</b> .....	<b>7</b>
<b>2. CADRE REGLEMENTAIRE</b> .....	<b>10</b>
2.1. LOI SUR L'EAU - CODE DE L'ENVIRONNEMENT.....	11
2.1.1. LA PROCEDURE D'AUTORISATION AU TITRE DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT.....	11
2.1.2. LA NOMENCLATURE DES OPERATIONS SOUMISES A AUTORISATION ET DECLARATION.....	12
<b>3. DONNEES GENERALES</b> .....	<b>13</b>
3.1. CONTEXTE.....	14
3.2. SITUATION ADMINISTRATIVE.....	14
3.2.1. LE SDAGE LOIRE-BRETAGNE .....	14
3.2.2. LE SAGE SEVRE NANTAISE.....	15
3.2.3. LE CRE MAINES VENDEENNES .....	16
3.2.4. LA LEMA .....	17
<b>4. PRESENTATION GENERALE</b> .....	<b>18</b>
4.1. SITUATION.....	19
4.1.1. COMMUNE DE CHAVAGNES-EN-PAILLERS.....	19
4.1.2. LE SITE DE LA CHAUSSEE DU SACRE COEUR .....	19
4.2. LES DONNEES CLIMATIQUES.....	20
4.3. LES DONNEES HYDROLOGIQUES.....	21
4.3.1. CARACTERISTIQUES DES DEBITS DE LA PETITE MAINE .....	21
4.3.2. CARACTERISTIQUES DES DEBITS AU DROIT DE LA CHAUSSEE DU SACRE COEUR .....	23
4.4. DESCRIPTION DU MILIEU NATUREL.....	25
4.4.1. LA FLORE.....	25
4.4.2. LA FAUNE .....	25
4.4.3. LES MIGRATEURS ET LA CIRCULATION PISCICOLE .....	29
4.4.4. CLASSEMENT .....	30
4.4.5. LA GESTION ASSOCIATIVE ET REGLEMENTAIRE .....	30
4.4.6. LES ZONES NATURELLES.....	31
4.5. LES USAGES .....	31
4.5.1. USAGE AGRICOLE.....	31
4.5.2. LA PECHE .....	32

4.5.3. LOISIRS.....	32
<b>5. PRESENTATION DU SITE ET DES OUVRAGES .....</b>	<b>33</b>
5.1. DESCRIPTION DU SYSTEME HYDRAULIQUE DU MOULIN ET DE SES OUVRAGES .....	34
5.1.1. HISTORIQUE .....	34
5.1.2. LA CHAUSSEE.....	35
5.1.3. LES VANNES USINIÈRES .....	36
5.1.4. BUSE AVAL DU MOULIN.....	37
5.1.5. DESCRIPTION DU PROJET .....	38
5.1.6. PROPRIÉTÉ DES PARCELLES.....	38
5.2. ÉTAT DES LIEUX DES ZONES HUMIDES.....	40
5.2.1. LA ZONE HUMIDE DU SACRÉ-CŒUR.....	42
5.2.2. LA ZONE HUMIDE DE LA PASSERELLE .....	44
5.2.3. LA ZONE HUMIDE DE LA PRIÈRE .....	45
<b>6. ANALYSE DES PROFILS .....</b>	<b>46</b>
6.1. LE PROFIL LONGITUDINAL .....	47
6.1.1. EN AMONT DE LA CONFLUENCE DU VENDRENNEAU .....	48
6.1.2. DE LA CONFLUENCE DU VENDRENNEAU AU MOULIN.....	48
6.2. LES PROFILS TRANSVERSAUX .....	50
6.2.1. RESULTATS .....	50
6.3. LES PROFILS DE FOND DE VALLÉE .....	51
6.3.1. ANALYSE HYDRAULIQUE HECRAS .....	51
<b>7. BILAN HYDROMORPHOLOGIQUE DU BIEF - ÉTAT INITIAL .....</b>	<b>55</b>
7.1. LE LIT MINEUR ET SES HABITATS .....	56
7.1.1. LES FACIES ET LES SUBSTRATS.....	56
7.1.2. LES HABITATS DU LIT.....	58
7.2. LES BERGES ET LA RIPISYLVE .....	59
7.3. LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE .....	60
7.4. LA LIGNE D'EAU.....	62
7.5. LE DÉBIT.....	62
7.6. LE LIT MAJEUR ET LES ANNEXES .....	62
7.7. LES USAGES RENCONTRES.....	62
7.8. BILAN VIS-A-VIS DES OBJECTIFS DE LA DIRECTIVE CADRE EUROPÉENNE SUR L'EAU (DCE).....	64

<b>8. SCENARIOS D'AMENAGEMENT</b> .....	<b>65</b>
8.1. SCENARIO 1 : ABAISSEMENT MAXIMAL DE LA LIGNE D'EAU PAR EFFACEMENT DE L'OUVRAGE.....	67
8.2. SCENARIO 2 : ARASEMENT PARTIEL DE LA CHAUSSEE .....	67
8.3. SCENARIO 3 : AMENAGEMENT D'UN DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT.....	67
8.3.1. AMENAGEMENT D'UNE PASSE NATURELLE.....	68
8.3.2. CREATION D'UN BRAS DE CONTOURNEMENT.....	69
8.4. PRISE EN COMPTE DU FONCTIONNEMENT FRAYERE DANS LES SCENARIOS .....	70
8.5. BILAN HYDROMORPHOLOGIQUE ET MULTI CRITERES .....	72
<b>9. APPROFONDISSEMENT DES SCENARIOS</b> .....	<b>74</b>
9.1. SCENARIO 1: ABAISSEMENT A - 0.60 M.....	75
9.1.1. PASSE NATURELLE .....	75
9.1.2. REPARTITION DES DEBITS.....	80
9.1.1. BRAS DE CONTOURNEMENT .....	81
9.1.1. FONCTIONNEMENT ASSOCIE DE LA FRAYERE .....	82
9.1.1. INCIDENCES DU SCENARIO.....	83
9.2. SCENARIO 2 : ABAISSEMENT A - 1 M.....	84
9.2.1. PASSE NATURELLE - DIMENSIONNEMENT DE L'AMENAGEMENT .....	84
9.2.2. BRAS DE CONTOURNEMENT.....	86
9.2.3. FONCTIONNEMENT ASSOCIE DE LA FRAYERE .....	86
9.2.4. INCIDENCES DES SCENARIOS.....	87
9.3. FONCTIONNEMENT DE LA MARE DE LA PRIIERE.....	88
9.4. BILAN MULTICRITERES ET COMPARATIF DES SCENARIOS .....	90
9.5. DECISION DU COMITE TECHNIQUE.....	92
<b>10. DETAIL DU PROJET RETENU</b> .....	<b>93</b>
10.1. PASSE NATURELLE .....	94
10.1.1. DIMENSIONNEMENT.....	94
10.1.2. CARACTERISTIQUES DES BASSINS.....	97
10.1.3. CARACTERISTIQUES DES SEUILS.....	97
10.1.4. REPARTITION DES DEBITS.....	99
10.2. FONCTIONNEMENT DE LA PASSE .....	100
10.3. GESTION DU TRANSIT SEDIMENTAIRE.....	100
10.4. FONCTIONNEMENT ASSOCIE DE LA FRAYERE .....	103

10.5. RESTAURATION MORPHOLOGIQUE DU LIT.....	104
10.6. INCIDENCES DU PROJET.....	106
10.6.1. SUR LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE .....	106
10.6.2. SUR LA LIGNE D'EAU .....	106
10.6.3. SUR LE DÉBIT.....	107
10.6.4. SUR LE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA RIVIÈRE .....	107
10.6.5. SUR LE LIT MINEUR.....	108
10.6.6. SUR LES ANNEXES.....	109
10.6.7. SUR LES USAGES .....	109
10.7. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE.....	110
10.8. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES - PHASAGE DES TRAVAUX.....	111
10.8.1. DÉLAI ET PÉRIODE DE RÉALISATION DES TRAVAUX .....	111
10.8.2. MODIFICATION DES TRAVAUX.....	111
10.8.3. MISE EN ŒUVRE DES CHANTIERS ET POLLUTIONS.....	111
10.9. CHIFFRAGE DU PROJET RETENU .....	112
<b>11. ANNEXES .....</b>	<b>113</b>

## **1. LE PETITIONNAIRE / AVANT PROPOS**

---

La **chaussée du Sacré Cœur**, située sur la commune de Chavagnes-en-Paillers (85), fait l'objet d'une demande d'étude de faisabilité préalable à la restauration de la continuité écologique.

L'étude comprend :

- La **restauration de la continuité écologique** au droit de la chaussée du Sacré Cœur, renaturation du ruisseau de la Burnière compris ;
- La **restauration de la zone humide du Sacré Cœur**, en étudiant l'impact généré par l'abaissement de la ligne d'eau sur le fonctionnement de la zone humide et la faisabilité de restauration ;
- La **restauration de la zone humide de la Prillère**. A ce titre, il convient d'étudier la reconnexion de cette annexe hydraulique actuellement artificialisée, située sur le ruisseau de la Burnière, à la confluence avec la Petite Maine. La faisabilité d'un projet de restauration l'annexe doit également être étudiée. L'étude préalable à la renaturation du ruisseau de la Burnière, depuis l'aval de la route du bourg de Chavagnes-en-Paillers jusqu'au village de la Proutière sera également conduite ;
- La **restauration des zones humides de bordures**, en réalisant un état des lieux des micro-frayères situées le bief du Sacré Cœur et la définition des mesures de restauration.

Menée sur deux années, l'étude se déroule comme suit :

- **Année 1 (printemps à décembre 2012) :**
  - Etat des lieux (étude hydraulique, sédimentaire, topographique...) ;
  - Définition et mise en œuvre des indicateurs de suivi ;
  - Diagnostic (définition des périmètres, orientation du diagnostic...).
- **Année 2 (janvier à juin 2013) :**
  - Poursuite de la mise en œuvre et bilan des indicateurs de suivi de l'année 1 ;
  - Proposition et validation d'un scénario
  - Bilan (rédaction du diagnostic définitif).
- **Année 2 (juin à décembre 2013) :**
  - Analyse, proposition et rédaction de la faisabilité des différentes actions (présentation des aménagements et travaux, localisation, estimation, impacts, adéquation avec les objectifs de la DCE, du SAGE et du CRE...) ;
  - Détail et présentation du projet définitif ;
  - Elaboration du dossier Loi sur l'Eau.

**Le pétitionnaire :**

***Syndicat Mixte du Bassin des Maines Vendéennes***

2 rue Jules Vernes - BP 8  
85 250 SAINT FULGENT  
Tél : 02.51.42.79.24

Président : Mr Eric SALAÜN  
Dossier suivi par Damien GALLARD

## **2. CADRE REGLEMENTAIRE**

---

## 2.1. LOI SUR L'EAU - CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Sont soumis aux dispositions de l'article 10 de la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau modifiée le 30 décembre 2006, les installations (ne figurant pas dans la nomenclature des installations classées), ouvrages, travaux et activités - IOTA - réalisés à des fins non domestiques par toute personne physique ou morale, publique ou privée et entraînant des prélèvements sur les eaux superficielles ou souterraines, restitués ou non, une modification du niveau ou du mode d'écoulement des eaux ou des déversements, écoulements, rejets ou dépôts directs ou indirects, chroniques ou épisodiques, même non polluants.

Ces IOTA sont définis dans la nomenclature établie par le décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié. Ce décret soumet les installations à autorisation ou à déclaration suivant les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques.

Relèvent ainsi du régime de l'autorisation, les IOTA susceptibles de présenter des dangers pour la santé et la sécurité publique, de nuire au libre écoulement des eaux, de réduire la ressource en eau, d'accroître notablement le risque d'inondation, de porter atteinte gravement à la qualité ou à la diversité du milieu aquatique.

Sont soumis à déclaration les IOTA qui, n'étant pas susceptibles de présenter de tels dangers, doivent néanmoins respecter certaines prescriptions.

### 2.1.1. LA PROCEDURE D'AUTORISATION AU TITRE DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Le maître d'ouvrage est tenu d'accompagner sa demande d'autorisation d'un document d'incidence qui doit indiquer :

Code de l'Environnement, art. R. 214-6

I. - Toute personne souhaitant réaliser une installation, un ouvrage, des travaux ou une activité soumise à autorisation adresse une demande au préfet du département ou des départements où ils doivent être réalisés.

II. - Cette demande, remise en sept exemplaires, comprend :

1° Le nom et l'adresse du demandeur ;

2° L'emplacement sur lequel l'installation, l'ouvrage, les travaux ou l'activité doivent être réalisés ;

3° La nature, la consistance, le volume et l'objet de l'ouvrage, de l'installation, des travaux ou de l'activité envisagés, ainsi que la ou les rubriques de la nomenclature dans lesquelles ils doivent être rangés ;

4° Un document :

a) Indiquant les incidences directes et indirectes, temporaires et permanentes, du projet sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, y compris de ruissellement, en fonction des procédés mis en œuvre, des modalités d'exécution des travaux ou de l'activité, du fonctionnement des ouvrages ou installations, de la nature, de l'origine et du volume des eaux utilisées ou affectées et compte tenu des variations saisonnières et climatiques ;

b) Comportant, lorsque le projet est de nature à affecter de façon notable un site Natura 2000 au sens de l'article L. 414-4, l'évaluation de ses incidences au regard des objectifs de conservation du site ;

c) Justifiant, le cas échéant, de la compatibilité du projet avec le schéma directeur ou le schéma d'aménagement et de gestion des eaux et de sa contribution à la réalisation des objectifs visés à l'article L. 211-1 ainsi que des objectifs de qualité des eaux prévus par l'article D. 211-10 ;

d) Précisant s'il y a lieu les mesures correctives ou compensatoires envisagées.

Les informations que doit contenir ce document peuvent être précisées par un arrêté du ministre chargé de l'environnement.

Lorsqu'une étude d'impact ou une notice d'impact est exigée en application des articles R. 122-5 à R. 122-9, elle est jointe à ce document, qu'elle remplace si elle contient les informations demandées ;

5° Les moyens de surveillance prévus et, si l'opération présente un danger, les moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident ;

6° Les éléments graphiques, plans ou cartes utiles à la compréhension des pièces du dossier, notamment de celles mentionnées aux 3° et 4°.

### ***2.1.2. LA NOMENCLATURE DES OPERATIONS SOUMISES A AUTORISATION ET DECLARATION***

La nomenclature des installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou à déclaration en application des articles R 214-6 et R 214-32 est codifiée dans le Code de l'Environnement, partie réglementaire livre II.

### **3. DONNEES GENERALES**

---

Le bassin versant de la Petite Maine est situé dans le Nord Vendée (85) et draine 252 km<sup>2</sup>. La rivière prend sa source sur la commune des Essarts, à une altitude de 100 m. Elle parcourt 33 kms avant de confluer avec la Grande Maine à Saint-Georges-de-Montaigu. L'altitude est alors de l'ordre de 30 m.

La pente moyenne de la Petite Maine est de 0.21 %.

### 3.1. CONTEXTE

La Petite Maine et un affluent rive gauche de la Grande Maine. Ces cours d'eau constituent les Maines Vendéennes. La Grande Maine est elle-même affluent rive gauche de la Sèvre Nantaise. La chaussée du Sacré Cœur est situé à environ 12.5 kms de la confluence avec la Grande Maine.

### 3.2. SITUATION ADMINISTRATIVE

#### 3.2.1. LE SDAGE LOIRE-BRETAGNE

**Art. 3 de la Loi sur l'eau du 3 janvier 1992 :** Un ou des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux fixent pour chaque bassin ou groupement de bassins les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau, telle que prévue à l'article 1er.

Le SDAGE du bassin Loire-Bretagne rendu obligatoire par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 a été approuvé par le comité de bassin le 18 novembre 2009. Il remplace le SDAGE du 26 juillet 1996. Son contenu décrit de façon aussi exhaustive que possible, l'état des lieux du bassin en décrivant l'ensemble des problèmes et des enjeux (qualité des eaux, milieux aquatiques remarquables, etc...).

Un ensemble de 15 orientations fondamentales et dispositions pour le bassin Loire-Bretagne est défini :

- 1- Repenser les aménagements de cours d'eau
- 2- Réduire la pollution par les nitrates
- 3- Réduire la pollution organique
- 4- Maitriser la pollution par les pesticides
- 5- Maitriser les pollutions dues aux substances dangereuses
- 6- Protéger la santé en protégeant l'environnement
- 7- Maitriser les prélèvements d'eau
- 8- Préserver les zones humides et la biodiversité
- 9- Rouvrir les rivières aux poissons migrateurs**
- 10- Préserver le littoral
- 11- Préserver les têtes de bassins

- 12- Réduire le risque d'inondations par les cours d'eau
- 13- Renforcer la cohérence des territoires et des politiques publiques
- 14- Mettre en place des outils réglementaires et financiers
- 15- Informer, sensibiliser, favoriser les échanges

L'orientation n°9 vise spécifiquement l'objet de cette étude.

Le bassin versant de la Petite Maine compte 1 masse d'eau :

<i>Code de la masse d'eau</i>	<i>Nom de la masse d'eau</i>	<i>Objectifs DCE</i>
<b>FRGR0551, naturelle</b>	LA PETITE MAINE DEPUIS CHAUCHE JUSQU' A LA CONFLUENCE AVEC LA GRANDE MAINE	<b>Bon état 2021</b>

### **3.2.2. LE SAGE SEVRE NANTAISE**

Le bassin versant de la Petite Maine fait partie intégrante du bassin de la Sèvre Nantaise, qui bénéficie d'un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) approuvée en 2005. Couvrant une superficie de 2 350 km<sup>2</sup>, le SAGE Sèvre Nantaise fait l'objet d'une procédure de révision engagée en septembre 2009.

La Sèvre Nantaise prend sa source dans le département des Deux-Sèvres, à 215 m d'altitude, et après un parcours de 136 km, se jette dans la Loire à Nantes, à une altitude de 5 m. Les principaux affluents de la Sèvre Nantaise sont d'amont en aval, l'Ouin, la Moine, la Sanguèze et les Maines. Le bassin de la Sèvre Nantaise a été découpé en 9 sous-bassins : la Sèvre amont, la Sèvre et l'Ouin, la Sèvre moyenne, la Moine, la Sanguèze, la Petite Maine, la Grande Maine, la Maine aval et la Sèvre aval.

Deux enjeux ont été identifiés prioritaire dans la mise en œuvre du SAGE Sèvre Nantaise :

- Maintien des ressources internes pour l'alimentation en eau potable ;
- Maintien et amélioration de la diversité biologique (qualité de l'eau, gestion des débits d'étiage, morphologie des cours d'eau).

Sur le territoire du SAGE, huit autres enjeux ont également été identifiés :

- Préservation des zones humides ;
- Gestion de l'irrigation ;
- Gestion des crues 6 objectifs généraux ont été définis par la Commission Locale de l'Eau en juillet 2000 (les trois premiers sont prioritaires) ;
- Sensibiliser, informer, former, responsabiliser ;
- Reconquérir la qualité de l'eau destinée à l'alimentation en eau potable ;
- Maintenir, préserver, développer la diversité de la ressource en eau ;

- Maintenir, préserver, développer la diversité des milieux aquatiques, du patrimoine biologique et du patrimoine bâti et historique lié à l'eau ;
- Prévenir et gérer les risques d'inondation ;
- Favoriser la concertation autour des sites touristiques (équilibre entre les différents usages et avec le milieu naturel).

Le SAGE est porté par l'Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Nantaise, qui fédère, depuis 1985, l'ensemble des départements concernés par le bassin de la Sèvre Nantaise. Le territoire présente la particularité de s'étendre à plusieurs départements. Huit Contrats Restauration Entretien (CRE) ont été mis en place parmi lesquels le CRE Maines Vendéennes, porté par le Syndicat des Maines Vendéennes et le Conseil Général de la Vendée.

### **3.2.3. LE CRE MAINES VENDEENNES**

Le Syndicat mixte du bassin des Maines Vendéennes, créé depuis 1995, vise à assurer la préservation de la ressource en eau et des écosystèmes aquatiques dans la limite du bassin versant des Maines Vendéennes. Il est porteur du CRE Maines Vendéennes 2008-2012.

Plus particulièrement, il a pour objet :

- L'étude, l'aménagement, la restauration, l'entretien des eaux libres et des eaux closes ;
- L'étude, l'aménagement, la restauration, l'entretien, l'exploitation d'ouvrages hydrauliques sur les cours d'eau ;
- L'étude, l'aménagement, la restauration, l'entretien de zones de rétention temporaire des eaux de ruissellement et de lessivage ;
- La réalisation d'actions pour la protection, la restauration des écosystèmes aquatiques et des zones humides à l'exception de la lutte contre les rongeurs aquatiques nuisibles ;
- L'élaboration des actions, participations pour une gestion quantitative et qualitative de l'eau ;
- La mise en place d'actions de communication et sensibilisation des acteurs concernés par la gestion, la préservation de la ressource en eau et des écosystèmes aquatiques.

Actuellement, et conformément aux objectifs de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE), le syndicat a décidé de définir l'essentiel de ses programmes d'actions autour de la restauration de la continuité écologique et de la restauration, des zones de rétention temporaire des eaux de ruissellement et de lessivage visant dans les deux cas l'amélioration de gestion quantitative et qualitative de la ressource en eau.

Le Syndicat mixte est composé de :

- la Communauté de communes du pays des Herbiers ;
- la Communauté de communes du canton de Saint-Fulgent ;
- la Communauté de communes « Terres de Montaigu » ;
- la Commune des Essarts.

### **3.2.4. LA LEMA**

La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) de décembre 2006 a imposé de nouveaux classements des cours d'eau à travers l'article L 214-17 du Code de l'Environnement. Deux types de liste de cours d'eau doivent être arrêtés par le Préfet de bassin, au plus tard début 2012.

Les cours d'eau ou partie de cours d'eau classés en Liste 1 interdit toute construction de nouvel obstacle à la continuité écologique .

Les cours d'eau de la Liste 2 exige le rétablissement de la continuité écologique (piscicole et sédimentaire) pour tous les ouvrages dans les 5 ans suivants la prise de l'arrêté administratif.

#### **4. PRESENTATION GENERALE**

---

## 4.1. SITUATION

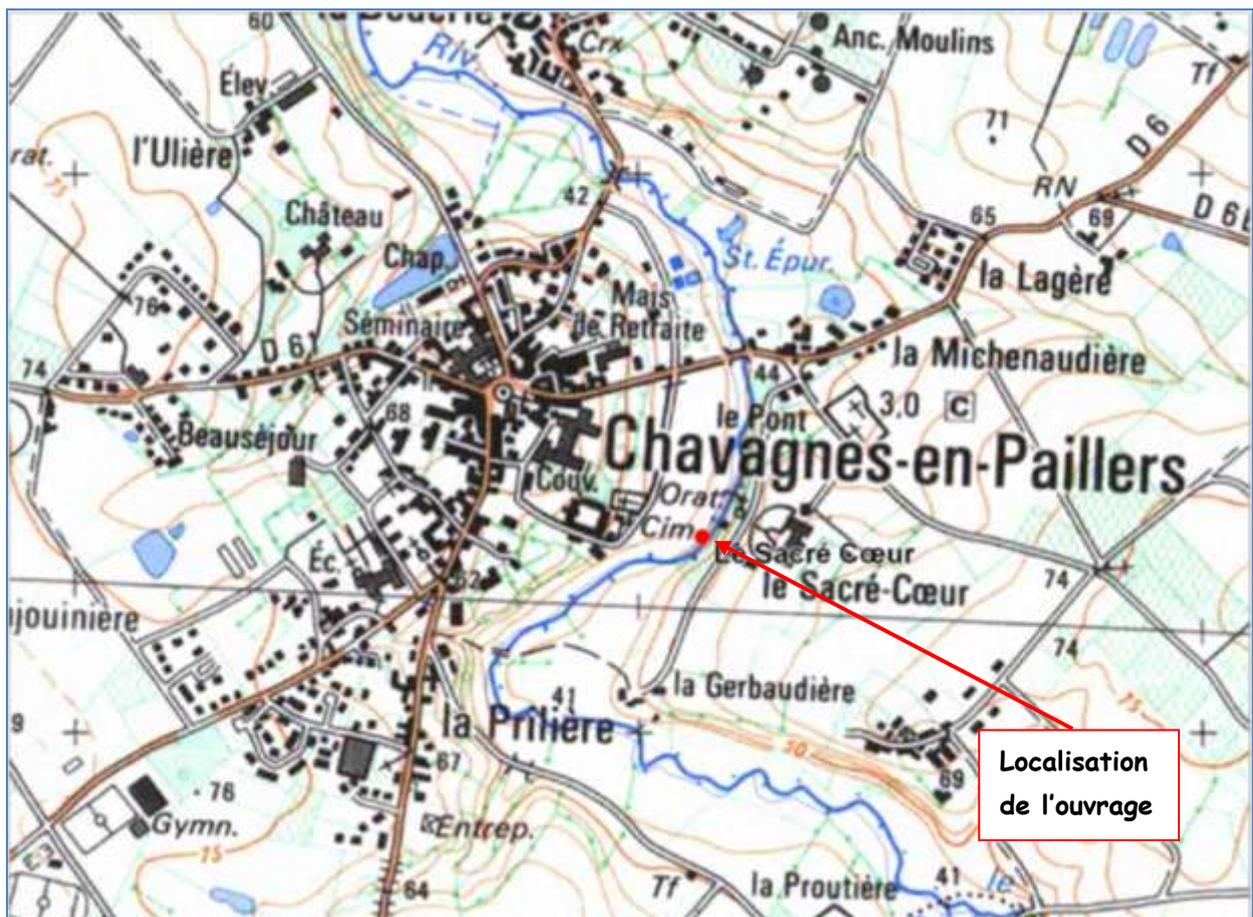
### 4.1.1. COMMUNE DE CHAVAGNES-EN-PAILLERS

La chaussée du Sacré-Coeur est située sur la commune de Chavagnes-en-Paillers, qui comptait 3 427 habitants au dernier recensement de l'INSEE en 2009. La commune couvre une superficie de 40.6 km<sup>2</sup>.

### 4.1.2. LE SITE DE LA CHAUSSEE DU SACRE COEUR

La chaussée du Sacré-Coeur se trouve à l'Est du centre bourg de la commune de Chavagnes-en-Paillers, sur le cours principal de la Petite Maine. La confluence de la Petite Maine avec la Grande Maine est située à 12.5 kms en aval de ce point.

Depuis 2002, le moulin de Lourdes et les ouvrages qui le composent sont la propriété de la commune de Chavagnes-en-Paillers.



La chaussée du Sacré-Cœur se trouve entre le moulin de Chasserat (la Prévoisière) situé environ 1.4 km en aval et la chaussée de Thorigny qui se trouve à 3 km en amont.

## 4.2. LES DONNEES CLIMATIQUES

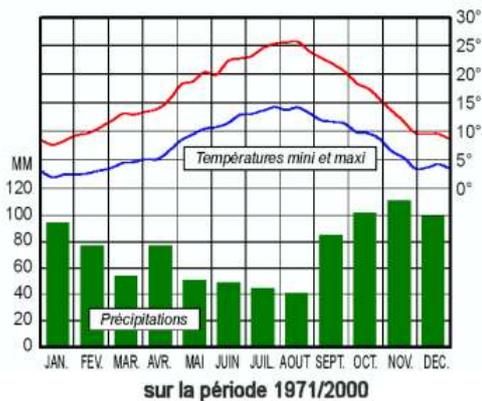
(Source, document d'élaboration du SAGE Auzance - Vertonne, selon METEO France)

Comme toute la façade ouest de la France, la Vendée est soumise au climat océanique avec des automnes et des hivers en général doux, humides et venteux et une saison plus sèche l'été.

### LE CLIMAT DE LA VENDÉE



#### Normales de températures et de précipitations à La Roche-sur-Yon



#### Quelques records depuis 1984 à La Roche-sur-Yon

Température la plus basse	-15,4 °C
Jour le plus froid	10/02/1986
Année la plus froide	1985
Température la plus élevée	36,5 °C
Jour le plus chaud	22/07/1990
Année la plus chaude	1989
Hauteur maximale de pluie en 24h	61 mm
Jour le plus pluvieux	11/01/1993
Année la plus sèche	1989
Année la plus pluvieuse	1999

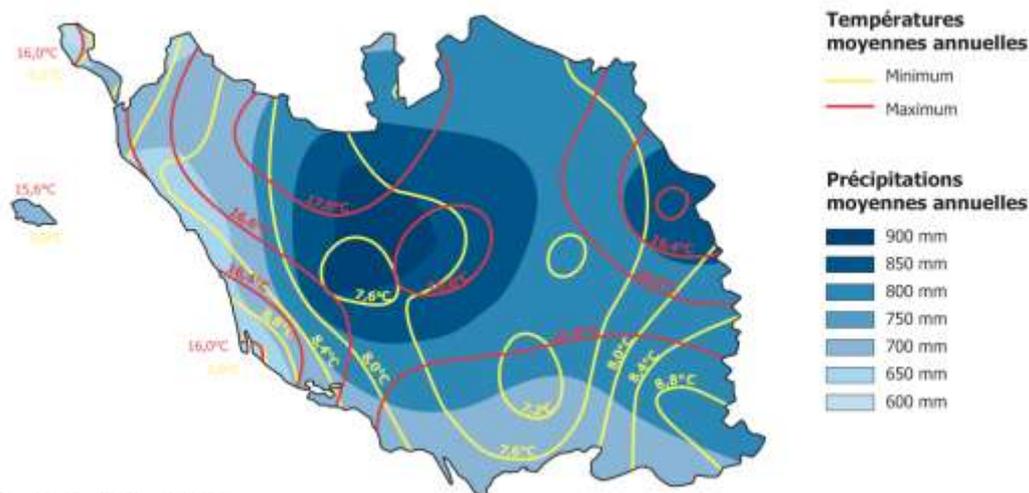


Caractéristiques moyennes de la météorologie en Vendée

Même si l'on peut considérer que l'ensemble du territoire est soumis à un climat océanique tempéré, il présente cependant quelques particularités et reste nuancé. En effet, les paramètres caractérisant le climat sont en général très dépendants de la distance à la côte. Ceci est vrai pour les températures et l'ensoleillement, dans une moindre mesure pour les précipitations.

Les précipitations sont relativement homogènes et on peut dire qu'en automne et en hiver, le climat vendéen ressemble peu ou prou au climat breton.

### Températures et précipitations



Source : Météo France

*Température et précipitation moyennes annuelles sur la Vendée*

La période la plus pluvieuse s'étend de fin septembre à fin janvier. Il tombe sur ces 4 mois entre 40 à 50% des pluies annuelles. Le printemps connaît un régime pluviométrique très variable suivant les années. Les pluies d'été sont souvent orageuses. Le nombre de jours de pluie par an suit la moyenne des régions à climat océanique.

### 4.3. LES DONNEES HYDROLOGIQUES

Les données hydrauliques sont issues de la Banque Hydro de la DIREN Bretagne.

Le Petite Maine est équipée d'une station de jaugeage, localisée à Saint-Georges-de-Montaigu :

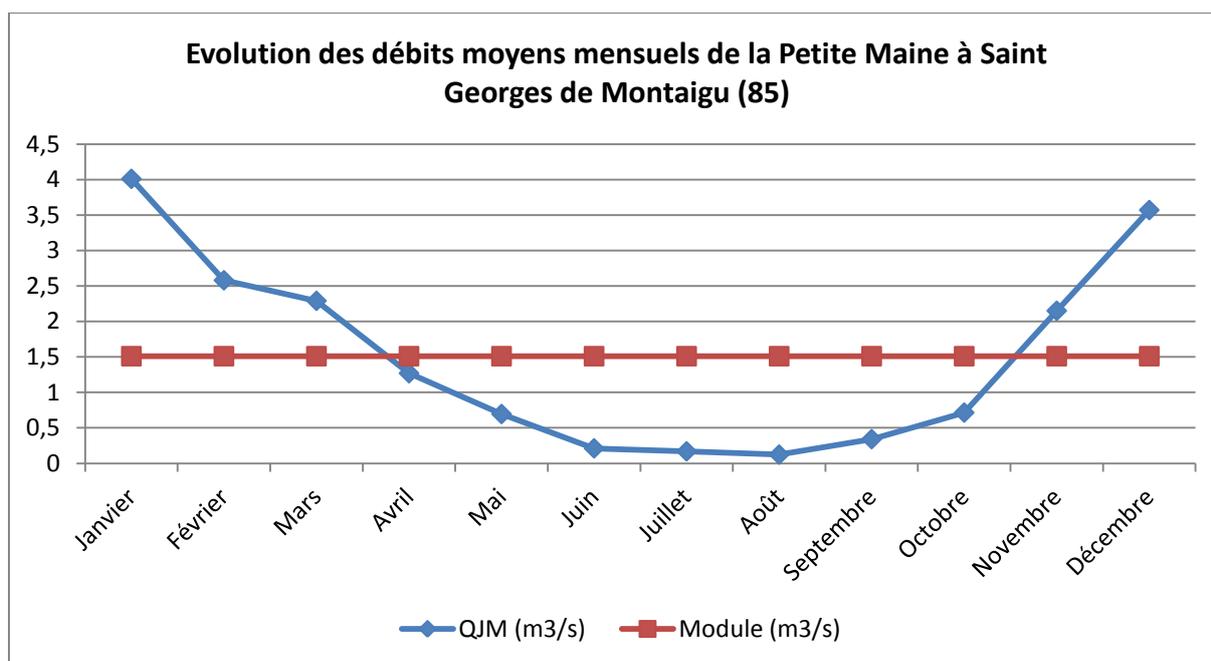
<i>Code station</i>	<i>Libellé de la station</i>	<i>Chronique de débits disponible</i>
M7433110	La Petite Maine à Saint-Georges-de-Montaigu [Fromage]	1996 - 2012

La station est présentée ci-dessous (bassin versant drainé : 189 km<sup>2</sup>).

#### 4.3.1. CARACTERISTIQUES DES DEBITS DE LA PETITE MAINE

##### *Les écoulements mensuels*

Le régime hydrologique de la Petite Maine est marqué par des débits supérieurs au module entre décembre et mars, tandis ce que la période de basses eaux s'étend entre juin et septembre. Le débit mensuel le plus élevé est enregistré en janvier avec 4.01 m<sup>3</sup>/s, alors le débit mensuel le moins élevé est enregistré en août avec 0.123 m<sup>3</sup>/s.



Le module moyen interannuel est de  $1.51 \text{ m}^3/\text{s}$  et le DMR (1/10 du module) est de  $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ .  
 Sur le graphe ci-dessus, le module est représenté par la droite en rouge. On constate que le débit de la rivière est inférieur au module durant 7 mois de l'année, avec des étiages sévères.

Mois	Qsp (l/s/km <sup>2</sup> )
Janvier	21,2
Février	13,6
Mars	12,1
Avril	6,7
Mai	3,7
Juin	1,1
Juillet	0,9
Août	0,7
Septembre	1,8
Octobre	3,8
Novembre	11,4
Décembre	18,9

Le tableau ci-contre regroupe les valeurs moyennes d'écoulement mensuel observées sur la Petite Maine (l/s/km<sup>2</sup>) sur la période 1995 -2012 (superficie du bassin versant de 189 km<sup>2</sup>).

On constate une amplitude relativement forte entre les périodes de hautes eaux et d'étiage.

### Les débits de crue

Les maximums connus sont de :

- $75.1 \text{ m}^3/\text{s}$  pour le débit instantané relevé le 19/01/1998,
- $65.8 \text{ m}^3/\text{s}$  pour le débit journalier maximal relevé le 05/01/2001.

fréquence	QJ (m <sup>3</sup> /s)	QIX (m <sup>3</sup> /s)
Biennale	27	40
Quinquennale	41	61

<i>Décennale</i>	50	75
<i>Vicennale</i>	59	89
<i>Cinquantennale</i>	-	-

QJ : débit journalier

QIX : débit maximal instantané mensuel

### Les débits d'étiage

L'analyse des débits écoulés en période d'étiage indique une valeur de référence de  $QMNA_5$  (débit moyen mensuel minimal de récurrence 5 ans) égale à  $0.05 \text{ l/s/km}^2$ .

fréquence	VCN3 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	VCN10 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	QMNA ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
<i>Biennale</i>	0.003	0.005	0.01
<i>Quinquennale sèche</i>	0.001	0.001	0.003

VCN : débit minimal moyen calculé sur X jours consécutifs

QMNA : débit mensuel minimal annuel

#### 4.3.2. CARACTERISTIQUES DES DEBITS AU DROIT DE LA CHAUSSEE DU SACRE CŒUR

Par corrélation avec les données hydrologiques issues de la station de mesure située en aval de la chaussée du Sacré Cœur, le module de la Petite Maine au droit de la chaussée du Sacré Cœur (pour un bassin versant de  $160 \text{ km}^2$ ) est évalué à  $1.28 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Le caractère « fondé en titre » du moulin associé à la conservation de la hauteur de chute initiale implique que le DMR doit être égal au  $1/10^{\text{ème}}$  du module, soit  $0.13 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### Estimation des débits de la Petite Maine au droit de la Chaussée du Sacré Cœur, par extrapolation des données de débits

Mois	Débit spécifique	Débit moyen mensuel ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
Janvier	21.2	3.39
Février	13.6	2.18
Mars	12.1	1.94
Avril	6.7	1.08
Mai	3.7	0.59
Juin	1.1	0.18
Juillet	0.9	0.14
Août	0.7	0.10
Septembre	1.8	0.29
Octobre	3.8	0.61
Novembre	11.4	1.82
Décembre	18.9	3.02



## 4.4. DESCRIPTION DU MILIEU NATUREL

### 4.4.1. LA FLORE

La végétation arborescente est principalement localisée sur les rives du cours d'eau (ripisylve). Elle est composée essentiellement d'aulnes, de frênes, de chênes et d'alignement de peupliers. En strate arbustive, les noisetiers prédominent.

La végétation herbacée est essentiellement composée de graminées. Les héliophytes sont peu présents.

La végétation aquatique est composée de nénuphars colonisant ponctuellement les bordures et de manière beaucoup plus conséquente le chenal.

### 4.4.2. LA FAUNE

#### 4.4.2.1. QUALITE HYDROBIOLOGIQUE

En 2004 et 2007, deux IBGN ont été réalisés à la station de Chavagnes-en-Paillers, sur le cours de la Petite Maine. Les résultats obtenus sont respectivement de 10 et 9/20.

Pour chacun des prélèvements réalisés, le groupe indicateur est de 4 et la somme des taxons est respectivement de 21 en 2004 et de 18 en 2007.

Ces résultats classent la Petite Maine en qualité biologique moyenne.

En 2011, un protocole expérimental d'échantillonnage des macro-invertébrés en cours d'eau profond a été mis en place en amont de la chaussée du Sacré Cœur, sur la zone influencée par l'ouvrage. Les données ont par la suite été traitées selon la norme XPT 90-388. La note obtenue est de 9/20, ce qui classe la Petite Maine, au Sacré Cœur, en état écologique moyen.

Le groupe indicateur est de 2 et la somme des taxons est égale à 32.

En 2012, un protocole expérimental d'échantillonnage des macro-invertébrés en cours d'eau profond a été mis en place en amont de la chaussée du Sacré Cœur. La station est localisée sur la partie amont de la zone influencée. Pour autant, les faciès observés sur la station sont de type lentiques et homogène. Ils s'apparentent globalement aux faciès observé en amont immédiat de l'ouvrage (station inventoriée en 2011). Les données ont par la suite été traitées selon la norme XPT 90-388. La note obtenue est de 8/20, ce qui classe la Petite Maine, au niveau de la station, en état écologique médiocre.

Le Groupe Faunistique Indicateur est très mauvais avec un GFI de 2/9. Les effectifs et la richesse en taxons polluosensibles sont très faibles avec 5 EPT et 31 individus. La richesse taxonomique globale est également moyenne avec 30 taxons.

Il s'avère difficile d'établir la comparaison entre les deux prélèvements (2011 et 2012) dans la mesure où les habitats sont similaires. Les faciès observés sont de type lenticques. Seules les hauteurs d'eau sont sensiblement plus faible sur la station la plus à l'amont.

#### 4.4.2.2. PEUPEMENT PISCICOLE

Source : FDPMA 85

La Petite Maine ainsi que ses affluents sont classés en deuxième catégorie piscicole du domaine privé (cyprinidés dominants) au titre de l'Article L. 436-5 du Code de l'Environnement.

Elle ne fait pas l'objet de classement migrateur au titre de l'article L.432-6 du Code de l'Environnement.

Nous ne sommes en possession que d'une pêche réalisée en 2011 sur le bief du Sacré-Cœur, afin d'avoir plusieurs données on peut également prendre en compte les résultats d'une pêche électrique réalisée à la Daunière en 2007 dans le cadre du RHP. Le peuplement piscicole est essentiellement composé de cyprinidés. Les espèces les mieux représentées en terme d'effectifs sont le gardon, la perche soleil, le rotengle et la bouvière.

L'anguille, espèce migratrice amphihaline, est présente sur la station malgré la présence d'ouvrages en aval.

Les résultats de la pêche électrique de 2007 sont les suivants :

- Le peuplement théorique est de type B6, représenté par la truite, ses espèces d'accompagnement ainsi que les cyprinidés d'eau vives.
- Les écarts avec la typologie observés sont importants puisque seules 4 espèces sont communes à celles du peuplement théorique. Il s'agit des espèces les moins rhéophiles (bouvière, brochet, gardon et perche).
- Le peuplement en place tend vers une typologie B8.

L'indice poisson calculé montre une qualité piscicole mauvaise à très mauvaise avec une classe associée de 4.

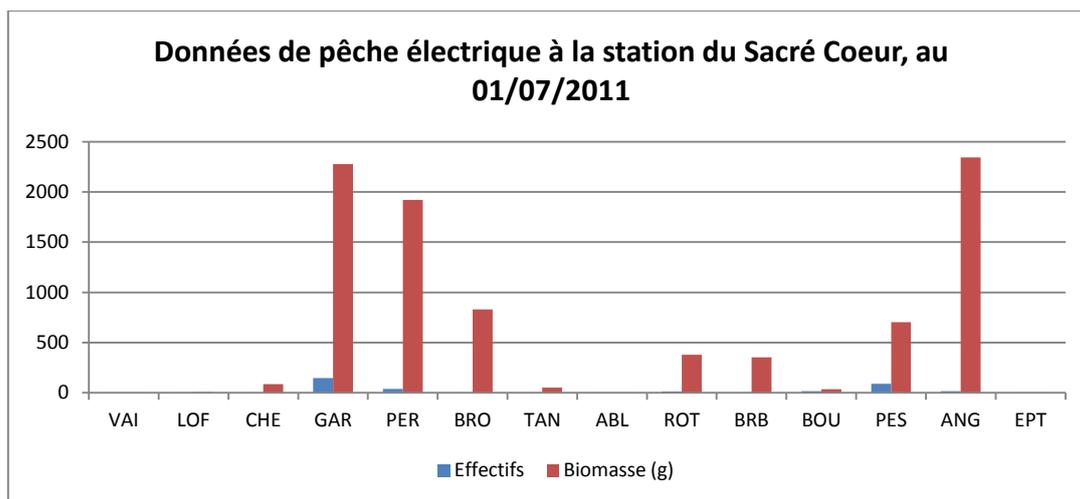
**La chaussée du Sacré-Cœur**, ainsi que la succession des autres ouvrages structurants présents sur la Petite Maine et la Maine ont entraîné la disparition de la plupart des espèces rhéophiles au profit d'espèces limnophiles peu exigeantes.

La mauvaise qualité d'eau, le ralentissement dynamique et l'homogénéisation des écoulements, la réduction de la diversité des habitats et l'impossibilité pour un poisson d'entreprendre des déplacements pour accéder à d'autres habitats pour la réalisation de son cycle biologique, ont rendu le peuplement piscicole de ces cours d'eau totalement discordants de celui attendu.

En juillet 2011, une pêche électrique a été réalisée au niveau du Sacré Cœur, en amont de la chaussée.

Nom de la commune	Coordonnées amont (Lambert II)	Coordonnées aval (Lambert II)	Méthode de Prospection	Moyen de Prospection
Chavagnes-en-Paillers	X : 326 745 Y : 2 216 073	X : 326 862 Y : 2 16 211	Echantillonnage Ponctuel d'Abondance (EPA)	En bateau

Là encore, les peuplements sont dominés par les cyprinidés, comme le montre le graphique suivant :

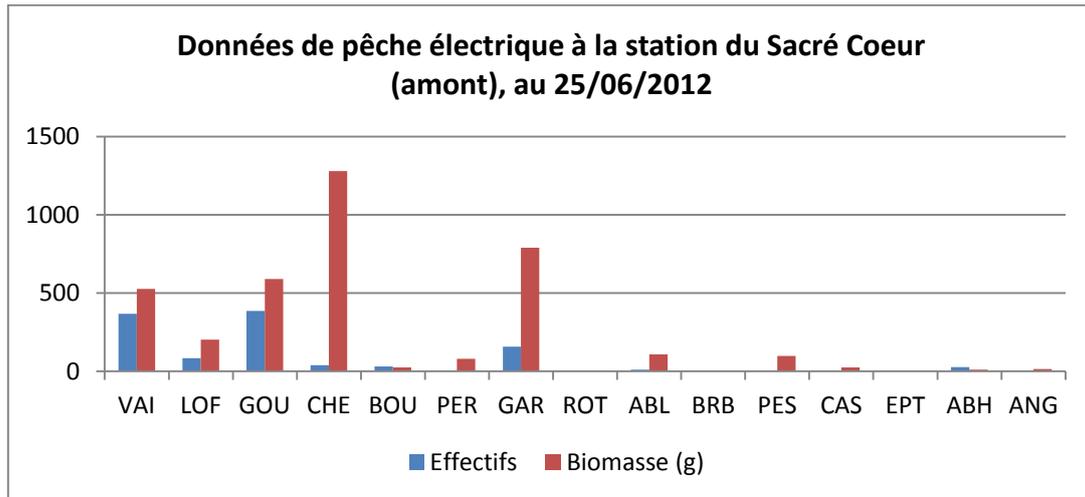


La pêche révèle néanmoins la présence d'espèces d'accompagnement de la truite fario (vairon, loche franche). Néanmoins, leur abondance est inférieure aux effectifs attendus. Au contraire, les espèces d'eau calme présentent des effectifs supérieurs aux peuplements théoriques. Cette situation est directement imputable à la présence de la chaussée du Sacré Cœur, qui cale la ligne d'eau en amont. Les faciès observés, de type profond, conduisent à la banalisation des milieux, provoquant un impact sur les populations piscicoles. Finalement, la valeur obtenue par l'IPR est de **26.24**, ce qui classe la Petite Maine en mauvaise qualité au niveau du Sacré Cœur.

En Juin 2012, une seconde pêche électrique a été menée en amont de la chaussée du Sacré Cœur, au-delà de la zone d'influence de l'ouvrage :

Nom de la commune	Coordonnées amont (Lambert II)	Coordonnées aval (Lambert II)	Méthode de Prospection	Moyen de Prospection
Chavagnes-en-Paillers	X : 327 450 Y : 2 215 101	X : 327 504 Y : 2 215 063	Pêche dite « complète »	A pieds

La station comprend une majorité de plats courants. On compte 10% de radiers. Contrairement aux peuplements présents sur la zone influencée par la chaussée (données de 2011), les peuplements sont ici dominés par les espèces rhéophiles :



Ainsi, vairons et loches franches, espèces accompagnatrices de la truite fario, sont bien représentées sur la station. Le goujon est recensé sur la station au contraire de la station aval. Le goujon et le chevesne, cyprinidés d'eaux vives, complètent le peuplement dominant sur la station. Les effectifs de gardons, espèce intermédiaire, figurent également parmi les espèces dominantes.

**Tableau 3**

	Station aval - Sacré Coeur - 2011	Station amont - Thorigny - 2012
Truite et espèces d'accompagnement	Vairon	Présence
	Loche franche	Présence
Cyprinidés d'eaux vives	Chevesne	Présence
	Goujon	Présence
Espèces intermédiaires	Gardon	Présence
	Brochet	Présence
	Bouvière	Présence
	Perche commune	Présence
Espèces d'eau calme	Tanche	Présence
	Rotengle	Présence
	Ablette	Présence
	Brème bordelière	Présence
	Perche soleil	Présence
	Carassin	Présence
	Epinochette	Présence
	Able de Heckel	Présence
Espèce migratrice	Anguille	Présence

Au contraire de la station aval, on note finalement une diminution des espèces d'eau calme au profit des espèces rhéophiles, avec l'apparition du goujon. Pour autant, au niveau des espèces présentes, la situation est plus complexe, comme le montre le tableau ci-contre :

Finalement, la valeur obtenue par l'IPR est de **20.4**, ce qui classe la Petite Maine en qualité mauvaise au niveau du Sacré Coeur.

Finalement, la Chaussée du Sacré Coeur induit majoritairement la présence d'espèces d'eau calme. Sur le secteur aval, sur la zone d'influence de l'ouvrage, on observe de nombreuses modifications du cours d'eau notamment au niveau du paramètre hydromorphologique

(augmentation des profondeurs, diminution des vitesses du courant, sédimentation des matériaux fins...). Au niveau des peuplements piscicoles, les espèces notamment d'eau courantes sont sensibles au ralentissement et à l'homogénéisation des débits. Cela s'en ressent sur les peuplements observés. La Chaussée du Sacré Cœur crée également un obstacle à la continuité piscicole. Cette situation engendre une dérive typologique des peuplements en place avec la présence majoritairement d'espèces intermédiaires et d'eau calme.

Sur la zone amont, l'influence de l'ouvrage se fait moins sentir induisant une diversité d'écoulement (radier, plat courant) et d'habitats plus importante. La morphologie du cours d'eau est de ce fait moins impactée. Logiquement, les peuplements piscicoles s'en ressentent.

#### **4.4.3. LES MIGRATEURS ET LA CIRCULATION PISCICOLE**

Selon l'étude préalable à la mise en place du Contrat Restauration Entretien 2008-2012 sur les Maines Vendéenne, la chaussée du Sacré Cœur est le 7<sup>ème</sup> obstacle, d'aval en amont, présent sur la Petite Maine.

Depuis, la réduction de l'impact du clapet de la Daunière, on peut considérer que la chaussée du Sacré Cœur est le 6<sup>ème</sup> obstacle à la continuité écologique sur le cours de la Petite Maine.

Dans l'étude préalable au CRE, la chaussée a été classée infranchissable pour le brochet et très difficilement franchissable pour l'anguille.

La carte ci-dessous présente la liste des ouvrages recensés dans le référentiel des obstacles à l'écoulement (ROE), élaboré par l'ONEMA. Au total, selon le ROE, la Petite Maine compte 12 ouvrages, dont une majorité de déversoirs :

Le bassin de la Petite Maine est colonisé par l'Anguille, migrateur amphihalien qui effectue une migration anadrome en rivière, vers les zones de grossissement. Le cours principal de la Petite Maine est un axe important de la migration qui permet par la suite à l'anguille de coloniser les affluents.

A ce titre, l'anguille doit être prise en compte pour la circulation piscicole au droit de la chaussée.

#### 4.4.4. CLASSEMENT

A la date de réalisation du présent dossier, les classements établis sont les suivants :

- Pas de classement L.432-6 en vigueur sur la Petite Maine ;
- Classement au titre de l'article L.214-17 du Code de l'environnement ;
  - Liste 1 : de la source à la confluence avec la Grande Maine
  - Liste 2 : de la confluence du ruisseau de la Galène à la confluence avec la Grande Maine
    - *Espèces concernées : Anguille et espèces holobiotiques*
- La Petite Maine est classé en ZAP anguille ;
- La chaussée du Sacré Cœur ne figure pas sur la liste des ouvrages prioritaires du Grenelle de l'Environnement

#### **Extrait arrêté L.214-17**

1° Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux parmi ceux qui sont en très bon état écologique ou identifiés par les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux comme jouant le rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou dans lesquels une protection complète des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée est nécessaire, sur lesquels aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique.

Le renouvellement de la concession ou de l'autorisation des ouvrages existants, régulièrement installés sur ces cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux, est subordonné à des prescriptions permettant de maintenir le très bon état écologique des eaux, de maintenir ou d'atteindre le bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou d'assurer la protection des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée ;

2° Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant.

II.-Les listes visées aux 1° et 2° du I sont établies par arrêté de l'autorité administrative compétente, après étude de l'impact des classements sur les différents usages de l'eau visés à [l'article L. 211-1](#).

III.-Les obligations résultant du I s'appliquent à la date de publication des listes. Celles découlant du 2° du I s'appliquent, à l'issue d'un délai de cinq ans après la publication des listes, aux ouvrages existants régulièrement installés.

#### 4.4.5. LA GESTION ASSOCIATIVE ET REGLEMENTAIRE

Le bief de la chaussée du Sacré Cœur est géré par l'AAPPMA l'Union des Ecluses, dont le président est **Monsieur Alain Godart**. Le siège de l'association est situé à la mairie de Chavagnes-en-Paillers.

L'AAPPMA gère 35 km de rivière. Sur la Petite Maine, ses compétences s'étendent des Essarts jusqu'à Chavagnes-en-Paillers. Sur la Grande Maine, des Herbiers jusqu'à La Boissière de Montaigu, barrage de La Bultière inclus.



#### 4.4.6. LES ZONES NATURELLES

Les données disponibles auprès de la DREAL ont permis de vérifier la localisation des zones suivantes :

- Arrêté de protection de biotope,
- Site inscrit,
- Site classé,
- Réserve naturelle volontaire,
- Réserve naturelle,
- Zones humides
- ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique)

Aucune zone naturelle n'est recensée sur ou à proximité immédiate du site étudié.

#### 4.5. LES USAGES

##### 4.5.1. USAGE AGRICOLE

Le principal usage agricole lié à la rivière sur le bief su Sacré-Cœur est celui pour l'abreuvement des bovins. La prospection de terrain nous a permis de recenser 13 descentes sauvages pour l'abreuvement des bêtes.

Lors de notre passage la plupart de ces descentes ne semblaient plus réellement fonctionnelles et devaient faire l'objet par le syndicat d'une condamnation avec remplacement par un dispositif d'alimentation par bac à l'aide du réseau de ville.



*Vues de 2 abreuvoirs non aménagés en activité.*

#### **4.5.2. LA PECHE**

Compte tenu de la proximité de plusieurs zones urbaines d'importance variable, la pêche est largement pratiquée sur ce bief.

La pêche au coup pour le poisson blanc, à la carpe suivant diverses techniques et au carnassier semblent les techniques les plus appropriées à ce cours d'eau de plaine qui présente une largeur importante, notamment à partir de l'aval de la confluence du Vendrenneau.

Le bief amont est moins pratiqué, en raison de son encombrement d'une part, de sa plus faible largeur et de la densité de la ripisylve.

« Spot » de pêche au niveau de la Gerbaudière.



L'AAPPMA de l'Union des Ecluses regroupe plus de 1 000 adhérents.

#### **4.5.3. LOISIRS**

Le site du moulin ainsi que la partie la plus aval du bief est fréquentée.

A proximité du moulin, en aval immédiat de la chaussée se trouve un lieu de culte avec une réplique de la grotte de Lourdes, qui attire un certain nombre de visiteurs.

Plusieurs parcelles riveraines de la Petite Maine sont la propriété du Conseil général de la Vendée au titre des Espaces Naturels Sensibles (ENS), et ont fait l'objet d'aménagements particuliers.

On trouve notamment en rive droite un ponton de pêche aménagé pour les handicapés, ainsi qu'une passerelle en bois par laquelle la randonnée pédestre est pratiquée. Il s'agit du circuit du patrimoine et du sentier pédestre entre Maine et Doulay.

## **5. PRESENTATION DU SITE ET DES OUVRAGES**

---

Le pétitionnaire souhaite procéder à la restauration de la continuité écologique au droit de la chaussée du Sacré-Coeur.

Pour se faire, il s'agit d'abord d'établir un état des lieux détaillé de l'ouvrage, de sa zone d'influence et de son contexte réglementaire.

Parallèlement, il s'agit de dresser l'état des lieux des zones humides identifiées, en vue de leur éventuelle restauration, pour favoriser la fraie du brochet.

## 5.1. DESCRIPTION DU SYSTEME HYDRAULIQUE DU MOULIN ET DE SES OUVRAGES

### 5.1.1. HISTORIQUE

Le moulin de Chavagneau, ou moulin de « Chavagna » en patois, est signalé dès 1415. Il apparaît dans des notes historiques :

*« Le sgr de la Rabatelière, à cause de sa seigneurie de la Robretière, avait droit de basse justice sur tout le tènement du bourg de Chavagnes. Ce tènement, d'après un **aveu du 10 novembre 1623**, était limité par une ligne partant de la fontaine de la Boue sacrée<sup>14</sup> et suivant la rigole ou fileau descendant de cette fontaine jusqu'à la planche de la Dédrie, remontant ensuite la rivière jusqu'à la planche de la Gerbaudière en passant **au moulin de Chavaigneau**, d'où la limite remontait vers le chemin de la Croix-Chête au bourg de Chavagnes... »* - Note historique commune de Chavagnes de Montaigu. C. Gourraud 1877

Il portait également le nom de moulin des Ilots. Ce n'est qu'au XIX<sup>ème</sup> siècle, au moment de la construction de la grotte de Lourdes, que le moulin est rebaptisé moulin de Lourdes.

Brûlé lors des guerres de Vendée, le moulin est vendu aux alentours de 1865 puis va être laissé à l'abandon jusqu'en 1999, où il est restauré, avec le concours de l'association Présence du passé.

La chaussée du Sacré-Coeur est fondée en titre.

Le moulin apparaît très clairement sur les cartes de Cassini, sous le nom de « moulin de Chavagne ».



Le **système hydraulique** est composé :

- **d'une chaussée**, localisée en rive gauche ;
- **de deux canaux usiniers** ;
- **de deux vannes de régulation** de la prise d'eau alimentant respectivement les anciennes roues du moulin ;
- **d'un canal de fuite**.

Le canal de fuite conflue à une vingtaine de mètres en aval du moulin.

### **5.1.2. LA CHAUSSEE**

La chaussée du Sacré Cœur déverse en rive gauche de la Petite Maine, à l'amont immédiat du moulin de Lourdes.

Il s'agit d'un déversoir d'une largeur de 44 m, en enrochements maçonnés. La chaussée est plutôt en mauvais état. En effet, par endroits, des blocs ont été emportés, notamment sur la partie amont de la chaussée. Le travail d'érosion régressive de la rivière provoque également des dégâts sur certaines zones à l'aval de la chaussée.

Des travaux de réfections de la chaussée ont été menés par le syndicat il y a quelques années. Cela a permis de contenir quelques peu la dégradation de l'ouvrage.

Compte tenu du dénivelé, de la pente du seuil et de sa configuration physique, cet ouvrage est infranchissable pour les poissons. Toutefois, les anguilles peuvent prétendre à franchir l'obstacle par reptation. Néanmoins, il reste difficilement franchissable pour l'espèce.



*Largeur : 5 à 7 m  
Longueur totale déversante : 44 m  
Hauteur : 0.84 m  
Matériau : enrochements maçonnés  
Cote déversante basse : 39.60 m NGF  
Etat : moyen à mauvais*



*Dégradations multiples en crête, sur le parement et en pied de la chaussée.*

La ligne d'eau aval est calée par la cote d'arase de la chaussée du moulin de Chasserat, soit environ 38.40 NGF.

*Le dénivelé à prendre en compte au droit de la chaussée est d'environ 1.20 m.*

### **5.1.3. LES VANNES USINIÈRES**

En amont, juste à l'entrée du moulin, une grille d'effeuillage en bois est présente. Elle est en très mauvais état et menace d'être emportée, d'autant que de nombreux embâcles sont bloqués derrière la grille.

Deux canaux usiniers existent. Ils sont localisés à l'intérieur du moulin et mesurent 3.5 m de long pour 63 cm de large chacun. Ils sont séparés par un muret de 30 cm de large. Un muret de 70 cm de large permet de circuler en « rive gauche », le long des canaux usiniers. Il est situé à la cote 39.99 m NGF.

Les équipements de meunerie (roues...) ne sont plus en place.

Chaque canal usinier est contrôlé par une vanne levante à crémaillère manuelle. Les vannes sont en bois. La vanne « rive gauche » est large de 0.53 m, pour 1.5 m de haut. La vanne « rive droite » est quant à elle large de 0.4 m.

- Le radier des vannes est à la cote 38.57 m NGF.
- L'arase de la potence est situé à 41.29 m NGF.



*Mécanisme : vanne à crémaillère manuelle*

*Etat : moyen*

*Cote fond amont : 38.15 m NGF*

*Cote radier vanne : 38.57 m NGF*

*Largeur de la vanne « rive gauche » : 0.53 m*

*Largeur de la vanne « rive droite » : 0.4 m*

*Hauteur de chaque vanne: 1.5 m*

*Matériau : Bois*

#### **5.1.4. BUSE AVAL DU MOULIN**

Immédiatement à l'aval du moulin se trouve un passage busé, qui permet le transit des eaux qui circule dans les 2 pertuis du moulin.

Il s'agit d'une buse béton de 1 200 mm de diamètre et d'une longueur voisine de 3.90 m.

La cote de fond de la buse se trouve à l'altitude de 37.87 NGF, elle est quasiment posée sur le fond puisqu'à ce niveau la cote de fond est de 37.83 NGF.

A la cote de gestion d'arase de la chaussée du moulin de Chasserat (environ 38.40 NGF), la buse reste ennoyée de plus de 50 cm.



*Vue de la buse en période d'ouverture des vannes.*

### **5.1.5. DESCRIPTION DU PROJET**

Comme cela a été préalablement défini, l'origine du projet consiste à rétablir la continuité écologique au niveau de la chaussée du Sacré Cœur.

### **5.1.6. PROPRIETE DES PARCELLES**

La commune de Chavagnes-en-Pailleurs est propriétaire de la parcelle sur laquelle est localisée la chaussée du Sacré Cœur, à savoir, la parcelle 65 ZV 6.

Les parcelles situées en amont sont les suivantes :



*Identification des parcelles en amont de la chaussée du Sacré Cœur*

Les parcelles situées en amont de la chaussée du Sacré Cœur, respectivement en rive gauche et en rive droite, appartiennent aux propriétaires suivants :

- Rive gauche :
  - 65 ZV 208 : Congrégation des Ursulines de Jésus
  - 65 AB 544 : Congrégation des Ursulines de Jésus
- Rive droite :
  - 65 ZV 5 : Congrégation des Ursulines de Jésus
  - 65 ZV 7 : Congrégation des Ursulines de Jésus
  - 65 ZV 207 : Congrégation des Ursulines de Jésus

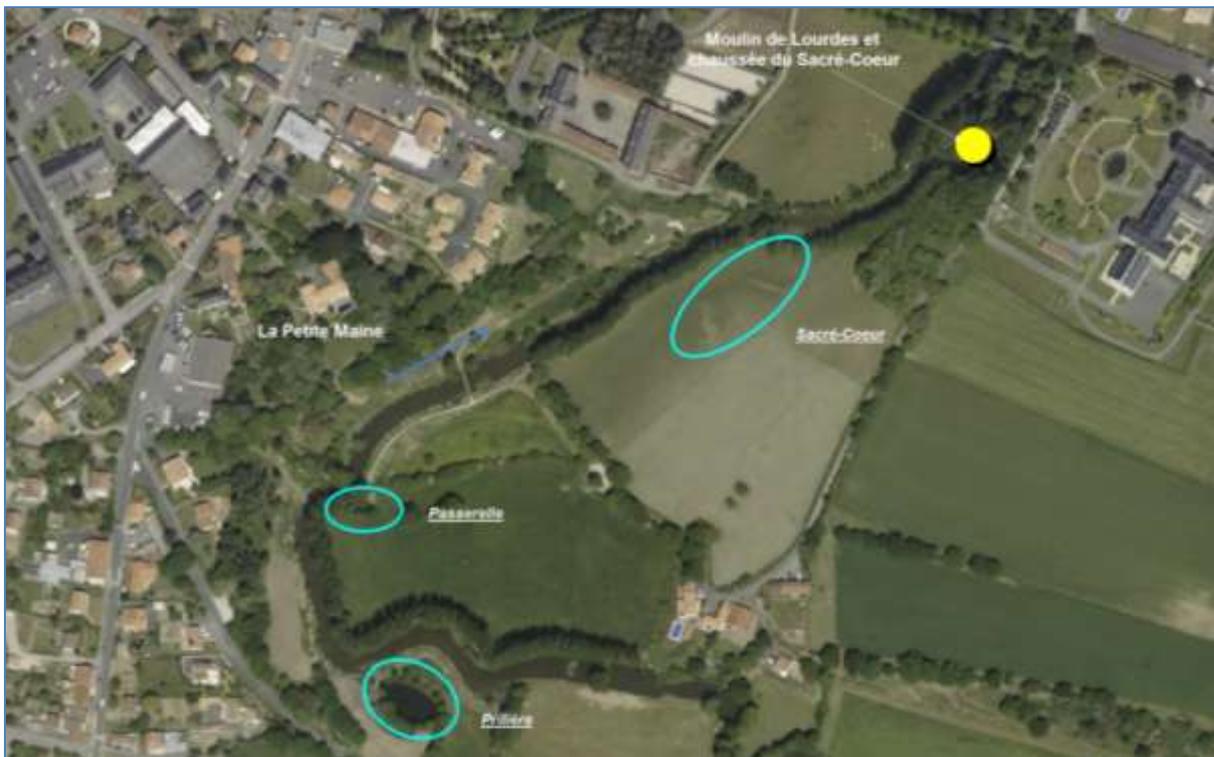
## 5.2. ETAT DES LIEUX DES ZONES HUMIDES

Plusieurs zones humides sont présentes en bordure du bief de la chaussée du Sacré-Cœur et présentent un éventuel intérêt vis-à-vis du brochet pour sa phase biologique de reproduction et de grossissement des alevins.

Trois zones humides latérales présentent un intérêt variable vis-à-vis de cette fonctionnalité et ont fait l'objet d'une expertise spécifique.

L'envolement des zones est lié au calage de la ligne d'eau par la chaussée du Sacré Cœur.

Elles se trouvent en bordure du cours aval du bief et sont localisées sur la carte ci-dessous :



En raison du potentiel variable de chaque zone, une expertise plus poussée a été uniquement faite sur le site le plus aval, à savoir celui du Sacré-Cœur.

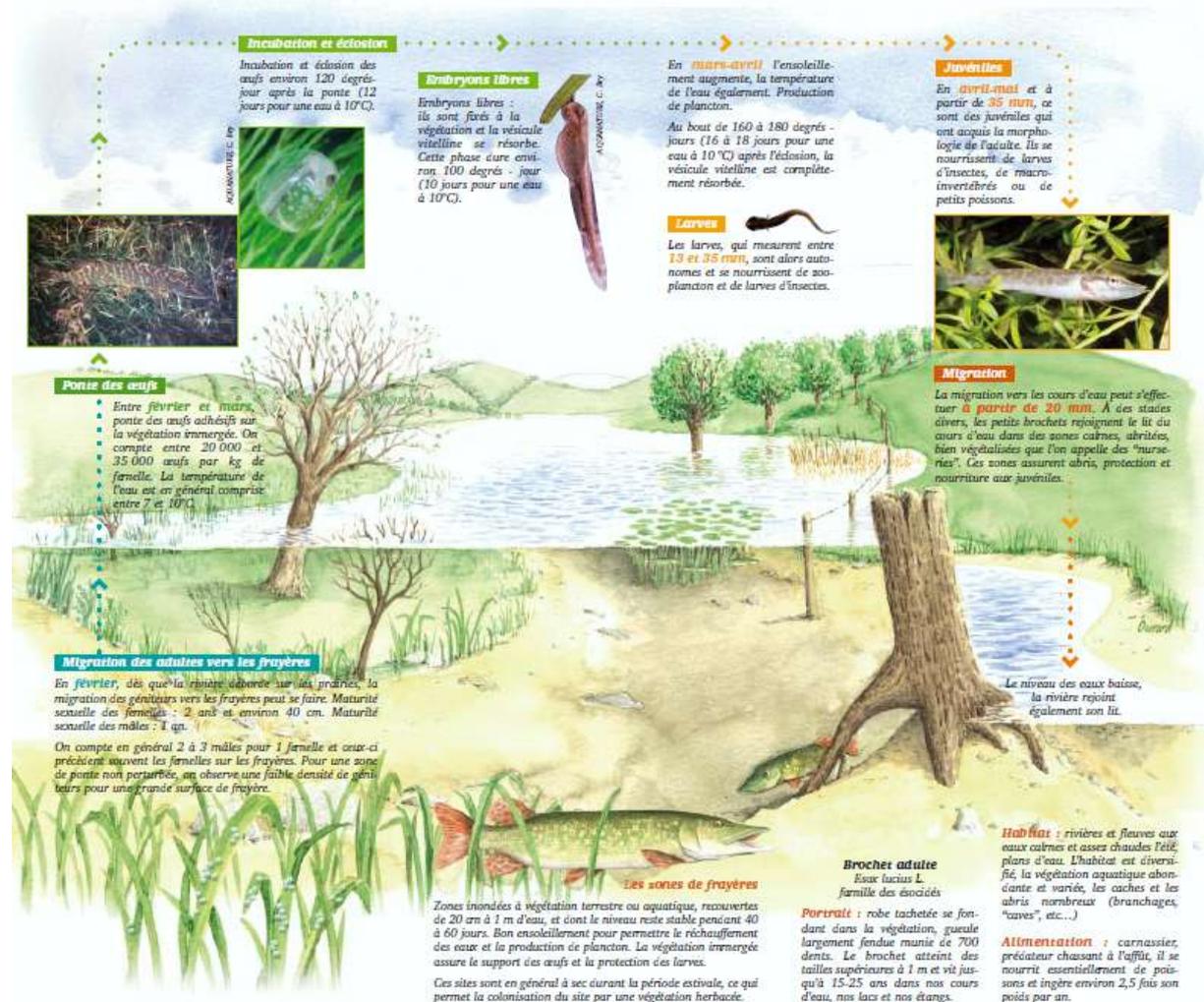
### **Rappel sur le fonctionnement biologique du brochet**

Le brochet a besoin de conditions bien particulières pour pouvoir accomplir son cycle biologique complet car l'étape de reproduction de l'espèce se produit en dehors de la rivière sur des prairies inondées. La période de frai se produit normalement de février à avril dans une eau de 9 à 12°.

La femelle, accompagnée de plusieurs mâles plus petits, pond environ 15 à 20 000 œufs par kilogramme de son poids.

Les œufs sont déposés sur la végétation des prairies inondées. Aucun nid est construit, les œufs de couleur jaune orangé, de 1 mm de diamètre étant éparpillés au hasard et se fixant à la végétation.

## CYCLE BIOLOGIQUE DU BROCHET



L'incubation dure 15 à 20 jours suivant la température. La larve demeure attachée à la végétation en position verticale, vésicule résorbée ; dès qu'il prend une position horizontale, le brocheton se met en quête de proies : zooplancton au début, ensuite petites larves, puis alevins de toutes espèces, y compris ses congénères.

La croissance du brochet est rapide en milieu favorable, surtout pendant les premières années. Environ 30 cm à la fin de sa première année, 50 cm à la fin de sa seconde, puis 10 cm par an jusqu'à 100 cm, en cas de croissance normale.

Les critères indispensables à la fonctionnalité d'une frayère à brochet sont les suivants :

- Zones inondées à végétation terrestre ou aquatique,
  - Recouvertes de 20 cm à 80 cm d'eau, et dont le niveau reste stable pendant 40 à 60 jours.

- Bon ensoleillement pour permettre le réchauffement des eaux et la production de zooplancton.
- Les végétaux immergés servent de supports pour les oeufs et les larves.
- En général à sec durant l'été, elles sont colonisées par une végétation herbacée très riche.

La présentation et le détail de chaque zone apparaissent dans les chapitres suivants.

### **5.2.1. LA ZONE HUMIDE DU SACRÉ-CŒUR**

La zone humide du Sacré Cœur est localisée en rive droite, à une centaine de mètres à l'amont de la chaussée.

La parcelle est une prairie pâturée par les bovins. La parcelle présente une surface ennoyée à niveau haut, lorsque les vannes usinières sont fermées.

La partie constamment ennoyée de la parcelle présente un niveau d'envasement élevé, renforcé par le piétinement du bétail.

A la cote régulière du plan d'eau tenue par la chaussée (position vanne fermée), soit 39.60 NGF, la profondeur maximale observée est de l'ordre de 30 cm.



*Photographie de la zone humide du Sacré Cœur à niveau normal et en crue*

Dans sa configuration actuelle, le site ne s'avère pas fonctionnel en raison :

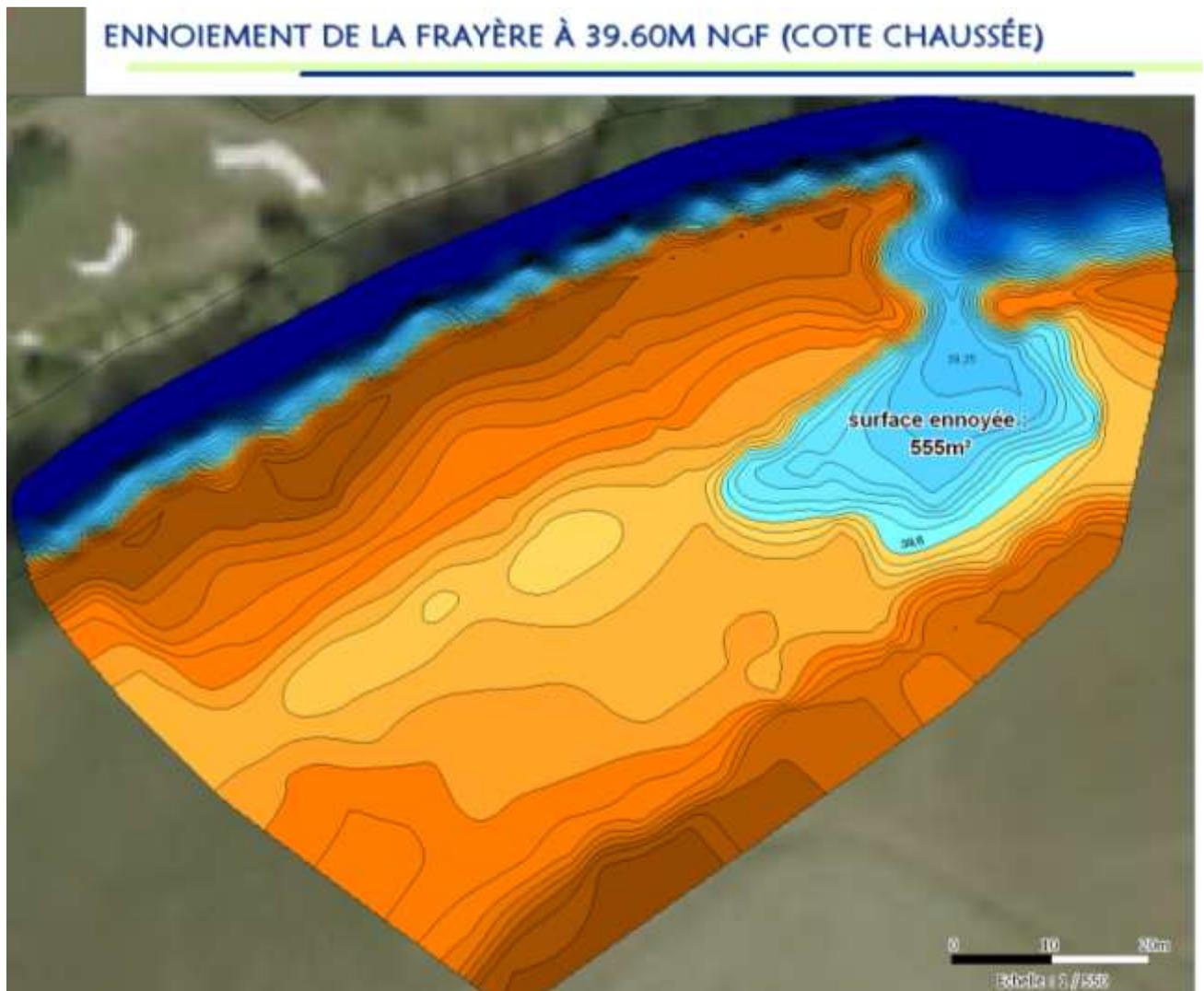
- d'un maintien quasi constant du niveau d'eau
  - qui empêche le développement de la flore
- d'une profondeur d'eau insuffisante

#### 5.2.1.1. LEVE TOPOGRAPHIQUE DU SITE

Cette zone présentant une grande surface disponible et de fortes potentialités d'accueil pour la reproduction du brochet, nous avons réalisé un levé topographique détaillé.

L'analyse nous montre qu'à la cote de 39.60 NGF la surface ennoyée est d'environ 550 m<sup>2</sup> avec une profondeur maximale de 30 cm, ce qui ne permet pas une bonne fonctionnalité du site.

La zone humide se trouve sur la parcelle 65 ZV 207 et appartient à la Congrégation des Ursulines de Jésus.



### 5.2.2. LA ZONE HUMIDE DE LA PASSERELLE

Une petite zone humide est localisée en rive droite, à près de 450 m en amont de la chaussée du Sacré Cœur. Lorsque les vannes du moulin de Lourdes sont en position fermée, la zone immergée présente une surface de l'ordre de 110 m<sup>2</sup>.

Il s'agit d'un abreuvoir, aménagé pour les bovins qui pâturent dans la prairie.

Une passerelle est installée sur la partie aval de la zone, au niveau de la confluence avec la Petite Maine.

A la confluence, la cote du fond est de 39.68 m NGF.



*Photographie de la zone humide localisée sur la parcelle 65 ZV 284*

La zone humide se trouve sur la parcelle 65 ZV 284 et se prolonge, en fonction des niveaux d'eau, sur la parcelle 65 ZV 283 située en amont. Ces parcelles appartiennent respectivement à la commune de Chavagnes en Pailiers et à Mr Laporte (Chavagnes en Pailiers).

Dans sa configuration actuelle avec le maintien d'un niveau d'eau constant, cette zone apparaît peu fonctionnelle pour la reproduction du brochet.

### 5.2.3. LA ZONE HUMIDE DE LA PRILIERE

La zone humide de la Prilière est localisée en rive gauche de la Petite Maine, à près de 600 m en amont de la chaussée du Sacré Cœur. Il s'agit d'un ancien plan d'eau situé sur le cours du ruisseau de la Prilière, qui présente peu de fonctionnalité pour le brochet en dehors des herbiers de bordure, compte tenu de la platitude du fond non végétalisé.



*Photographies de la zone humide de la Prilière*

A l'exutoire de l'ancien plan d'eau, on note la présence d'une passerelle au droit de laquelle était installé le système de vannage. La vanne a été retirée.

Le radier amont de la vanne est situé à la cote 38.58 m NGF tandis ce que le radier aval est à la cote 38.51 m NGF.

Entre l'ancien vannage et la confluence du ruisseau de la Prilière avec la Petite Maine, on compte environ 12 m. A la confluence, la largeur en gueule du ruisseau de la Prilière est de 3 m, pour une cote de 39.20 m NGF.

Cette zone humide d'une surface d'environ 830 m<sup>2</sup> est localisée sur la parcelle 65 ZV 181 dont le propriétaire est le Conseil général de la Vendée.

## **6. ANALYSE DES PROFILS**

---

Dans l'optique de proposer une modification éventuelle de la ligne d'eau sur le bief de la chaussée du Sacré-Cœur, nous avons procédé à la réalisation d'un profil longitudinal de la rivière sur la zone influencée et de plusieurs profils transversaux.

Les données altimétriques ont été prises à l'aide d'un sondeur embarqué de type GEOD BALI, qui permet de réaliser une bathymétrie très précise avec un réglage d'enregistrement des points jusqu'à 6 mesures par seconde.



*Vue de l'embarcation motorisée équipée de son sondeur.*

## **6.1. LE PROFIL LONGITUDINAL**

Un profil longitudinal de la rivière a été réalisé le 18/07/2012 à la cote de déversement de la chaussée, ce qui correspond au niveau régulier observé sur ce bief.

L'objet de cette observation est d'établir et de connaître les irrégularités du fond de la rivière afin de pouvoir estimer la restauration d'écoulements naturels en cas d'abaissement éventuel de la ligne d'eau.

***Le profil en long à la cote de 39.60 NGF a été réalisé sur une longueur de 2 630 ml, ce qui correspond à la zone d'influence de la chaussée.***

Au-delà de cette zone les profondeurs sont faibles et les écoulements deviennent plus diversifiés. La végétation est alors très dense et le cours d'eau plus étroit.

L'analyse du profil nous montre de fortes irrégularités du fond avec 2 secteurs qui se distinguent à partir de la confluence du Vendrenneau.

Le Vendrenneau, affluent de rive droite de la Petite Maine, est son principal affluent et contribue largement à son alimentation. De fait, le gabarit de la Petite Maine évolue à partir de cette confluence.

C'est donc logiquement que l'on retrouve cette variation au niveau de son profil longitudinal.

### **6.1.1. EN AMONT DE LA CONFLUENCE DU VENDRENNEAU**

Cette zone d'une longueur de 850 m environ présente une forte densité de petites irrégularités du fond.

Les cotes les plus basses observées sont de 37.80 NGF alors que les points hauts sont observés à 38.80 NGF, soit une différence de l'ordre d'1 m.

A la cote normale du plan d'eau, la hauteur d'eau moyenne est de 1.10 m.

Les fosses les plus importantes sont observées 50 m en amont de la confluence du Vendrenneau avec une profondeur d'environ 1.80 m.

Les hauts fonds sont localisés sur la partie médiane de la zone avec des profondeurs de l'ordre de 80 cm.

Un point particulier a été observé environ 100 m en aval du pont de la Proutière.

Il s'agit des vestiges d'un seuil à l'époque réalisé en pierres de taille et qui servait probablement de point de passage sur la rivière.



*Aperçu des vestiges du seuil de la Proutière à niveau bas.*

La cote du point haut est établie à 39.15 NGF.

A niveau haut, ce seuil est ennoyé et on compte une hauteur d'eau d'environ 45 cm, ne provoquant même pas d'accélération des écoulements.

Par contre lors du passage à niveau bas où la cote était voisine de 39.10 NGF, ce seuil est exondé et génère une différence de niveau amont/aval de 4 cm.

Il constitue alors la fin de la zone d'influence de la chaussée du moulin.

### **6.1.2. DE LA CONFLUENCE DU VENDRENNEAU AU MOULIN**

Dans cette partie du bief, l'évolution du fond de la rivière est totalement différente du secteur amont.

Le profil présente des variations beaucoup plus marquées avec des variations maximales entre les points hauts et les fosses de l'ordre de 2.80 m.

Les hauteurs d'eau observées à niveau normal, varient de 90 cm à plus de 3.60 m.

Cependant pour les zones les moins profondes, la présence des herbiers de nénuphars comme celle d'embâcles peut être une source d'erreur pour le sondeur GPS.

Ces valeurs sont donc à prendre avec du recul et seront plus finement appréciées dans le déroulement de l'étude.



*L'encombrement du lit peut ponctuellement nuire à la fiabilité du sondeur.*

Un autre point haut moins ponctuel est observé au niveau de la passerelle en pierre en aval de la Prilière. Des blocs granitiques sont présents à ce niveau en bordure du coteau et témoignent du rehaussement du fond. Ces irrégularités à hauteur de 38.60 NGF se poursuivent jusqu'à la nouvelle passerelle sur plus de 150 m.

On assiste ensuite à une forte chute du profil jusqu'à la chaussée du Sacré-Cœur, avec les profondeurs les plus faibles observées (36.30 NGF).

L'envasement est faible voire nul, on constate juste une accumulation de substrats relativement grossiers (sables et graviers) contre le parement amont de la chaussée.

## 6.2. LES PROFILS TRANSVERSAUX

Ce sont au total **10 profils transversaux** qui ont été réalisés sur le cours de la Petite Maine dans la zone d'influence de la chaussée du Sacré-Cœur, dont 5 en aval et 5 en amont de la confluence du Vendrenneau.

Les profils transversaux permettent d'apprécier l'asymétrie du chenal de la rivière ainsi que les pentes de berges. Ils permettent également, dans le cadre des scénarios d'abaissement de la ligne d'eau, d'estimer la réduction de la largeur du lit mouillé d'une part et les zones latérales qui pourront faire l'objet d'une colonisation végétale participant à la diversité biologique d'autre part.

Les profils transversaux ont été réalisés à l'aide d'une perche graduée avec des mesures effectuées tous les mètres.

### 6.2.1. RESULTATS

De l'amont vers l'aval, les profils transversaux présentent des distinctions assez nettes. La largeur du lit mouillé, à la cote de déversement de la chaussée, varie de 6 m environ pour la zone la plus étroite (cf profil n°3) en limite amont de la zone d'influence, à près de 14 m à l'aval du village de la Gerbaudière (cf profil n°8).



*Aperçu des variations de largeur du lit mouillé.*

La transcription des profils transversaux renseigne également sur l'asymétrie des pentes de berge.

Certains profils sont relativement symétriques (cf profils n°5, 7, 8, 9 et 10), avec un écoulement préférentiel dans le centre du chenal, alors que d'autres (cf profils n°1, 2, 3, 4 et 6) présentent une asymétrie des berges liés au caractère méandrique du cours d'eau.

La rive externe présente une pente de berge abrupte, sujette à érosion, alors que la rive interne au méandre présente une pente douce avec un effet de banquettes. Les écoulements se concentrent alors en extérieur de méandre, les vitesses entretenant la zone profonde.

Les profils asymétriques sont essentiellement présents en amont de la confluence du Vendrenneau, là où la dynamique du cours d'eau est plus forte dans un gabarit plus faible.

### 6.3. LES PROFILS DE FOND DE VALLEE

Afin de pouvoir quantifier le fonctionnement hydraulique du site (principalement vis-à-vis des crues) et de pouvoir en estimer la modification dans le cadre des scénarios projetés d'évolution de la ligne d'eau du bief, *quatre profils du fond de vallée incluant le lit mineur ont été réalisés.*

#### 6.3.1. ANALYSE HYDRAULIQUE HECRAS

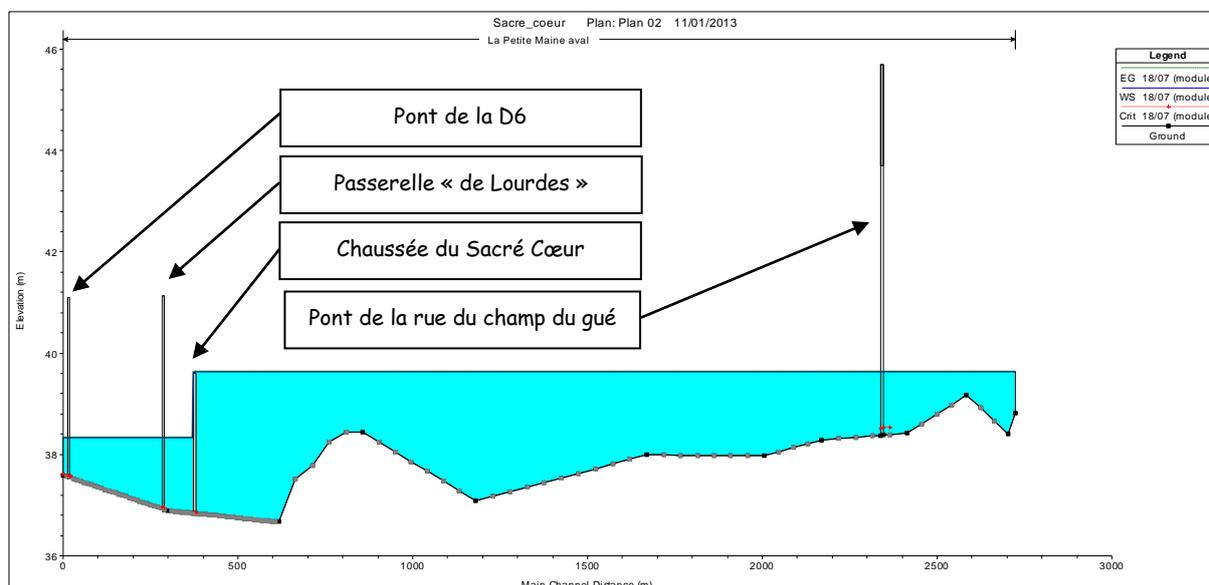
L'analyse hydraulique a été réalisée à l'aide du logiciel HEC RAS. Il s'agit d'un logiciel intégré pour l'analyse hydraulique qui permet de simuler les écoulements à surface libre. Il a été conçu par le *Hydrologic Engineering Center du U.S Army Corps of Engineers.*

L'interpolation des différents profils réalisés permet d'obtenir une analyse plus fine du fonctionnement hydraulique de la rivière, en amont et en aval de la chaussée du Sacré Cœur. Les données présentées dans le tableau ci-dessous mettent en évidence, en fonction des débits, l'évolution des niveaux d'eau. Pour la modélisation, le tableau retranscrit le débit au 18 juillet 2012, lors des relevés de terrain, 0.143 m<sup>3</sup>/s, qui s'apparente au module (0.15 m<sup>3</sup>/s). Les débits de crue biennale (40 m<sup>3</sup>/s) et quinquennale (60 m<sup>3</sup>/s) ont également été modélisés.

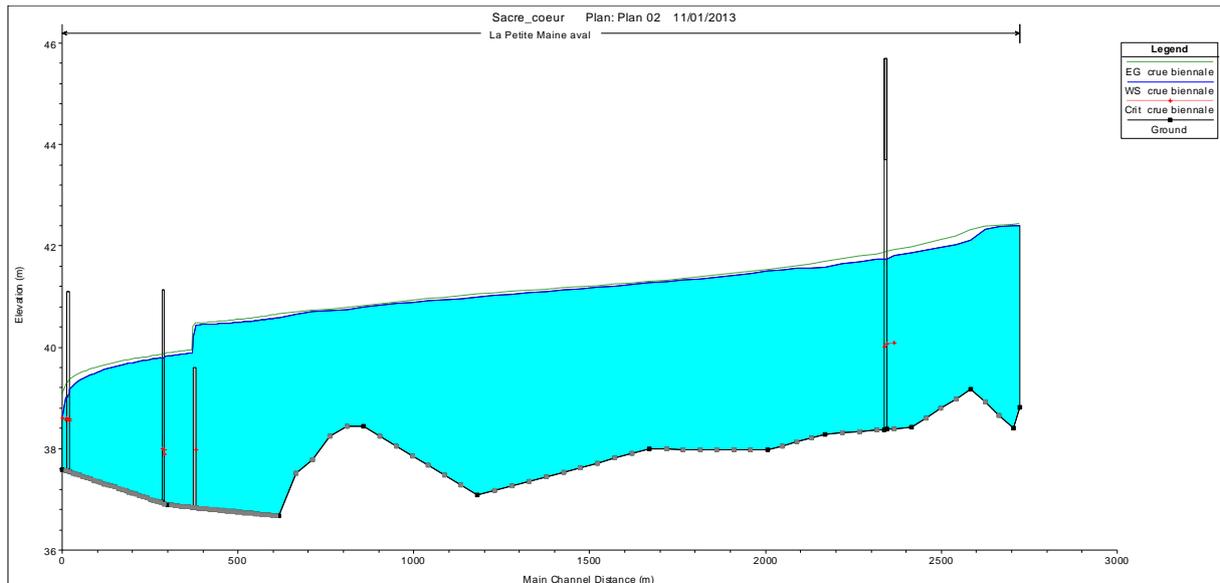
	Conditions de Débit (m3/s)	Débit (m3)	Cote de la ligne d'eau
Profil 10	18/07/2012 (module)	0.143	39.64
	T <sub>2</sub>	40	42.44
	T <sub>5</sub>	60	43.04
Profil 9	18/07/2012 (module)	0.143	39.64
	T <sub>2</sub>	40	42.42
	T <sub>5</sub>	60	43.02
Profil 8	18/07/2012 (module)	0.143	39.64
	T <sub>2</sub>	40	42.3
	T <sub>5</sub>	60	42.92
Profil 7	18/07/2012 (module)	0.143	39.64
	T <sub>2</sub>	40	41.98
	T <sub>5</sub>	60	42.5
Profil 6	18/07/2012 (module)	0.143	39.64
	T <sub>2</sub>	40	41.69
	T <sub>5</sub>	60	42.02
Profil 5	18/07/2012 (module)	0.143	39.64
	T <sub>2</sub>	40	41.53
	T <sub>5</sub>	60	41.82

<b>Profil 4</b>	18/07/2012 (module)	0.143	39.64
	T <sub>2</sub>	40	41.29
	T <sub>5</sub>	60	41.63
<b>Profil 3</b>	18/07/2012 (module)	0.143	39.64
	T <sub>2</sub>	40	41.04
	T <sub>5</sub>	60	41.34
<b>Profil 2</b>	18/07/2012 (module)	0.143	39.64
	T <sub>2</sub>	40	40.82
	T <sub>5</sub>	60	41.11
<b>Profil 1</b>	18/07/2012 (module)	0.143	39.64
	T <sub>2</sub>	40	40.65
	T <sub>5</sub>	60	40.97

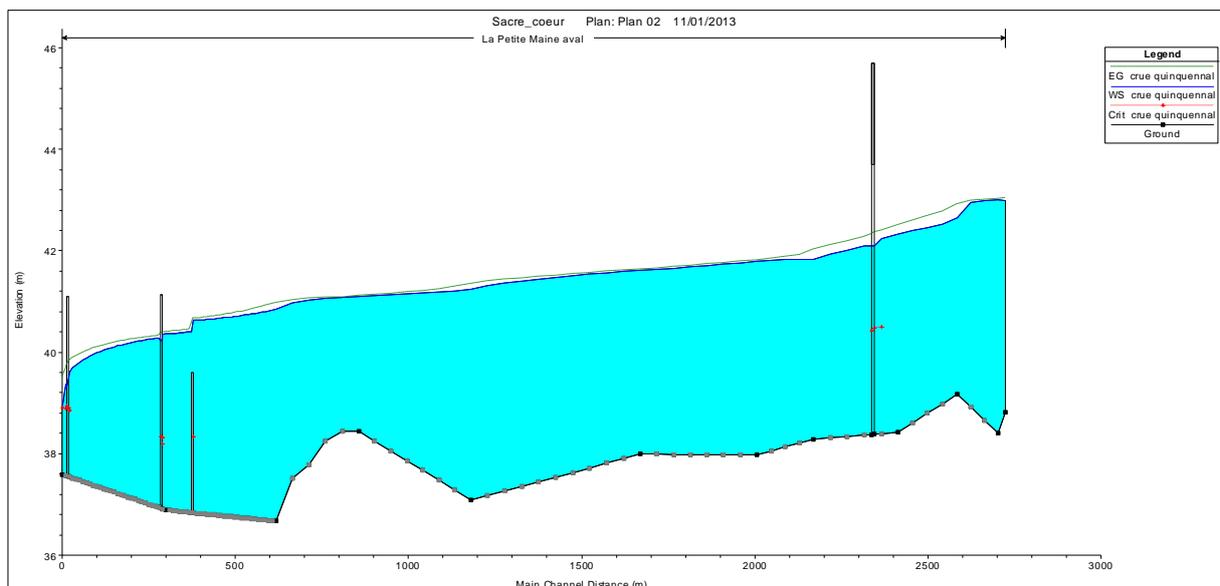
Les profils en long présentés ci-dessous retranscrivent la modélisation hydraulique, issue de Hecras, pour les différentes conditions de débits précitées :



Modélisation hydraulique de la petite Maine au niveau de la chaussée du Sacré Cœur (Hecras) au 18/07/2010 (module)



Modélisation hydraulique de la petite Maine au niveau de la chaussée du Sacré Cœur (Hecras) pour le débit de crue biennale



Modélisation hydraulique de la petite Maine au niveau de la chaussée du Sacré Cœur (Hecras) pour le débit de crue quinquennale

Pour approcher au mieux la réalité hydraulique de la petite Maine en amont de la chaussée du Sacré Cœur, les principaux ouvrages présents sur la zone d'influence ont été matérialisés. Ainsi, le pont de la D6, la passerelle menant à la grotte de Lourdes ou encore le pont de la rue du champ du gué figurent sur les profils en long ci-dessus.

Comme le mettent en évidence les profils en long issus de la modalisation hydraulique, le régime hydraulique de la Petite Maine est caractérisé par des débits de crue important qui se ressentent sur la ligne d'eau. Plus le débit augmente et plus l'influence de la chaussée du Sacré Cœur se fait ressentir loin en amont sur la ligne d'eau.

Dès la crue biennale, l'exhaussement de la ligne d'eau est significatif et l'on observe des débordements, amplifiés par la présence de l'ouvrage. La surface en eau pour une crue biennale, approchée par la modélisation, est de l'ordre de 27 ha, depuis la confluence du Vendrenneau jusqu'à la chaussée du Sacré Cœur. Pour ce débit, la ligne d'eau sur la crête de la chaussée est à la cote 39.99 m NGF.

Lors d'une crue quinquennale, la surface couverte par l'eau est sensiblement plus importante mais, les profils transversaux de la Vallée ne permettent pas d'identifier avec précision les limites de la zone en eau pour ce niveau d'eau. Les résultats approchés sont compris entre 30 et 35 ha en eau. Sur la crête de la chaussée, la ligne d'eau est alors à la cote 40.17 m NGF, soit un niveau d'eau de près de 0.5 m.

Si l'ouvrage permet un exhaussement de la ligne d'eau en crue et une augmentation des surfaces ennoyées, il est important de rappeler que le fond de vallée n'est occupé que par des zones agricoles (prairies et cultures), les inondations ne portant pas préjudice aux biens et aux personnes.

## **7. BILAN HYDROMORPHOLOGIQUE DU BIEF - ETAT INITIAL**

---

La zone d'influence de la chaussée à son niveau de surverse remonte quasiment jusqu'à la chaussée de Thorigny.

L'ouverture totale de la vanne a été réalisée afin de conduire à un abaissement maximal de la ligne d'eau, ceci afin d'avoir une meilleure visibilité des habitats et du fond pour la localisation, notamment, des transects transversaux.

Les conditions climatiques et les débits n'ont pas permis d'abaisser au maximum le niveau et le recensement des habitats apparaît limité.

La zone d'influence de la chaussée est relativement stable compte tenu de la faible capacité d'évacuation de la vanne lors des débits importants, et du maintien de sa position fermée en étiage.

Les chapitres qui suivent font état des caractéristiques des différents compartiments qui composent le fonctionnement du bief dans sa situation initiale à savoir à la cote de déversement de la chaussée.

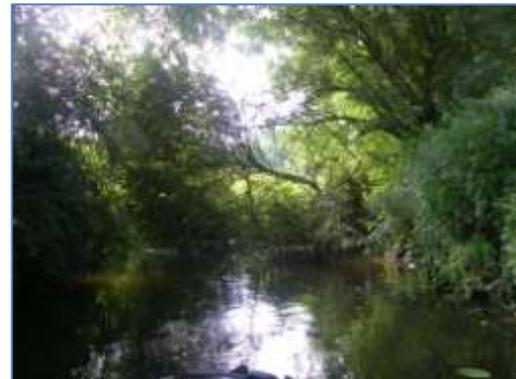
## **7.1. LE LIT MINEUR ET SES HABITATS**

Nous distinguons dans ce chapitre d'une part les composantes hydro morphologiques avec les faciès et les substrats et d'autre part les habitats du lit mineur.

### ***7.1.1. LES FACIES ET LES SUBSTRATS***

#### **Etat des lieux**

Lors de la prospection de terrain, réalisée approximativement à la cote de surverse de la chaussée, les écoulements sont totalement influencés jusqu'en aval de la chaussée de Thorigny et les faciès observés sont de types profond.



*Ecoulement homogène sur la zone influencée avec une permanence de profond.*

#### **Diagnostic**

Aucune diversité d'écoulement n'est à observer sur le secteur en dehors de :

- D'une légère zone d'accélération en aval du village du Coin.

Des accélérations sensibles, mais très ponctuelles, des écoulements sont à noter dans ce secteur avec la présence de plats courants.



*Accélération ponctuelle des écoulements.*

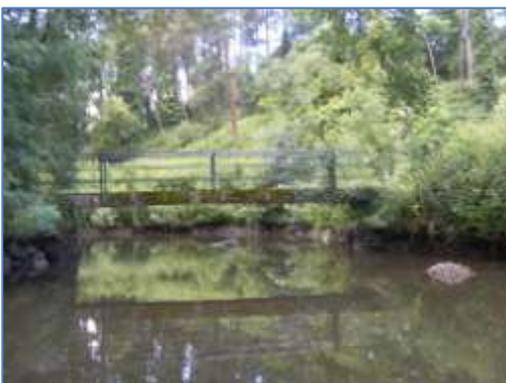
Les débits importants de la Petite Maine lors de la période d'ouverture de la vanne n'ont pas permis de faire baisser le niveau suffisamment et ainsi de pouvoir directement observés les substrats (compte tenu de la hauteur d'eau), mais le contact avec le fond de la rivière lors de la bathymétrie nous a permis de les apprécier.

Dans l'ensemble les substrats sont plutôt grossiers.

Ils sont essentiellement composés de sables et graviers en association plus ponctuelles avec de gros blocs granitiques de type chaos.

Les blocs rocheux sont présents de manière ponctuelle dans le lit de la rivière sur son profil en long, cependant, 1 secteur présente des affleurements :

- Entre les 2 passerelles en amont de la chaussée



*Zone d'affleurement rocheux en pied de coteau.*

Les blocs rocheux constituent de bons éléments de diversification des écoulements, mais la constance d'un niveau haut en zone profonde annihile totalement cette potentialité.

Par endroit et notamment en pied de berge (dans les zones de moindre courant) on trouve également des accumulations relativement peu importantes de sédiments fins (limons).

A l'amont immédiat de la chaussée et plus particulièrement dans sa partie aval, on assiste à une forte accumulation de sable. Cette accumulation est liée à la gestion de la vanne et à sa faible durée d'ouverture.

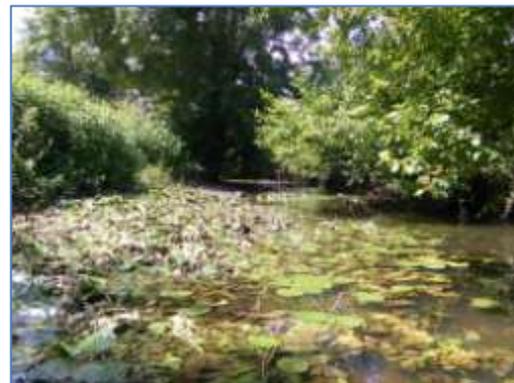
### **7.1.2. LES HABITATS DU LIT**

#### **Etat des lieux/diagnostic**

Sur le bief de la chaussée du Sacré-Coeur, les habitats sont homogènes, en relation directe avec le maintien d'une ligne d'eau quasi constante.

Nous n'avons pas observé de zone favorable à la reproduction du brochet que ce soit sur des herbiers de bordure ou sur des annexes hydrauliques latérales.

Les herbiers de nénuphars constituent la seule diversité liée à la présence de végétation aquatique. Les herbiers sont ponctuellement très denses, comme notamment en aval du pont.



*Vues d'herbiers de nénuphars en amont de la confluence du Vendrenneau.*

Le constat reste le même que pour les substrats et les faciès, à savoir que le maintien d'un niveau constant conduit à la banalisation des habitats. La présence des herbiers et des encombres participe à la diversité du milieu mais dans une mesure très restreinte.

## 7.2. LES BERGES ET LA RIPISYLVE

### Etat des lieux

Comme le montrent les profils transversaux réalisés sur le bief, les berges sont dans l'ensemble relativement abruptes. Leur hauteur est comprise entre 1.80 m pour les plus basses à plus de 3.50 m pour les plus hautes.

Le maintien d'un niveau constant de la ligne d'eau conduit naturellement à un élargissement du lit mineur et à une rectitude des berges.

### Diagnostic

La végétation arborescente est essentiellement composée de frêne, chêne, érable, saule, aulne, peuplier et ormes.

Les essences arbustives sont représentées par l'aubépine, le noisetier, le cornouiller, le sureau, les prunelliers et les ronciers.

La végétation se développe plutôt en crête de berge mais le recul du trait de berge tend à faire ponctuellement glisser la végétation sur le franc bord de la berge.



*Implantation de la ripisylve.*

### 7.3. LA CONTINUITE ECOLOGIQUE

#### Etat des lieux/diagnostic

La circulation piscicole que ce soit au niveau de la chaussée en elle-même, ou au niveau du vannage par le canal usinier peut être considérée comme très difficile voire impossible en dehors des périodes exceptionnelles de crues, qui se traduiraient par un ennoisement aval de la chaussée.

Les anguilles peuvent toutefois trouver bon nombre de zone de reptation pour franchir le parement de la chaussée.

L'effet de berge en bordure de l'ouvrage est aussi un élément favorable à la circulation de l'anguille.

A contrario, la circulation de l'ensemble des autres espèces (non reptantes) est considérée comme impossible en dehors des conditions exceptionnelles d'ennoisement aval (qui engendrent alors des vitesses rédhibitoires).



Vues de la chaussée en basses eaux (non déversante) et en crue (nov 2012)



La chaussée fait obstacle aux écoulements et bloque le transit des sédiments, la seule possibilité de transport se faisant par les vannes usinières.

La chaussée n'est pas équipée de système de décharge et les écoulements par surverse ne permettent pas la circulation des sédiments qui restent alors piégés dans le bief, avec une accumulation de sable.



## 7.4. LA LIGNE D'EAU

### Etat des lieux

A la cote normale (de déversement de la chaussée) la ligne d'eau est influencée sur la plus grande partie du bief soit 5 à 600m en aval de la chaussée de Thorigny.

### Diagnostic

L'expertise réalisée à niveau bas nous a permis de constater la présence des vestiges d'un seuil qui servait au passage de la rivière.

A niveau normal (39.60 NGF) il est ennoyé sous 45cm d'eau (cote de 39.15 NGF).

Dans la situation actuelle et quel que soit le projet retenu, il faudra intégrer la présence de ce seuil pour définir son impact sur la ligne d'eau.

## 7.5. LE DEBIT

### Etat des lieux

La mise en bief et son impact sur les conditions d'évaporation constitue certainement le paramètre le plus altérant au niveau du débit.

## 7.6. LE LIT MAJEUR ET LES ANNEXES

### Etat des lieux/diagnostic

Trois annexes hydrauliques ont été observées sur ce secteur.

Le lit majeur est largement occupé par des prairies pâturées, des zones boisées (coteau) ainsi que quelques cultures avec bande enherbée.

Les conditions de reproduction pour le brochet sur ce bief semblent très restreintes.

L'analyse des annexes latérales est faite dans un chapitre précédent avec notamment la réalisation d'un levé topographique.

## 7.7. LES USAGES RENCONTRES

Le bief n'a pas subi de travaux hydrauliques particuliers.

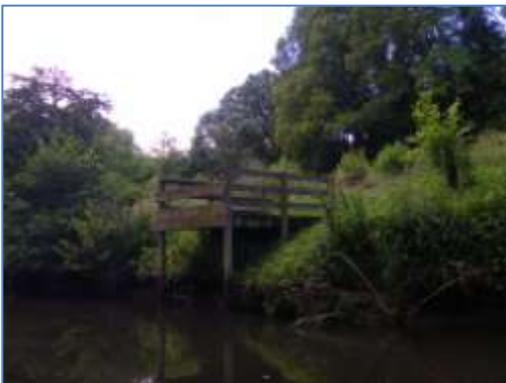
La rivière n'a pas été recalibrée, ni rectifiée et n'a pas fait l'objet de curage récent.

Les méandres ont été conservés et la rivière sur ce secteur conserve son aspect naturel.

Peu d'usage sont recensés, on trouve:

- 13 descentes d'abreuvement pour le bétail,

- 1 ancienne passerelle vétuste,
- 1 passage à gué,
- 1 pont, 2 passerelles,
- 1 puits en bordure,
- plusieurs secteurs de pêche plus ou moins aménagés, 2 pontons de pêche pour handicapés,
- 1 rejet pluvial,
- des protections de berge ponctuelles,
- l'exploitation forestière avec des plantations de peupliers sous forme d'alignement,
- la présence de quelques habitations à proximité de la rivière, sans toutefois avoir d'emprise du bâti en berge



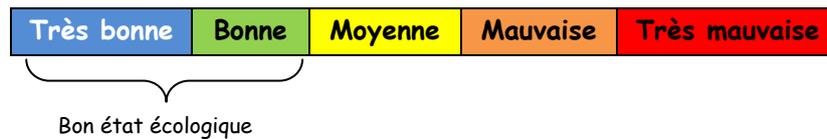
*Aperçu des quelques usages présents sur le bief de la chaussée du Sacré-Coeur.*

## 7.8. BILAN VIS-A-VIS DES OBJECTIFS DE LA DIRECTIVE CADRE EUROPEENNE SUR L'EAU (DCE)

Le tableau ci-dessous présente le bilan issu de l'état des lieux au niveau :

- de la Directive Cadre sur l'Eau par rapport à l'état initial des compartiments du bief,
- des incidences sur les différents compartiments,

L'appréciation de la qualité des compartiments (DCE) est déterminée par les codes couleur suivants :



Les résultats concernant l'état initial sont issus d'une étude préalable à un Contrat Restauration Entretien (CRE) réalisée en 2007.

L'objectif fixé par la DCE vise le bon état écologique donc l'amélioration de la qualité des compartiments.

Composantes		Etat initial DCE	Incidences de l'ouvrage, vanne fermée
Hydraulique	Débit	Jaune	La mise en bief favorise l'évaporation et nuit au débit d'étiage. Débit très faible en étiage, confluence Vendrenneau
	Ligne d'eau	Orange	La ligne d'eau est totalement artificialisée sur une part importante du bief
	Volume	/	Volume stocké très conséquent
Lit mineur		Rouge	Modification totale des écoulements et des habitats sur la zone d'influence. Déclassement lié au colmatage sédimentaire et à la mise en bief
Berge/ripisylve		Vert	La mise en bief et le maintien d'un niveau constant favorise l'élargissement du lit mouillé et le basculement de la ripisylve
Annexes		Jaune	Maintien artificiel des zones humides latérales. Absence de marnage, pas de zone fonctionnelle pour la reproduction du brochet
Continuité		Orange	L'ouvrage n'est qu'exceptionnellement franchissable pour l'anguille
Usages	Pêche	/	Pratique de pêche en eau profonde
	Bovins	/	Possibilités d'abreuvement direct
	Loisir	/	Possibilité de canotage

Les résultats montrent un très fort degré d'altération des compartiments intégralement lié à la présence de l'ouvrage :

- présence physique avec
  - o incidences sur la continuité et la ligne d'eau
- impact de la mise en bief sur
  - o le lit mineur (intensité du colmatage et perte d'habitats)
  - o modification du débit d'étiage par accentuation des phénomènes d'évaporation
  - o fonctionnement des zones humides latérales

## **8. SCENARIOS D'AMENAGEMENT**

---

La restauration de la continuité écologique au niveau de la chaussée du Sacré-Cœur sur le cours de la Petite Maine, passe nécessairement par une phase de concertation entre le bureau d'études, le maître d'ouvrage, l'ensemble des acteurs locaux (usagers, riverains, élus), les services de l'Etat et les financeurs.

C'est donc sur la base de plusieurs propositions établies sous forme de scénario, que chacun devra se positionner selon ses enjeux, dans le respect d'application de la réglementation, et vis-à-vis des gains engendrés sur le fonctionnement écologique de la rivière, pour trouver un consensus sur un scénario.

Ce scénario une fois validé par tous fera alors l'objet d'un aboutissement au terme de la phase projet.

Le choix du scénario retenu sera accompagné du bilan des indicateurs de suivi biologiques d'une part, et de la phase d'observation du cours d'eau suite à une longue période d'abaissement d'autre part. Cette période d'abaissement va permettre de suivre l'évolution morphologique de la rivière, qui sera retranscrite à partir de plusieurs passages de terrain.

Les scénarios développés dans les chapitres suivants sont définis dans le cadre du SDAGE Loire-Bretagne, et doivent s'orienter selon les axes suivants :

- 1) *Effacement*
- 2) *Arasement partiel et aménagement d'ouvertures (échancrure...), petits seuils de substitution franchissables par conception*
- 3) *Ouverture de barrages (pertuis ouvert...) et transparence par gestion d'ouvrage (manœuvres d'ouvrages mobiles, arrêts de turbinage...)*
- 4) *Aménagement de dispositif de franchissement ou de rivière de contournement avec obligation d'entretien permanent et de fonctionnement à long terme*

Vis-à-vis de la configuration du site, de son attrait paysager et de sa fréquentation, l'effacement complet de la chaussée (destruction totale de l'ouvrage) n'est pas envisageable.

Les scénarios présentés viseront donc des aménagements avec la conservation partielle ou totale de la chaussée.

Ils sont présentés à l'aide de schémas de principe et d'une analyse multi critères ainsi que d'un bilan hydromorphologique qui permettent d'apprécier les incidences globales.

Cette analyse constitue également un outil d'aide à la décision pour le maître d'ouvrage et les preneurs de décision.

### **8.1. SCENARIO 1 : ABAISSEMENT MAXIMAL DE LA LIGNE D'EAU PAR EFFACEMENT DE L'OUVRAGE**

Dans la logique des scénarios fixés par le SDAGE Loire-Bretagne, ce 1<sup>er</sup> scénario se veut le plus ambitieux vis-à-vis de la continuité écologique et de la restauration morphologique du bief du Sacré-Cœur.

L'abaissement maximal de la ligne d'eau se traduira nécessairement par un gain maximal en termes d'écoulement naturel sur le bief.

#### Rappel des principales caractéristiques :

- Cote basse déversante de la chaussée : 39.60 NGF
- Cote radier des vannes du moulin : 38.57 NGF
- Cote plan d'eau aval (Chasserat) : 38.40 NGF

Dans ce scénario, il conviendrait donc de procéder à une ouverture dans la pointe amont rive gauche de la chaussée jusqu'à une cote voisine de celle du radier des vannes, voire inférieure c'est à dire, celle correspondant au plan d'eau aval.

Dans la logique de ce scénario, le DMR (130 l/s) devra intégralement passer par l'ouverture de la chaussée, soit en relation avec la gestion fermée de la vanne du moulin, soit par un positionnement de la cote de fond de l'ouverture, dont le calage devra permettre le passage de l'intégralité de ce débit. Ce n'est qu'une fois ce débit atteint, que la répartition des écoulements pourra alors se faire entre la passe et le canal usinier du moulin, si nécessité.

### **8.2. SCENARIO 2 : ARASEMENT PARTIEL DE LA CHAUSSEE**

Ce second scénario, moins ambitieux que le précédent cible un abaissement intermédiaire de la ligne d'eau en procédant à l'arasement partiel de la chaussée.

Aucun aménagement spécifique ne constitue la base du projet, il est établi dans l'optique d'une conservation quasi intégrale de la chaussée. L'abaissement de la ligne d'eau est minime (hauteur à déterminer) et ne répond pas totalement aux objectifs de restauration de la continuité écologique.

Un aménagement spécifique pour le franchissement des anguilles doit tout de même être prévu sur la chaussée.

### **8.3. SCENARIO 3 : AMENAGEMENT D'UN DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT**

Ce scénario se base sur la conservation de la ligne d'eau avec l'aménagement d'un dispositif de franchissement suivant 2 orientations :

1) La réalisation d'une passe de type naturelle sur l'emprise de la chaussée

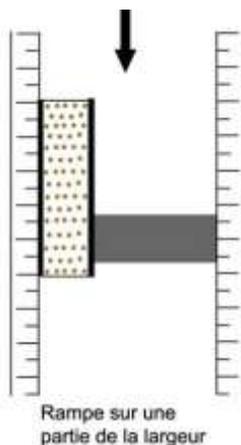
2) La création d'un bras en contournement de la chaussée

Ces 2 orientations sont présentées dans les chapitres ci-après.

### 8.3.1. AMENAGEMENT D'UNE PASSE NATURELLE

Les passes «naturelles» ou rustiques consistent à relier biefs amont et aval par un chenal plus ou moins large (qui peut faire de quelques mètres à toute la largeur du cours d'eau) dans lequel l'énergie est dissipée et les vitesses sont réduites par la rugosité du fond et des parois, et/ou par une succession de singularités plus ou moins régulièrement réparties.

Ce type d'aménagement sera intégré dans la chaussée au niveau de sa partie la plus amont (côté rive gauche). Le radier amont de la passe sera calé à une profondeur à déterminer et la largeur du dispositif sera définie à partir des données de débit à l'endroit du moulin.



Source : Guides passes naturelles GHAPPE 2006

Les éléments de rugosité mis en place sur la passe naturelle devront permettre la circulation de l'ensemble des espèces la plus grande partie du temps, que ce soit vis-à-vis des vitesses d'écoulement, des énergies dissipées et des hauteurs d'eau, mais également le transit des sédiments.

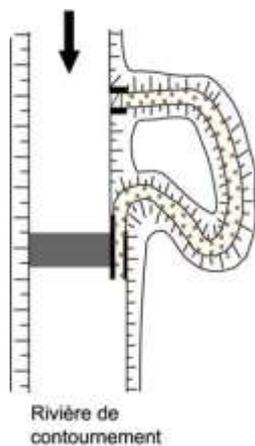
Ce scénario a pour principal objectif d'associer la restauration de la continuité écologique avec la restauration hydromorphologique du bief, par retour d'un fonctionnement plus naturel.

### 8.3.2. CREATION D'UN BRAS DE CONTOURNEMENT

La création d'un bras en contournement de la chaussée repose sur le même principe que celui de la passe naturelle, même si l'objectif de l'aménagement est bien différent.

Ce scénario permet d'assurer la circulation piscicole via un aménagement de type passe naturelle, avec la mise en place d'éléments de dissipation d'énergie dans le bras, mais il ne permet pas d'assurer le transit sédimentaire.

Ce scénario est souvent proposé quand il n'est pas possible de baisser la ligne d'eau amont par rapport à des usages spécifiques (production hydroélectrique, prise d'eau potable...).



Source : Guides passes naturelles GHAAPPE 2006

Les contraintes techniques de ce type d'aménagement sont assez lourdes, puisque les travaux consistent à créer un nouveau bras en contournement de l'ouvrage (dans le cas présent en rive gauche), et demandent donc d'avoir l'acquisition ou la gestion foncière par convention des parcelles concernées.

Si la ligne d'eau amont est conservée, le bras de contournement doit respecter une pente de 3 à 4%, ce qui peut également entraîner une longueur assez importante du dispositif de 30 à 40 m pour un dénivelé de 1.20 m.

Ces travaux peuvent également nécessiter un certain nombre d'aménagements complémentaires inhérents au projet, comme des clôtures, passerelle, plantations..., dont le cumul peut sensiblement impacter l'aspect financier du projet.

#### 8.4. PRISE EN COMPTE DU FONCTIONNEMENT FRAYERE DANS LES SCENARIOS

Les zones humides latérales identifiées dans la phase d'état des lieux font état d'un potentiel pour la fonctionnalité de l'espèce brochet, en termes de reproduction.

Toutefois l'analyse réalisée montre que les différents sites, et plus particulièrement celui aval (qui présente la surface la plus intéressante), ne sont pas fonctionnels en l'absence de marnage d'une part qui permet la végétalisation de la zone active, et en termes de hauteur d'eau nécessaire d'autre part.

Les différents scénarios présentés impactent de manière plus ou moins forte sur la ligne d'eau du bief du Sacré-Cœur et donc sur la fonctionnalité de la zone humide vis-à-vis de la reproduction du brochet.

Dans un 1<sup>er</sup> temps si la volonté de rendre fonctionnelle cette zone humide pour la reproduction des brochets est affichée, quelque soit le scénario et la cote de ligne d'eau retenus, des travaux de terrassement de la zone sont nécessaires pour atteindre des hauteurs d'eau comprises entre 20 et 80 cm. La surface fonctionnelle pourra également être améliorée pour optimiser la production de la frayère.

##### **Scénario 1 - Effacement :**

- Cote de ligne d'eau projetée : 38.40 m
- Cote actuelle de connexion de la zone humide : 39.25 m

Dans la situation projetée on constate que pour être alimentée, le niveau d'eau devra remonter de 85 cm par rapport à la future cote de ligne d'eau.

Cette hauteur pourra être atteinte en fonction des débits et selon la largeur d'ouverture que l'on réalise dans la chaussée.

Le débit important et nécessaire à l'alimentation de la zone humide, à sa cote de connexion, n'est jamais maintenu suffisamment longtemps pour rendre fonctionnel la zone humide (vis-à-vis de la durée d'ennoiement nécessaire).

Il conviendrait donc de procéder à un aménagement pour conserver l'eau sur la zone humide.

Sur ce scénario, les travaux de terrassement peuvent également permettre de rabaisser le fond de la zone humide pour permettre une mise en eau plus rapide et plus fréquente.

##### **Scénario 2 et 3 - Arasement - Passe naturelle :**

- Cote de ligne d'eau projetée : à définir
- Cote actuelle de connexion de la zone humide : 39.25 m

L'abaissement de la ligne d'eau au niveau d'avancement de ces 2 scénarios n'est pas encore connu. Il sera logiquement compris entre le niveau actuel de 39.60 m et la cote de ligne d'eau projetée au scénario 1 de 38.40 m.

En se basant sur une cote intermédiaire estimative de 39.00 m, les constatations seront les mêmes que précédemment, avec toutefois de plus amples possibilités d'envolement en termes de fréquence. La présence d'un ouvrage de maintien des niveaux semble également indispensable.

**Scénario 3 - Bras de contournement :**

- Cote de ligne d'eau projetée : à définir, proche de celle actuelle
- Cote actuelle de connexion de la zone humide : 39.25 m

Le choix de l'aménagement d'un bras de contournement se justifie généralement par la conservation de la ligne d'eau à la cote initiale. Il peut être néanmoins prévu un calage à une cote inférieure, qui permettrait le dénolement estival (lors des faibles débits) de la zone humide avec la possibilité d'une colonisation végétale.

En hautes eaux la présence d'un ouvrage de maintien des niveaux semble également indispensable, à moins d'uniquement procéder au creusement de la zone humide.

## 8.5. BILAN HYDROMORPHOLOGIQUE ET MULTI CRITERES

Le tableau ci-dessous permet de visualiser de manière comparative les incidences globales de chaque scénario, en prenant en compte le fonctionnement écologique du bief, l'aspect continuité écologique (piscicole et sédimentaire), les usages, le coût des travaux et les financements induits.

Il s'agit là d'un outil d'aide à la décision pour le maître d'ouvrage, qui doit se positionner sur un scénario, en accord avec le membres du comité de pilotage, pour élaborer la phase projet du scénario retenu.

Les notes qui apparaissent dans les tableaux sont établies de 1 pour un gain minimal ou des incidences fortes (usages), à 4 pour un gain maximal et des incidences faibles sur les usages.

		Bilan écologique	Continuité écologique		Usages	Coût	Financement AELB	Total	Position
			piscicole	sédimentaire					
<i>Scénario 1 - effacement</i>		4 retour au fonctionnement naturel sur 85%	4 Toutes espèces	4	1	4	4 70%	21	1
<i>Scénario 2 - arasement</i>		2 Gain en écoulements naturels variable selon cote	2 Avec franchissement anguille	1	4	2	3 70% si significatif Ou 50%	14	3
<i>Scénario 3</i>	<i>passee naturelle</i>	3 Gain en écoulements naturels variable selon cote	4 Toutes espèces	4	2	2	2 50%	17	2
	<i>bras de contournement</i>	1	3 Toutes espèces	1	4	1	2 50%	12	4

**Scénario 1** : ce scénario présente la meilleure note avec une satisfaction de l'ensemble des paramètres, hormis celui des usages dont la pratique sera liée à des modifications en relation avec la réduction de la hauteur d'eau. Cette solution permet de restaurer des écoulements naturels sur près de 85% du linéaire du bief avec des radiers, des plats courants, mais également des profonds/plats naturels. Seuls les 350m aval seront sous l'influence de la chaussée du moulin de Chasserat.

**Scénario 2** : ce scénario vise l'arasement partiel de la crête de la chaussée (dont la réduction est à définir). L'impact sur la ligne d'eau sera lié à son abaissement, mais la conservation physique de la chaussée ne permettra pas de restaurer la continuité écologique (sauf pour l'anguille avec un aménagement de la rugosité). Les usages seront sensiblement altérés.

***Scénario 3 - Passe naturelle :***

ce scénario est une variante de l'effacement avec une ouverture (dont la profondeur est à déterminer) sur une partie de la chaussée. l'aménagement de l'ouverture permettra de satisfaire à la continuité écologique, avec une modification variable des usages, selon le niveau d'abaissement.

***Scénario 3 - Bras de contournement :***

ce scénario opte pour une restauration de la circulation piscicole avec un maintien du niveau d'eau, aucune incidence sur le fonctionnement écologique du bief.

Le scénario 1, maximaliste en termes d'abaissement de la ligne d'eau, constitue la base de la réflexion, l'ensemble des autres scénarios projetés ayant des incidences moindres sur le fonctionnement écologique du bief.

Seul le calage de la cote basse déversante de l'aménagement pour chaque scénario permettra d'appréhender au mieux les gains sur le fonctionnement du bief.

## 9. APPROFONDISSEMENT DES SCENARIOS

---

Après une phase d'abaissement (ouverture totale de la vanne) et d'observation d'une période d'1 an entre le printemps 2013 et le printemps 2014, il a été convenu après consultation des acteurs locaux et représentants du monde la pêche d'approfondir les scénarios suivants :

- **Scénario 1**
  - Abaissement partiel de la ligne d'eau à la cote maximale de 39.00 NGF, soit - 0.60m par rapport à la cote déversante de la chaussée
  - Sur la base d'une passe naturelle et d'un bras de contournement (2 variantes)
    - En rive gauche avec la conservation intégrale de la chaussée
  - Avec prise en compte du fonctionnement de la frayère
  
- **Scénario 2**
  - Abaissement de la ligne d'eau à la cote maximale de 38.60 NGF, soit - 1m par rapport à la cote déversante de la chaussée
  - Sur la base d'une ouverture partielle de la chaussée (2 variantes)
    - En rive gauche avec la conservation intégrale de la chaussée
  - Avec prise en compte du fonctionnement de la frayère

Les scénarios d'effacement, de gestion hydraulique des ouvrages et d'équipement pur sont écartés pour les raisons suivantes :

- *Effacement*
  - Pas de consensus local sur cette proposition en raison du risque d'abaissement trop important de la ligne d'eau à l'étiage en raison des débits très faibles qui pourraient nuire à la valeur paysagère du site fréquenté et des fortes modifications engendrées pour la pratique de la pêche
  
- *Gestion des ouvrages*
  - Cette solution pourrait être acceptable par les acteurs locaux en hiver uniquement, mais les dimensions des vannes usinières ne permettent pas d'absorber un débit suffisant et de présenter des gains substantiels. D'autre part les vitesses au passage des vannes seraient rédhibitoires pour la circulation piscicole une grande partie du temps, au même titre que la buse en sortie du canal usinier.
  
- *Equipement passe à poissons*
  - Cette solution ne satisfait que la circulation piscicole et le syndicat ne souhaite pas s'engager dans une démarche qui ne permet pas de tendre vers le bon état et la restauration des composantes morphologiques du cours d'eau.

## 9.1. SCENARIO 1: ABAISSEMENT A - 0.60 M

Cette solution moins ambitieuse que la suivante peut s'établir suivant 2 principes :

- Passe naturelle avec seuils rustiques successifs équipés d'échancrures
- Bras de contournement en rive gauche

Les 2 choix sont motivés suivant la volonté de réaliser le dispositif de franchissement dans l'emprise de la chaussée ou en contournement.

### 9.1.1. PASSE NATURELLE

Le projet consiste à réaliser une passe à poissons dans l'emprise de la chaussée au niveau de sa pointe amont.

La ligne d'eau amont sera calée par le 1<sup>er</sup> seuil à la cote de 39.00 NGF, soit 60 cm sous la cote déversante de la chaussée. deux autres seuils seront positionnés en aval pour récupérer le dénivelé total de 60 cm, soit 3 seuils de 20 cm de dénivelé chacun.

Les travaux consistent donc à créer une ouverture dans la chaussée et d'y réaliser les aménagements.

#### 9.1.1.1. DIMENSIONNEMENT

Le dispositif de franchissement est composé de 2 bassins et de 3 chutes de 20 cm.

Le dimensionnement de la passe est établi pour satisfaire aux exigences biologiques de l'anguille et des espèces holobiotiques (petites espèces rhéophiles), en terme d'énergie dissipée.

Les seuils seront équipés de 2 échancrures qui permettront de concentrer les écoulements lors des débits les plus faibles, elles sont calées à des cotes différentes.

Les principales caractéristiques de la passe apparaissent ci-dessous :

Cotes		Caractéristiques dimensionnelles			
Chaussée	39.60	Longueur déversante	41 m	Dénivelé considéré	0,60 m
Passe		Nbre de bassins	2	Nbre de chutes	3
		Largeur du bassin	6 m	Hauteur de chute	0.2 m
Echancrure profonde (1er niveau)	38.70	Hauteur / fond	0.5 m	Largeur	0.2 m
Echancrure (2nd niveau)	38.90	Hauteur / fond	0.7 m	Largeur	0.3 m
Passe (3ème niveau)	39.00	Hauteur / fond	0.8 m	Largeur	3 m

Les bassins auront les mêmes caractéristiques dimensionnelles :

BASSINS		
$\Delta h$ (m)=		0.2
profondeur d'eau minimale(m) (2 X $\Delta h$ )=		0.4
profondeur d'eau (m)		0.8
largeur des bassins (m) =		3
longueur des bassins (m) =		6
volume des bassins (m3) =		14.4
fréquence d'apparition (débits classés)	débit passe	puissance
DMR	0.13	18
0.4	0.20	27
0.5	0.32	44
0.6	0.57	78
0.7	0.92	125
0.8	1.47	200

On observe à la lecture de ce tableau, que les énergies dissipées restent inférieures à 200W/m<sup>3</sup> 80% du temps, valeur qui satisfait à la circulation des espèces ciblées.

On observe toutefois une augmentation importante de ces valeurs avec l'augmentation des débits, en raison de la forte augmentation des débits élevés.

Le tableau suivant présente l'évolution des énergies dissipées en fonction des hauteurs d'eau dans la passe et des débits.

On observe que le débit total est égal à celui dans la passe jusqu'à la cote de déversement de la chaussée (h = 0.9 m, soit 60 cm +30 cm de l'échancrure profonde), ensuite le débit total devient beaucoup plus important en considérant le déversement sur toute sa longueur.

plages de fréquence d'apparition des débits	puissance dissipée volumique de la passe			
	hauteur d'eau passe	Débit passe	Débit total	puissance diss vol
	h (m)	q (m3/s)	q (m3/s)	Pv
0.4	0.200	0.03	0.03	4
	0.225	0.03	0.03	4
	0.250	0.04	0.04	5
	0.275	0.05	0.05	7
	0.300	0.06	0.06	8
	0.325	0.08	0.08	11
	0.350	0.12	0.12	16
0.5	0.375	0.17	0.17	23
	0.400	0.23	0.23	31
0.6	0.425	0.29	0.29	40
	0.450	0.37	0.37	50
	0.475	0.45	0.45	61
0.7	0.500	0.53	0.53	73
	0.525	0.63	0.63	85
	0.550	0.72	0.72	98
0.8	0.575	0.82	0.82	112
	0.600	0.93	0.93	126
	0.625	1.04	1.04	141
0.9	0.650	1.15	1.15	157
	0.675	1.27	1.27	173
	0.700	1.39	1.39	189
	0.725	1.51	1.51	206
	0.750	1.64	1.64	223
	0.775	1.77	1.77	241
	0.800	1.90	1.90	259
0.99	0.825	2.04	2.04	278
	0.850	2.18	2.18	297
	0.875	2.32	2.32	316
	0.900	2.47	2.47	336
	0.925	2.61	2.90	356
0.99	0.950	2.76	3.58	377
	0.975	2.92	4.41	397
	1.000	3.07	5.37	419
	1.025	3.23	6.44	440

cote déversement chaussée

Les bassins, au nombre de 2, auront les mêmes caractéristiques, ils sont d'une longueur de 6 m (dans l'entraxe de chaque seuil) pour une largeur de 3.00 m dans le fond de la passe.

Le fond présente une pente régulière de 5%.

La berge rive gauche sera enrochée à l'aide de blocs de grande taille ( $\varnothing$  400/700 mm), de manière à éviter tous risques d'érosion et de déstabilisation du dispositif. Les blocs seront liaisonnés à l'aide de béton uniquement au niveau de la jonction avec les seuils.

Côté rive droite, un cordon d'enrochements sera réalisé, les blocs seront liaisonnés à l'aide de béton sur la totalité de la longueur. Ils devront être ancrés dans le fond du lit dans un lit de béton.

Le parement devra présenter un aspect rugueux.

### 9.1.1.2. CARACTERISTIQUES DES SEUILS

La passe naturelle sera composée de 3 seuils.

Le seuil amont qui sera calé et dimensionné pour définir le débit de circulation dans la passe sera différent des 2 autres.

Il sera réalisé en béton, le calage sera fait à la cote de 39.00 NGF. D'une épaisseur de 20 cm, le seuil sera ferrailé et il devra pouvoir être batardé, pour la mise en sécurité et les éventuelles interventions à réaliser dans la passe.

Comme pour les seuils rustiques aval, le seuil d'entonnement amont présentera 2 échancrures.

- La première, la plus profonde, sera calée à 30 cm en dessous de la cote déversante du seuil, pour une largeur de 20 cm. Elle permettra d'assurer un franchissement par nage pour les espèces piscicoles, puisqu'elle sera toujours ennoyée de 10 cm par le seuil aval.
- La seconde échancrure sera située à 10 cm en dessous de la cote déversante du seuil, pour une largeur sensiblement plus importante que la première, soit 30 cm.

Des réserves (5 x 5 cm) pour la mise en place de batardeaux seront réalisées au niveau des 2 culées béton, ce dispositif permettra ainsi d'isoler la passe de la circulation d'eau.



*Exemples de réalisations d'ouvrages d'entonnement (prise d'eau) en béton.*

**Les 2 seuils situés en aval du 1er seront de même consistance.**

Il s'agit de seuils de type rustique, réalisés en enrochement liaisonnés ( $\varnothing$  200/400 mm), de manière à être le plus étanche possible.

Les seuils présenteront deux déclivités centrales différentes, à la manière de la photographie ci-dessous.

D'un seuil à l'autre, l'emplacement de chacune des échancrures sera alterné l'un vis-à-vis de l'autre afin de diversifier les écoulements.

*Exemple d'une passe naturelle à Mareuil-sur-Lay.  
Les seuils comprennent deux échancrures.*



Ce dispositif permettra d'assurer une hauteur d'eau suffisante sur chaque seuil pour le franchissement des espèces, notamment lors des plus faibles débits.

Chaque des seuils sera calé manière à présenter un dénivelé de 20 cm entre les cotes déversantes.

*Exemple de réalisation en cours de seuils rustiques  
sur un bras de contournement.*



L'ancrage des seuils dans le fond de la passe est un élément fondamental à assurer de manière à éviter tous risque d'affouillement et de déstabilisation.

C'est ainsi qu'une légère tranchée de l'ordre de 30 cm de profondeur devra être faite à l'endroit de chaque seuil, de manière à venir y déposer les blocs dans un lit de béton, comme le montre la photo ci-dessus.

La jonction des seuils avec les enrochements de berge devra être réalisée de la même manière, tout en assurant l'étanchéité. La pente du parement aval de chaque seuil devra être plus douce que la pente du parement amont qui peut être plus abrupte.

La crête des seuils devra impérativement conserver un important aspect de rugosité, les joints béton devront être lissés à l'éponge de manière à laisser apparaître la rugosité des pierres en saillie.

La largeur en crête de chaque seuil sera voisine de 35 cm, pour une largeur en pied de l'ordre de 60 cm. Ces dimensions sont estimatives et pourront bien entendu variées en raison de la mise en place des blocs, dont les dimensions ne sont pas fixes.

Le dénivelé entre chaque seuil est de 20 cm.

La hauteur utile de chaque seuil (largeur déversante de 3.0 m) sera d'environ 60 cm par rapport au fond du bassin.

Le volume estimatif de matériaux pour la réalisation de chaque seuil est d'environ 1 m<sup>3</sup>.

### 9.1.2. REPARTITION DES DEBITS

Les tableaux ci-dessous présentent la répartition des débits entre la passe et la chaussée.

Débit réservé (m3/s)	0.13											
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Débit approché par le calcul (m3/s)	3.58	2.42	2.30	1.19	0.64	0.19	0.17	0.12	0.35	0.74	1.99	2.90
Débit passe (m3/s)	2.77	2.42	2.30	1.19	0.64	0.19	0.17	0.12	0.35	0.74	1.99	2.61
% passe	77.4%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	90.0%
Débit chaussée (m3/s)	0.81											0.29
% chaussée	22.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.0%

	0.99	0.95	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
Débit approché par le calcul (m3/s)	18.02	6.44	3.58	1.47	0.92	0.57	0.33	0.20	0.12	0.05	0.01
Débit passe (m3/s)	4.57	3.23	2.77	1.47	0.92	0.57	0.33	0.20	0.12	0.05	0.01
% passe	25.4%	50.2%	77.4%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Débit chaussée (m3/s)	13.46	3.21	0.81								
% chaussée	74.7%	49.8%	22.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Sur la base des débits moyens mensuels interannuels, on observe que la chaussée sera déversante uniquement sur les mois de décembre et janvier, on peut toutefois logiquement rajouter un mois supplémentaire sur novembre et février. Le reste du temps la passe prendra tout le débit.

Cote	débit passe					débit chaussée		débit total
	éch. profonde	échancrure	passe	récap.		heau	Débit	
	Débit	Débit	Débit	hauteur totale passe	Débit total passe			h (m)
m relatif	q (m3/s)	q (m3/s)	q (m3/s)	h (m)	q (m3/s)	h (m)	q (m3/s)	q (m3/s)
39.00	0.04	0.02	0.00	0.300	0.06			0.06
39.03	0.04	0.02	0.02	0.325	0.08			0.08
39.05	0.04	0.02	0.06	0.350	0.12			0.12
39.08	0.04	0.02	0.11	0.375	0.17			0.17
39.10	0.04	0.02	0.17	0.400	0.23			0.23
39.13	0.04	0.02	0.24	0.425	0.29			0.29
39.15	0.04	0.02	0.31	0.450	0.37			0.37
39.18	0.04	0.02	0.39	0.475	0.45			0.45
39.20	0.04	0.02	0.48	0.500	0.53			0.53
39.23	0.04	0.02	0.57	0.525	0.63			0.63
39.25	0.04	0.02	0.66	0.550	0.72			0.72
39.28	0.04	0.02	0.76	0.575	0.82			0.82
39.30	0.04	0.02	0.87	0.600	0.93			0.93
39.33	0.04	0.02	0.98	0.625	1.04			1.04
39.35	0.04	0.02	1.09	0.650	1.15			1.15
39.38	0.04	0.02	1.21	0.675	1.27			1.27
39.40	0.04	0.02	1.33	0.700	1.39			1.39
39.43	0.04	0.02	1.45	0.725	1.51			1.51
39.45	0.04	0.02	1.58	0.750	1.64			1.64
39.48	0.04	0.02	1.71	0.775	1.77			1.77
39.50	0.04	0.02	1.85	0.800	1.90			1.90
39.53	0.04	0.02	1.98	0.825	2.04			2.04
39.55	0.04	0.02	2.12	0.850	2.18			2.18
39.58	0.04	0.02	2.26	0.875	2.32			2.32
39.60	0.04	0.02	2.41	0.900	2.47	0.000	0.0	2.47
39.63	0.04	0.02	2.56	0.925	2.61	0.025	0.3	2.90
39.65	0.04	0.02	2.71	0.950	2.76	0.050	0.8	3.58
39.68	0.04	0.02	2.86	0.975	2.92	0.075	1.5	4.41
39.70	0.04	0.02	3.01	1.000	3.07	0.100	2.3	5.37
39.73	0.04	0.02	3.17	1.025	3.23	0.125	3.2	6.44
39.75	0.04	0.02	3.33	1.050	3.39	0.150	4.2	7.61
39.78	0.04	0.02	3.49	1.075	3.55	0.175	5.3	8.87
39.80	0.04	0.02	3.66	1.100	3.72	0.200	6.5	10.21

La lecture des énergies dissipées nous montre que la passe est fonctionnelle jusqu'à 1.50 m<sup>3</sup>/s, soit 80% du temps ou plus de 290 jours.

### 9.1.1. BRAS DE CONTOURNEMENT

La conception des seuils et des bassins ainsi que le dimensionnement sont les mêmes que pour l'option passe naturelle.

La grande modification est liée à l'implantation et à certaines contraintes.

Ce projet vise donc à créer un nouveau bras en contournement rive gauche de la chaussée sur une longueur d'environ 15m.

L'entrée de la passe (aval) se trouvera le plus à proximité du pied de la chaussée afin de permettre aux poissons de facilement trouver l'entrée, et la sortie (amont) débouchera légèrement en amont de la chaussée.

Cette action présente plusieurs intérêts :

- Aucune intervention sur la structure de la chaussée, si ce n'est une légère reprise d'étanchéité pour assurer l'alimentation optimale de la passe à l'étiage
- Plus de facilité pour la réalisation des travaux

- Possibilité de définir le tracé au plus près de la chaussée pour bénéficier de la meilleure zone d'attrait

- Une bonne intégration paysagère et la conservation complète de l'entité du moulin

Mais aussi des contraintes :

- Gestion foncière des parcelles concernées (convention, acquisition)
- Accessibilité à la chaussée depuis la rive concernée
- Enrochement des berges pour éviter les érosions
- Clôtures, plantations...

*Aperçu d'un bras de contournement en cours de réalisation avec enrochement des berges.*



### **9.1.1. FONCTIONNEMENT ASSOCIE DE LA FRAYERE**

A la cote régulière du plan d'eau tenue par la chaussée (position vanne fermée), soit 39.60 NGF, la profondeur maximale observée est de l'ordre de 30 cm. La cote de connexion entre la frayère et le bief est établie à environ 39.25 NGF.

La plage de fonctionnement de la frayère doit être calée entre les mois de janvier et mai, soit pour des débits moyens compris entre 3.5 et 0.65 m<sup>3</sup>/s.

En se basant sur un débit de 720 l/s, atteint 70% du temps au regard des débits classés, cela donne une hauteur d'eau de 55 cm dans la passe (à partir du fond de l'échancrure profonde 38.70 NGF).

Ce débit permet d'atteindre la cote actuelle de connexion de la frayère (39.25 NGF).

Au-delà d'un débit de 720 l/s, la hauteur d'eau dans la frayère sera plus importante.

Ainsi, pour atteindre la cote actuelle d'envolement de la frayère (39.60 au déversement de la chaussée) il faudra un débit de 2.5 m<sup>3</sup>/s environ.

Aussi, et afin de rendre le site fonctionnel, il convient de décaisser la frayère de 80 cm à son entrée, pour sa profondeur maximale et jusqu'à 20 cm dans ses parties amont et de ceinture.

Les cotes de terrassement s'établiraient donc entre 38.45 à l'aval et 39.05 au niveau de ses bordures.

Afin de pallier les importantes fluctuations de débit (baisse rapide en mai) qui engendreraient un marnage et le mauvais fonctionnement de la frayère il convient de réaliser un micro ouvrage de gestion du niveau à sa connexion avec la rivière, équipé d'une vannette ou d'un système de batardeau.



*Exemples de micro ouvrages de régulation des niveaux dans des frayères avec vannette ou batardeaux.*

La surface fonctionnelle de la frayère est à déterminer, on peut toutefois, au vu de la zone disponible, partir sur une surface de 2 000 m<sup>2</sup>.

En considérant cette surface, le volume à terrasser pour atteindre les profondeurs et pentages souhaités, est de l'ordre de 1 500 m<sup>3</sup>.

### **9.1.1. INCIDENCES DU SCENARIO**

Les principales incidences sur le fonctionnement biologique et morphologique de la rivière vis-à-vis de ce scénario se traduisent sur la restauration d'écoulements naturels en relation avec l'abaissement de la ligne d'eau.

A la cote de 39.00 NGF, cette restauration sera surtout sensible sur la partie en amont de la confluence du Vendrenneau avec le retour d'écoulements alternes et des profondeurs comprises entre 20 et 50 cm sur près de 40% du linéaire. La réduction de la largeur du lit mouillé permettra également de favoriser la diversité des habitats rivulaires.

C'est notamment sur ce secteur (et également en amont du pont de la Proutière) que des actions d'accompagnement de restauration morphologiques pourraient être ciblées.

Il en va de même sur la partie basse du Vendrenneau en aval du pont.

En aval de cette confluence, les habitats seront tout de même plus diversifiés, notamment en bordure de berge, mais les écoulements resteront de type profond avec des fosses encore marquées à plus de 3 m pour les plus profondes.

Une zone de haut fond avec des chaos granitiques sera partiellement exondée entre les 2 passerelles avec un resserrement du lit à l'étiage et des banquettes latérales de graviers/cailloux.

## 9.2. SCENARIO 2 : ABAISSEMENT A - 1 M

Ce scénario est le plus ambitieux des 2 en termes de gains morphologiques.

Deux variantes sont également proposées :

- Réalisation d'une ouverture dans la pointe amont de la chaussée (en rive gauche) dont le fond sera calé à la cote de 38.60 NGF.
- Réalisation d'un bras de contournement en rive gauche de la chaussée selon le même calage, sans intervention sur la structure de la chaussée

**Le dénivelé à prendre en compte sera alors de 20 cm avec la ligne d'eau aval (cote 38.40 NGF), tenue par la chaussée du moulin de Chasserat.**

### 9.2.1. PASSE NATURELLE - DIMENSIONNEMENT DE L'AMENAGEMENT

Compte tenu du très faible dénivelé de ligne d'eau à considérer sur ce projet (20 cm à l'étiage), il n'est pas nécessaire de réaliser un dispositif de franchissement à proprement parler.

Il convient toutefois d'apporter quelques éléments de dimensionnement afin d'apprécier les énergies dissipées selon les débits et la largeur de l'ouverture.

Seul un seuil du même type que le seuil amont du scénario 1 sera réalisé en limite amont de l'ouverture dans la chaussée afin de caler le niveau.

Le seuil sera donc composé :

- d'une échancrure profonde (cote de fond 38.30 NGF et largeur 0.20 m)
- d'une échancrure supérieure (cote de fond 38.50 NGF et largeur 0.30 m)
- d'une partie principale déversante (cote 38.60 NGF, largeur 3.00 m)

#### 9.2.1.1. FONCTIONNEMENT

Le calage du seuil à - 1.00 par rapport à la cote déversante de la chaussée permet de favoriser la circulation d'un débit important dans l'ouverture de la chaussée avant qu'elle ne déverse.

La cote de 39.60 NGF (= déversement chaussée) ne serait ainsi atteinte que pour un débit de 5.50 m<sup>3</sup>/s environ, débit à la lecture des débits classés qui n'est atteint que 5% du temps environ, soit moins de 20 jours dans l'année.

La plage de fonctionnement de la passe est définie par l'évolution des énergies dissipées, qui ne doivent pas dépasser 200 W/m<sup>3</sup> pour les espèces considérées.

Cette valeur est atteinte pour un débit de 1.50 m<sup>3</sup>/s (comme pour le scénario 1), soit environ une valeur fonctionnelle pour 80% du temps soit plus de 290 jours par an.

Les tableaux présentés ci-dessous font état des caractéristiques dimensionnelles et de la répartition des débits avec les énergies dissipées associées.

Cotes		Caractéristiques dimensionnelles			
Chaussée	39.60	Longueur déversante	41 m	Dénivelé considéré	0,60 m
Passe		Nbre de bassins	"1"	Nbre de chutes	1
				Hauteur de chute	0.2 m
Echancrure profonde (1er niveau)	38.30	Hauteur / fond	0.5 m	Largeur	0.2 m
Echancrure (2nd niveau)	38.50	Hauteur / fond	0.7 m	Largeur	0.3 m
Passe (3ème niveau)	38.60	Hauteur / fond	0.8 m	Largeur	3 m

plage de fréquence d'apparition des débits	puissance dissipée volumique de la passe				
	Cote	hauteur d'eau passe	Débit passe	Débit total	Puissance dissipée volumique
	m relatif	h (m)	q (m3/s)	q (m3/s)	Pv
0,4	38,50	0,20	0,03	0,03	4
	38,53	0,23	0,03	0,03	4
	38,55	0,25	0,04	0,04	5
	38,58	0,28	0,05	0,05	7
	38,60	0,30	0,06	0,06	8
	38,63	0,33	0,08	0,08	11
	38,65	0,35	0,12	0,12	16
0,5	38,68	0,38	0,17	0,17	23
	38,70	0,40	0,23	0,23	31
0,6	38,73	0,43	0,29	0,29	40
	38,75	0,45	0,37	0,37	50
	38,78	0,48	0,45	0,45	61
0,7	38,80	0,50	0,53	0,53	73
	38,83	0,53	0,63	0,63	85
	38,85	0,55	0,72	0,72	98
0,8	38,88	0,58	0,82	0,82	112
	38,90	0,60	0,93	0,93	126
	38,93	0,63	1,04	1,04	141
	38,95	0,65	1,15	1,15	157
0,9	38,98	0,68	1,27	1,27	173
	39,00	0,70	1,39	1,39	189
	39,03	0,73	1,51	1,51	206
	39,05	0,75	1,64	1,64	223
	39,08	0,78	1,77	1,77	241
	39,10	0,80	1,90	1,90	259
	39,13	0,83	2,04	2,04	278
	39,15	0,85	2,18	2,18	297
0,95	39,18	0,88	2,32	2,32	316
	39,20	0,90	2,47	2,47	336
	39,23	0,93	2,61	2,61	356
	39,25	0,95	2,76	2,76	377
	39,28	0,98	2,92	2,92	397
	39,30	1,00	3,07	3,07	419
	39,33	1,03	3,23	3,23	440
	39,35	1,05	3,39	3,39	462
0,95	39,38	1,08	3,55	3,55	484
	39,40	1,10	3,72	3,72	506
	39,43	1,13	3,88	3,88	529
	39,45	1,15	4,05	4,05	552
	39,46	1,18	4,22	4,22	575
	39,48	1,20	4,39	4,39	598
	39,51	1,23	4,57	4,57	622
	39,53	1,25	4,74	4,74	646
	39,56	1,28	4,92	4,92	670
	39,58	1,30	5,10	5,10	695
	39,61	1,33	5,28	5,57	719

limite de fonctionnement

cote déversement chaussée

### **9.2.1.2. CARACTERISTIQUES DU SEUIL**

Le dispositif de franchissement ne sera équipé que d'un seul seuil qui offrira les mêmes caractéristiques que le seuil amont du scénario 1, à savoir un seuil en béton équipé de 2 échancrures, l'une profonde à - 0.30 par rapport à la cote déversante du seuil et l'autre à une cote supérieure de - 0.10 par rapport à la cote déversante du seuil

Le seuil se trouvera directement au niveau du parement amont de la chaussée.

Il n'y aura pas à proprement parler de bassin sur ce scénario, puisqu'une seule chute de 20 cm permettra de rattraper le dénivelé avec la ligne d'eau aval.

### **9.2.2. BRAS DE CONTOURNEMENT**

La solution du bras de contournement présente les mêmes caractéristiques que pour le scénario 1 avec toutefois la réalisation d'un unique seuil en amont du bras.

Le seuil sera identique à celui de la passe.

Le choix de cette solution a pour principal avantage de ne pas intervenir sur la chaussée et de pouvoir la conserver en intégralité (seule une intervention d'étanchéité pourrait être envisagée).

### **9.2.3. FONCTIONNEMENT ASSOCIE DE LA FRAYERE**

Le fonctionnement de la frayère dépend principalement de sa capacité d'enneigement.

Si l'on se cale, comme pour le scénario 1 sur un débit de l'ordre de 700 l/s, (débit avril/mai), on obtient une hauteur d'eau dans la passe de 55 cm (par rapport au fond de l'échancrure profonde), soit une cote de ligne d'eau de 38.85 NGF, or cette cote ne permet pas l'enneigement de la prairie dans sa configuration actuelle.

Deux options sont envisageables :

- Un décaissement important de la prairie de plus de 2 000 m<sup>3</sup>
  - o pour permettre un fonctionnement le plus naturel possible
- le calage du fond de la frayère à un niveau supérieur, et dont la gestion sera directement liée à :
  - o des niveaux d'eau élevés pour la mise en eau de la frayère
  - o la gestion des niveaux par un ouvrage de régulation pour maintenir la surface en eau à la cote souhaitée
  - o l'éventuelle introduction de géniteurs dans la frayère

Les caractéristiques de terrassement restent les mêmes que pour le scénario 1, avec des profondeurs comprises entre 20 et 80 cm, à partir de la cote de ligne d'eau à définir (pouvant varier).

Afin de pallier les importantes fluctuations de débit (baisse rapide en mai) qui engendreraient un marnage et le mauvais fonctionnement de la frayère il convient de réaliser un micro ouvrage de gestion du niveau à sa connexion avec la rivière, équipé d'une vannette ou d'un système de batardeau.



*Exemples de micro ouvrages de régulation des niveaux dans des frayères avec vannette ou batardeaux.*

L'ouvrage de régulation des niveaux présentera également les mêmes caractéristiques.

#### **9.2.4. INCIDENCES DES SCENARIOS**

Les principales incidences sur le fonctionnement biologique et morphologique de la rivière vis-à-vis de ces 2 scénarios se traduisent sur la restauration d'écoulements naturels en relation avec l'abaissement de la ligne d'eau.

C'est toujours sur le même secteur que la modification des écoulements sera la plus visible. A la cote de 38.60 NGF, on observera une alternance de plats courants et de radiers en amont de la confluence du Vendrenneau, les radiers seront plus marqués que sur le scénario 1 et la réduction de la largeur du lit mouillé permettra également de favoriser la diversité des habitats rivulaires avec des banquettes plus importantes.

En aval de cette confluence, les habitats seront tout de même plus diversifiés, notamment en bordure de berge, mais les écoulements resteront de type plutôt lenticues avec des fosses encore marquées à plus de 2.50 m pour les plus profondes.

La zone de haut fond avec des chaos granitiques sera plus exondée entre les 2 passerelles avec un resserrement du lit à l'étiage et des banquettes latérales de graviers/cailloux. En aval des passerelles le profond restera présent avec une profondeur centrale de l'ordre de 1.50 m.

### 9.3. FONCTIONNEMENT DE LA MARE DE LA PRIÏERE

Dans le cadre de la réflexion sur le fonctionnement des annexes latérales, il convient également d'appréhender le fonctionnement hydraulique de la mare de la Priïère suivant les cotes des 2 scénarios définis.

Pour rappel (§ 5.2.3.), la cote du radier de la vanne qui permettait la gestion de ce petit plan d'eau est établie à 38.58 NGF.



*Dans le cas du scénario 1*, avec une cote minimale de ligne d'eau calée à 39.00 NGF (- 0.60 par rapport à l'état actuel), près de 40 cm d'eau permettrait l'alimentation de la mare sur le radier. Toutefois compte tenu de son fort degré d'envasement, cette hauteur d'eau serait insuffisante pour recouvrir le fond de la mare (cote moyenne à 39.20 NGF).

Dans les mêmes configurations que pour la frayère avec un débit d'environ 700 l/s, soit une ligne d'eau à 39.25 et afin de rendre cette zone fonctionnelle, plusieurs interventions seraient à prévoir :

- Déconnexion du ruisseau d'alimentation amont et reconnexion directe à la Petite Maine en amont de la mare
- Terrassement et profilage de la mare avec creusement du fond entre les cotes 38.40 à l'aval et 39.00 (en amont et sur les bordures)
- Mise en place d'une vannette ou batardeau dans le pertuis existant
- Végétalisation

*Dans le cas du scénario 2*, avec une cote minimale déversante dans la passe (ou le bras de contournement) à 38.60 NGF, on obtient pour un débit de 700 l/s environ, une cote de ligne d'eau de 38.85 NGF.

La cote d'alimentation de la « frayère » étant réglée par le radier du vannage, on constate qu'en ces conditions de débit elle sera vide.

Si l'on souhaite adapter la fonctionnalité de la zone par rapport à la cote de ligne d'eau de 38.85, il conviendra alors de décaisser plus en profondeur, de 38 pour la zone la plus profonde à 38.60 sur les bordures.

Si l'on désire faire le même terrassement que pour le scénario 1 (et obtenir une cote de 39.25 dans la frayère), il faudra alors un débit de 2.8 m<sup>3</sup>/s.

On constate à la lecture des conditions d'alimentation de la « frayère », que le scénario 2 apparaît plus contraignant en terme de :

- Travaux de terrassement avec un volume plus important
  - o 400 m<sup>3</sup> pour le sc1 et 720 m<sup>3</sup> pour le sc2
- De mise en eau de la frayère pour des cotes fonctionnelles et de gestion des niveaux
- D'artificialisation du fonctionnement par la gestion nécessaire et quasi permanente d'un système de vannette ou batardeau



## 9.4. BILAN MULTICRITERES ET COMPARATIF DES SCENARIOS

Le 1<sup>er</sup> tableau présenté ci-dessous fait un état comparatif des différents éléments inhérents à chaque scénario.

Dans un souci de comparaison, nous avons intégré la solution d'effacement total même si elle n'est pas retenue dans l'approfondissement des scénarios.

Cette analyse permet de considérer les différentes incidences et de faire apparaître une note et une position globale de satisfaction de l'aménagement.

		Satisfaction piscicole	continuité sédiment	Gains écologiques	Coût des travaux	Financement		Incidences sur usages	Aspects réglementaires	Entretien dispositif	Bilan / position		
Scénario : effacement		4	4	4	4 ( $\leq$ 30 000 € HT)	3	80%	1	1	4	25	1	NON RETENU PAR LES ACTEURS LOCAUX
Scénario 1 : arasement partiel à - 0,60 m	passe naturelle	3	2	2	2 (30 à 50 000 € HT)	1	80%	2	1	2	15	3	
	bras contournement	3	2	2	1 ( $>$ 50 000 € HT)	1	80%	2	1	2	14	4	
Scénario 2 : arasement à - 1,00 m	passe naturelle	3	3	3	2 (30 à 50 000 € HT)	1	80%	1	1	2	16	2	
	bras contournement	3	2	3	1 ( $>$ 50 000 € HT)	1	80%	1	1	2	14	4	

En dehors de la solution de l'effacement total qui satisfait l'ensemble des compartiments (mais qui impacte le plus les usages), on constate peu de différence entre les résultats.

Le scénario qui apparaît le plus satisfaisant est ensuite celui de la passe naturelle à la cote - 1.00.

On trouve ensuite la proposition de passe naturelle à la cote.

Enfin les 2 solutions de bras de contournement qui présentent le même bilan avec le moins de satisfaction.

Le 2<sup>nd</sup> tableau présenté ci-dessous permet de faire apparaître des distinctions un peu plus précises.

On observe ainsi que l'opération d'effacement présentent quasiment que des impacts positifs avec toutefois des altérations majeurs sur les usages.

Pour les scénarios 1 et 2, si les incidences biologiques sont plus satisfaisantes pour la 2<sup>nd</sup>e solution, l'impact sur les usages est plus conséquent.

Les 2 variantes du scénario 1 montrent des incidences plus moyennes avec les mêmes résultats.

CHAUSSEE DU SACRE-COEUR	SITUATION ACTUELLE	EFFACEMENT DE L'OUVRAGE	SCENARIO 1 : ARASEMENT PARTIEL A - 0,60 m		SCENARIO 2 : ARASEMENT PARTIEL A - 1,00 m	
			VARIANTE 1	VARIANTE 2	VARIANTE 1	VARIANTE 2
			Passerelle naturelle avec pré-barrages rustiques	Bras de contournement	Passerelle naturelle avec pré-barrages rustiques	Bras de contournement
<b>EFFICACITE DU SCENARIO SUR LA CONTINUITE</b>						
Migration piscicole						
Transit sédimentaire						
Taux d'étagement						
<b>EFFICACITE DU SCENARIO SUR LE MILIEU</b>						
Gains en écoulements libres (surface de radiers et de plats restaurés)						
Fonctionnalité biologique du bief						
Gains sur les compartiments hydromorphologique (y compris annexes hydrauliques)						
Fonctionnalité et gestion frayère			sans micro-ouvrage	sans micro-ouvrage	avec micro-ouvrage	avec micro-ouvrage
<b>CONTRAINTES DE MISE EN ŒUVRE DU SCENARIO</b>						
Emprise foncière en berge						
Contraintes techniques						
Contraintes réglementaires						
Entretien du dispositif						
<b>COÛTS ET FINANCEMENTS DU SCENARIO</b>						
Coût de mise en œuvre		< 30 000 €	30 à 50 000 €	> 50 000 €	30 à 50 000 €	> 50 000 €
dont coût de réfection d'ouvrage		travaux nécessaires d'étanchéité de la chaussée à prévoir				
Coût de fonctionnement et d'entretien						
Financements potentiels		80%	80%	80%	< 80%	< 80%
<b>IMPACT DU SCENARIO SUR LES USAGES</b>						
Agricole (élevage; abreuvoirs)						
Pêche						

Altération/contraintes fortes	Altération/contraintes modérées	Altération/contraintes faibles	impact positif	impact très positif

## 9.5. DECISION DU COMITE TECHNIQUE

La réunion de présentation au comité technique en date du 25 février 2014 a eu pour objet de présenter les différents scénarios et variantes, afin d'aboutir pour chaque intervenant à un choix.

Le choix des intervenants s'est porté sur les solutions suivantes :

- **Agence de l'eau Loire-Bretagne**
  - Scénario 1, variante 1
  - Solution acceptable dans le cadre d'une démarche volontaire et d'une volonté de consensus, avec un fonctionnement le plus naturel possible de la frayère du Sacré-Cœur (sans ouvrage de régulation)
  
- **DDTM**
  - Scénario 1, variante 1
  - Pas de contrainte réglementaire particulière, la restauration de la continuité écologique prend le dessus sur le maintien des zones humides
  - Nécessité de régularisation de l'ouvrage et de l'établissement d'un règlement d'eau
  
- **ONEMA 85**
  - Scénario 1, variante 1
  - Cette solution intermédiaire est un bon consensus pour la restauration de la continuité écologique avec la restauration d'écoulement naturels sur plus de 50% du linéaire du bief
  
- **FDPPMA 85 et AAPPMA « L'Union des Ecluses »**
  - Scénario 1, variante 1
  - Cette solution satisfait à la continuité écologique, au fonctionnement de la frayère et au maintien de zones profondes et diversifiées pour la pratique de la pêche

## 10. DETAIL DU PROJET RETENU

---

Finalement, à l'issue du comité technique, il a été retenu de travailler sur l'aménagement d'un dispositif de franchissement par passe naturelle combiné à un abaissement de la ligne d'eau de 60 cm par rapport à la cote déversante de la chaussée.

Le projet s'oriente donc vers la variante 1 du scénario 1. Ce scénario va permettre de restaurer une partie du linéaire en écoulements libres. Néanmoins, compte tenu du maintien de la ligne d'eau pendant de nombreuses années, la rivière a connu un phénomène de sur-élargissement sur certaines zones. Cela se traduit aujourd'hui par l'apparition de zones de faibles profondeurs à l'étiage et une banalisation des habitats.

A cet effet, une opération de renaturation du lit mineur a vocation de restaurer la dynamique du cours d'eau.

## 10.1. PASSE NATURELLE

Le projet consiste à réaliser une passe à poissons dans l'emprise de la chaussée au niveau de sa pointe amont, en rive gauche.

La ligne d'eau amont sera calée par le 1<sup>er</sup> seuil à la cote de 39.00 NGF (largeur totale du déversoir), soit 60 cm sous la cote déversante de la chaussée.

Deux autres seuils seront positionnés en aval pour récupérer le dénivelé total de 60 cm, soit 3 seuils de 20 cm de dénivelé chacun au total.

Les travaux consistent donc à créer une ouverture dans la chaussée et d'y réaliser les aménagements.

### 10.1.1. DIMENSIONNEMENT

Le dispositif de franchissement est composé de 2 bassins et de 3 chutes de 20 cm.

Le dimensionnement de la passe est établi pour satisfaire aux exigences biologiques de l'anguille et des espèces holobiotiques (petites espèces rhéophiles), en terme d'énergie dissipée.

Les seuils seront équipés d'une échancrure qui permettra de concentrer les écoulements lors des débits les plus faibles.

Le fond de l'échancrure est calé 37.5 cm en dessous de la cote déversante du seuil rustique, soit 38.625 m NGF. Elle permet de concentrer le DMR de 130 l/s.

Les principales caractéristiques de la passe apparaissent ci-dessous :

Cotes		Caractéristiques dimensionnelles			
<i>Chaussée</i>	39.60 m relatif	Longueur déversante	41 m	Dénivelé considéré	0.60 m
<i>Passe</i>		Nbre de bassins	2	Nbre de chutes	3
		Longueur du bassin	6 m	Hauteur de chute entre bassins	0.2 m
cote échancrure amont	38.63 m relatif	Hauteur / fond	0.4 m	Largeur	0.4 m
cote déversoir passe amont	39.00 m relatif	Hauteur / fond	0.8 m	Largeur	3 m

Les bassins auront les mêmes caractéristiques dimensionnelles :

BASSINS		
$\Delta h$ (m)=		0.2
profondeur d'eau minimale(m) (2 X $\Delta h$ )=		0.4
profondeur d'eau (m)		0.8
largeur des bassins (m) =		3
longueur des bassins (m) =		6
volume des bassins (m3) =		14.4
fréquence d'apparition (débits classés)	débit	puissance
DMR	0.13	18
0.4	0.20	27
0.5	0.33	45
0.6	0.57	78
0.7	0.92	125
0.8	1.47	200

On observe à la lecture de ce tableau, que les énergies dissipées restent inférieures à  $200W/m^3$  80% du temps, valeur qui satisfait à la circulation des espèces ciblées.

On observe toutefois une augmentation importante de ces valeurs avec l'augmentation des débits.

Le tableau suivant présente l'évolution des énergies dissipées en fonction des hauteurs d'eau dans la passe et des débits.

On observe que le débit total est égal à celui dans la passe jusqu'à la cote de déversement de la chaussée ( $h = 90$  cm, soit  $60$  cm +  $30$  cm de l'échancrure profonde), ensuite le débit total devient beaucoup plus important en considérant le déversement sur toute sa longueur.

fréquence d'apparition des débits	puissance dissipée volumique de la passe			
	hauteur d'eau passe	Débit passe	Débit total	puissance diss vol
	h (m)	q (m3/s)	q (m3/s)	Pv
0.2	0.000	0.00	0.00	0
	0.025	0.00	0.00	0
	0.050	0.01	0.01	1
	0.075	0.01	0.01	2
	0.100	0.02	0.02	3
	0.125	0.03	0.03	4
	0.150	0.04	0.04	5
0.3	0.175	0.05	0.05	7
	0.200	0.06	0.06	8
	0.225	0.07	0.07	9
	0.250	0.08	0.08	11
	0.275	0.09	0.09	12
	0.300	0.10	0.10	14
	0.325	0.11	0.11	15
0.4	0.350	0.12	0.12	17
	0.375	0.13	0.13	18
	0.400	0.15	0.15	20
0.5	0.425	0.17	0.17	23
	0.450	0.21	0.21	28
	0.475	0.26	0.26	35
0.6	0.500	0.32	0.32	43
	0.525	0.38	0.38	52
	0.550	0.46	0.46	62
0.7	0.575	0.54	0.54	73
	0.600	0.62	0.62	85
	0.625	0.71	0.71	97
0.8	0.650	0.81	0.81	110
	0.675	0.91	0.91	124
	0.700	1.02	1.02	138
	0.725	1.12	1.12	153
0.9	0.750	1.24	1.24	169
	0.775	1.35	1.35	185
	0.800	1.48	1.48	201
	0.825	1.60	1.60	218
	0.850	1.73	1.73	235
	0.875	1.86	1.86	253
	0.900	1.99	1.99	271
	0.925	2.13	2.13	290
	0.950	2.27	2.27	309
	0.975	2.41	2.41	328
	1.000	2.56	2.84	348
	1.025	2.70	3.51	368
	1.050	2.85	4.34	389
	1.075	3.01	5.30	410

limite de déversement  
de la chaussée

### **10.1.2. CARACTERISTIQUES DES BASSINS**

Les bassins, au nombre de 2, auront les mêmes caractéristiques, ils sont d'une longueur de 6 m (dans l'entraxe de chaque seuil) pour une largeur de 3.00 m dans le fond de la passe.

Le fond présente une pente régulière de 5%.

La berge rive gauche sera enrochée à l'aide de blocs de grande taille ( $\emptyset$  400/700 mm), de manière à éviter tous risques d'érosion et de déstabilisation du dispositif. Les blocs seront liaisonnés à l'aide de béton uniquement au niveau de la jonction avec les seuils.

Côté rive droite, un cordon d'enrochements sera réalisé, les blocs seront liaisonnés à l'aide de béton sur la totalité de la longueur. Ils devront être ancrés dans le fond du lit dans un lit de béton. Le parement devra présenter un aspect rugueux.

Sur la partie externe de la rive droite (côté chaussée), depuis la crête de berge du bassin, la mise en place d'un enrochement liaisonné avec des blocs ( $\emptyset$  300/500 mm) selon une pente 1/1 permettra de favoriser la franchissement par reptation pour l'anguille, augmentant ainsi l'efficacité du dispositif.

### **10.1.3. CARACTERISTIQUES DES SEUILS**

La passe naturelle sera composée de 3 seuils identiques.

**Le seuil amont** sera calé et dimensionné pour définir le débit de circulation dans la passe. Le fond de l'échancrure sera calée à 38.625 m NGF. Cette disposition permettra d'assurer le DMR dans l'échancrure de 37.5 cm par 40 cm.

Comme pour les deux seuils aval, le seuil amont présentera 1 échancrure qui permettra d'assurer un franchissement par nage pour les espèces piscicoles, puisqu'elle sera toujours enoyée de 20 cm par le seuil aval. D'un seuil à l'autre, l'emplacement des échancrures sera alterné l'un vis-à-vis de l'autre afin de diversifier les écoulements. Le premier seuil aval sera placé à 40 cm de la rive gauche de la passe, de manière à favoriser la remontée du poisson qui se présentera préférentiellement dans cette zone.

**Les seuils** seront de même consistance. Il s'agit de seuils de type rustique, réalisés en enrochement liaisonnés ( $\emptyset$  200/400 mm), de manière à être le plus étanche possible.

Ce dispositif permettra d'assurer une hauteur d'eau suffisante sur chaque seuil pour le franchissement des espèces, notamment lors des plus faibles débits.

Chaque des seuils sera calé de manière à présenter un dénivelé de 20 cm entre les cotes déversantes.

*Exemple de réalisation en cours de seuils rustiques.*



L'ancrage des seuils dans le fond de la passe est un élément fondamental à assurer de manière à éviter tous risques d'affouillement et de déstabilisation.

C'est ainsi qu'une légère tranchée de l'ordre de 30 cm de profondeur devra être faite à l'endroit de chaque seuil, de manière à venir y déposer les blocs dans un lit de béton, comme le montre la photo ci-dessus.

La jonction des seuils avec les enrochements de berge devra être réalisée de la même manière, tout en assurant l'étanchéité. La pente du parement aval de chaque seuil devra être plus douce que la pente du parement amont qui peut être plus abrupte.

La crête des seuils devra impérativement conserver un important aspect de rugosité, les joints béton devront être lissés à l'éponge de manière à laisser apparaître la rugosité des pierres en saillie.

La largeur en crête de chaque seuil sera voisine de 35 cm, pour une largeur en pied de l'ordre de 60 cm. Ces dimensions sont estimatives et pourront bien entendu varier en raison de la mise en place des blocs, dont les dimensions ne sont pas fixes.

Le dénivelé entre chaque seuil est de 20 cm.

La hauteur utile de chaque seuil (largeur déversante de 3.0 m) sera d'environ 60 cm par rapport au fond du bassin.

Le volume estimatif de matériaux pour la réalisation de chaque seuil est d'environ 2 m<sup>3</sup>.

***Afin d'assurer la fonctionnalité de la passe, notamment vis-à-vis de son alimentation et de la répartition des débits, il conviendra de procéder à une reprise partielle de l'étanchéité de la chaussée.***

### 10.1.4. REPARTITION DES DEBITS

Les tableaux ci-dessous présentent la répartition des débits entre la passe et la chaussée.

Débit réservé (m3/s)		0.13													
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre		
Débits moyens mensuels (m3/s)		3.51	2.42	2.30	1.19	0.64	0.19	0.17	0.12	0.35	0.74	1.99	2.64		
Débit approché par le calcul (m3/s)		3.50	2.42	2.30	1.19	0.64	0.19	0.17	0.12	0.35	0.74	1.99	2.60		
Débit passe (m3/s)		2.81	2.42	2.30	1.19	0.64	0.19	0.17	0.12	0.35	0.74	1.99	2.57		
% passe		80.3%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.0%		
Débit chaussée (m3/s)		0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03		
% chaussée		19.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%		
		0.99	0.95	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Débits classés		20.61	9.21	6.16	3.48	2.15	1.34	0.80	0.46	0.22	0.10	0.04	0.02	0.01	0.01
Débit approché par le calcul (m3/s)		20.58	9.21	6.08	3.50	2.15	1.34	0.80	0.46	0.22	0.10	0.04	0.02	0.01	0.01
Débit passe (m3/s)		4.89	3.66	3.24	2.81	2.15	1.34	0.80	0.46	0.22	0.10	0.04	0.02	0.01	0.01
% passe		23.8%	39.8%	53.3%	80.3%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Débit chaussée (m3/s)		15.69	5.55	2.83	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
% chaussée		76.2%	60.2%	46.6%	19.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Sur la base des débits moyens mensuels interannuels, on observe que la chaussée sera déversante uniquement sur au mois de janvier, on peut toutefois logiquement rajouter un mois supplémentaire sur décembre et février. Le reste du temps la passe prendra tout le débit.

fréquence d'apparition des débits	PUISSANCE VOLUMIQUE DISSIPÉE DANS LA PASSE										Remarques					
	Cote	hauteur d'eau passe	Débit passe (largeur = 3 m)		Puissance dissipée volumique	Débit chaussée (largeur = 52.3 m)		Débit total								
	m relatif	h (m)	q (m3/s)	%	Pv	q (m3/s)	%	q (m3/s)								
0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	38.63	0.000	0.00	0%	0	0.00	0%	0.00	
								38.65	0.025	0.00	100%	0	0.00	0%	0.00	
								38.68	0.050	0.01	100%	1	0.00	0%	0.01	
								38.70	0.075	0.01	100%	2	0.00	0%	0.01	
								38.73	0.100	0.02	100%	3	0.00	0%	0.02	
								38.75	0.125	0.03	100%	4	0.00	0%	0.03	
								38.78	0.150	0.04	100%	5	0.00	0%	0.04	
								38.80	0.175	0.05	100%	7	0.00	0%	0.05	
								38.83	0.200	0.06	100%	8	0.00	0%	0.06	
								38.85	0.225	0.07	100%	9	0.00	0%	0.07	
	38.88	0.250	0.08	100%	11	0.00	0%	0.08								
	38.90	0.275	0.09	100%	12	0.00	0%	0.09								
	38.93	0.300	0.10	100%	14	0.00	0%	0.10								
	38.95	0.325	0.11	100%	15	0.00	0%	0.11								
	38.98	0.350	0.12	100%	17	0.00	0%	0.12								
	39.00	0.375	0.13	100%	18	0.00	0%	0.13	cote dévers. largeur totale passe							
	39.03	0.400	0.15	100%	20	0.00	0%	0.15								
	39.05	0.425	0.17	100%	23	0.00	0%	0.17								
	39.08	0.450	0.21	100%	28	0.00	0%	0.21								
	39.10	0.475	0.26	100%	35	0.00	0%	0.26								
39.13	0.500	0.32	100%	43	0.00	0%	0.32									
39.15	0.525	0.38	100%	52	0.00	0%	0.38									
39.18	0.550	0.46	100%	62	0.00	0%	0.46									
39.20	0.575	0.54	100%	73	0.00	0%	0.54									
39.23	0.600	0.62	100%	85	0.00	0%	0.62									
39.25	0.625	0.71	100%	97	0.00	0%	0.71									
39.28	0.650	0.81	100%	110	0.00	0%	0.81									
39.30	0.675	0.91	100%	124	0.00	0%	0.91									
39.33	0.700	1.02	100%	138	0.00	0%	1.02									
39.35	0.725	1.12	100%	153	0.00	0%	1.12									
39.38	0.750	1.24	100%	169	0.00	0%	1.24									
39.40	0.775	1.35	100%	185	0.00	0%	1.35									
39.43	0.800	1.48	100%	201	0.00	0%	1.48	limite de fonctionnement de la passe pour les petites espèces								
39.45	0.825	1.60	100%	218	0.00	0%	1.60									

La lecture des énergies dissipées nous montre que la passe est fonctionnelle jusqu'à 1.50 m<sup>3</sup>/s, soit 80% du temps ou plus de 290 jours.

## 10.2. FONCTIONNEMENT DE LA PASSE

Comme nous l'avons précisé, les seuils sont équipés d'une échancrure calée pour recevoir le débit réservé et dont la profondeur doit être suffisante pour la circulation par nage des espèces les plus limitées en terme de nage.

Le fond de l'échancrure du seuil amont est calée à 37.5 cm en dessous de la cote deversante de la passe (39.00), soit à la cote de 38.62.

Compte tenu de la sévérité des étiages jusqu'à l'atteinte parfois d'un débit nul et afin de ne pas procéder à un abaissement trop conséquent de la ligne d'eau, il est convenu de pouvoir obturer l'échancrure lorsque le débit devient inférieur au DMR, soit à partir de l'arrêt de déversement sur les parties latérales du seuil.

Une fois l'échancrure obturée, les écoulements se feront alors par surverse du seuil avec une cote minimale de ligne d'eau de 39.00.

Des glissières seront apposées sur le parement amont du seuil de manière à pouvoir y placer une plaque métallique amovible équipée d'une poignée.

Dès que les écoulements deviendront plus importants avec un déversement constant sur le seuil, la plaque sera enlevée.

Dans ce fonctionnement la ligne d'eau amont sera conservée à la cote de 39.00.

## 10.3. GESTION DU TRANSIT SEDIMENTAIRE

Le canal usinier du moulin du Sacré-Cœur est actuellement géré par 2 vannes de type guillotine à crémaillère manuelle type visse, qui se trouvent à l'intérieur du moulin. Ces 2 vannes en bois présentent des largeurs utiles (passage d'eau) respectives de 53 et 40 cm, pour une hauteur d'empellement de 1.50 m.

La largeur hors-tout du coursier usinier à l'intérieur du moulin est de 1.55 m.

Une passerelle en bois positionnée directement à l'amont du système de vannage permet l'accessibilité à la manœuvre.

*Vue aval des vannes usinières et de leur système de manœuvre.*



Des contraintes de gestion sont identifiées, principalement en relation avec la position des vannes, dans le moulin.

La largeur de l'ouverture du coursier à l'extérieur du moulin est de 2.30 m, ce qui traduit un important effet d'entonnoir jusqu'au vannage. La faible largeur du passage d'eau des vannes est également problématique car elle est à l'origine de la formation fréquente d'embâcle en période d'ouverture.

Les souches viennent se caler dans les pertuis et sont très difficilement enlevables en hautes eaux compte tenu de la difficulté technique d'extraction et d'exportation depuis l'intérieur du moulin (accès) et de la pression hydraulique exercée. Cela réduit alors fortement la fonctionnalité du système en termes d'évacuation d'une part, et ne permet pas de refermer les vannes pour tenir le niveau amont d'autre part.

*Vue de l'ouverture amont d'alimentation du canal usinier.*



Dans le cadre de l'aménagement du site pour la restauration de la continuité écologique avec la réalisation d'une passe dite toutes espèces à seuils rustiques en pointe amont de la chaussée (rive gauche), il est important de pouvoir gérer les niveaux de manière optimale, afin d'assurer son alimentation et de satisfaire au règlement d'eau notamment.

Il est donc proposé de modifier l'implantation actuelle du système de vannage en procédant :

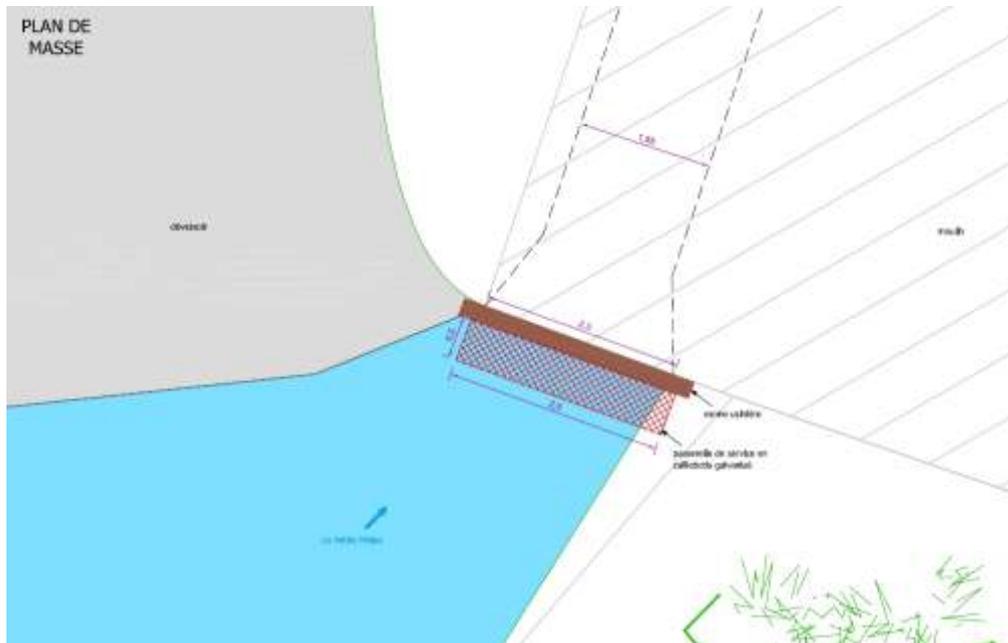
- au démantèlement du système existant à l'intérieur du moulin
- à la mise en place d'un unique vannage à l'extérieur amont du moulin
  - o en association avec une passerelle de service

La mise en place d'un nouveau système de vannage aura également comme rôle essentiel de restaurer le transit sédimentaire, qui est très limité aujourd'hui. L'ouverture de la vanne en période de hautes eaux permettra une chasse de longue durée tout en assurant (selon les débits) l'alimentation de la passe.

La vanne sera de toute manière gérée pour assurer l'alimentation de la passe et le maintien du DMR.

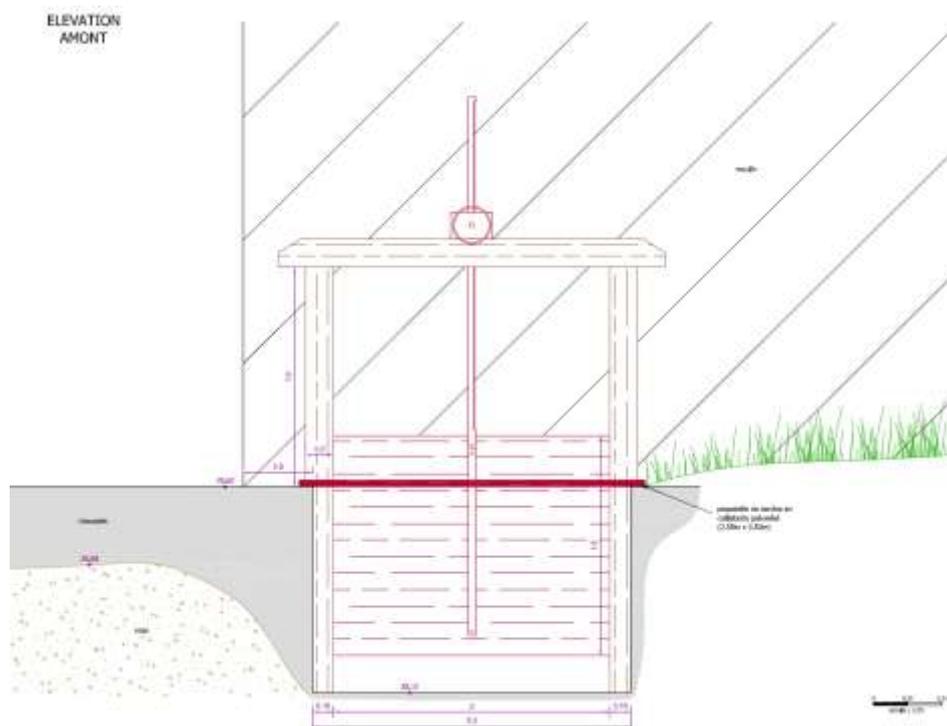
### Caractéristiques de la vanne

Il s'agit d'une vanne simple en bois à crémaillère manuelle (avec possibilité de réutilisation du système de crémaillère actuellement en place, si adapté). Elle sera directement accolée au mur du moulin et les manœuvres s'effectueront depuis l'amont.



Les potences (20x20cm) seront également en bois (type azobé) et seront partiellement ancrées dans les maçonneries latérales existantes, à savoir la jonction chaussée/moulin en rive gauche et le muret de soutien de la berge en rive droite.

La vanne présentera une largeur utile (passage d'eau) de 2.00 m, pour une hauteur de 1.60 m. La cote du radier restera identique, à savoir 38.15 NGF. Les plans sont présentés ci-dessous.

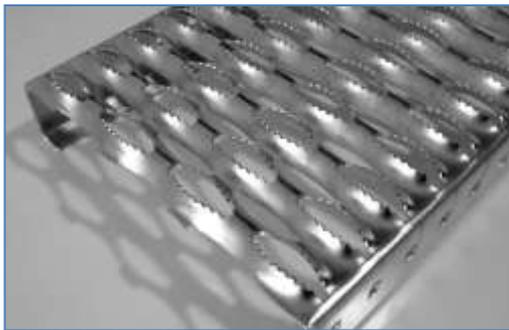


### Passerelle de service

Pour réaliser les manœuvres de la vanne, il sera disposé à l'amont du vannage une passerelle dite de service de type caillebotis galvanisé et équipée d'un garde-corps amont. Les caractéristiques techniques de la passerelle sont à définir par le maître d'ouvrage mais ses dimensions générales sont les suivantes.

- Longueur : 2.50 m
- Largeur : 0.50 m

Les photos ci-dessous présentent un exemple de passerelle.



## 10.4. FONCTIONNEMENT ASSOCIE DE LA FRAYERE

A la demande des membres du comité de pilotage, il est convenu de réaliser l'aménagement de la frayère sans ouvrage de régulation associé.

A la cote régulière du plan d'eau tenue par la chaussée (position vanne fermée), soit 39.60 NGF, la profondeur maximale observée est de l'ordre de 30 cm. La cote de connexion entre la frayère et le bief est établie à environ 39.25 NGF.

La plage de fonctionnement de la frayère doit être calée entre les mois de janvier et mai, soit pour des débits moyens compris entre 3.5 et 0.65 m<sup>3</sup>/s.

En se basant sur un débit de 720 l/s, atteint 70% du temps au regard des débits classés, cela donne une hauteur d'eau de 62.5 cm dans la passe (à partir du fond de l'échancrure profonde 38.625 NGF).

Ce débit permet d'atteindre la cote actuelle de connexion de la frayère (39.25 NGF).

Au-delà d'un débit de 720 l/s, la hauteur d'eau dans la frayère sera plus importante.

Ainsi, pour atteindre la cote actuelle d'envoie de la frayère (39.60 au déversement de la chaussée) il faudra un débit de 2.41 m<sup>3</sup>/s environ.

Aussi, et afin de rendre le site fonctionnel, il convient de décaisser la frayère de 80 cm à son entrée, pour sa profondeur maximale et jusqu'à 20 cm dans ses parties amont et de ceinture.

Les cotes de terrassement s'établiraient donc entre 38.45 à l'aval et 39.05 au niveau de ses bordures.

La surface fonctionnelle de la frayère est à déterminer, on peut toutefois, au vu de la zone disponible, partir sur une surface de 2 000 m<sup>2</sup>.

En considérant cette surface, le volume à terrasser pour atteindre les profondeurs et pentages souhaités, est de l'ordre de 1 500 m<sup>3</sup>.

### 10.5. RESTAURATION MORPHOLOGIQUE DU LIT



L'analyse du lit de la rivière permet de mettre en évidence certaines observations. Comme on peut le voir sur la carte ci-contre, un certain nombre de fosses est conservé. Sur la partie amont de la zone influencée par la chaussée du Sacré Cœur (état initial), on observe de faibles profondeurs qui se conjuguent avec un élargissement prononcé du lit mineur.

Cette zone constitue un secteur préférentiel pour la mise en place d'une opération de restauration morphologique visant à dynamiser les écoulements en retrouvant une largeur du lit mouillé plus proche de la largeur naturelle de la Petite Maine.

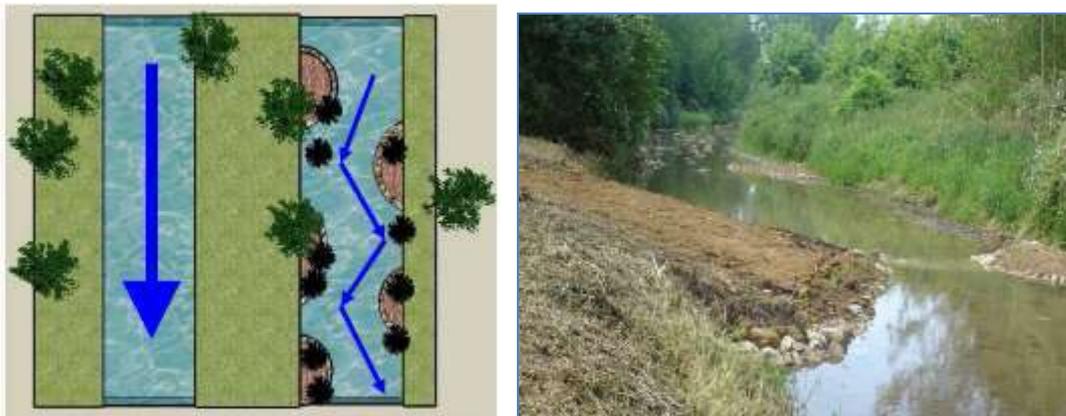
La carte présentée ci-avant permet de visualiser la zone de restauration morphologique. Les cartes consultables en annexe du document donnent la localisation et les principales caractéristiques des aménagements.



Cette zone est caractérisée par un substrat minéral grossier (pierres, cailloux) qui, du fait de la morphologie du lit, de l'ancienne influence de la chaussée, et des débits d'étiage, est colmatée de manière relativement importante. Le contexte du secteur oriente le choix vers l'utilisation des matériaux minéraux grossiers.

Les travaux de restauration visent à diversifier les habitats en réduisant la section d'écoulement à l'étiage, par la mise en place de matériaux minéraux grossiers (pierres, cailloux, graviers) dont la granulométrie dominante sera comprise entre 50 et 200 mm. Les matériaux seront disposés de manière à créer des zones de resserrement plus lotiques et conserver des zones profondes lenticques.

Les risbermes seront disposées selon le principe présenté sur le schéma et la photo ci dessous.



De préférence et suivant la morphologie du lit, les banquettes viendront se positionner dans le prolongement ou en appui des banquettes existantes. Comme le montre la photographie ci-contre, prise pendant la période d'abaissement de la ligne d'eau durant l'été 2013, des banquettes se sont d'ores et déjà formées. Elles se sont également végétalisées de manière très rapide par l'implantation d'espèces héliophytes.

Cependant, la largeur du lit mouillé reste importante.

Sur la section du lit mouillé, afin de favoriser l'apparition de radier, le fond du lit sera sensiblement rehaussé par la mise en place d'un lit de cailloux et de pierres de taille inférieure (diamètre 20 à 80 mm).

De plus, et afin d'augmenter la diversification des écoulements et des habitats, des blocs de grande taille (diamètre 300 à 500 mm) seront également disposés de manière aléatoire dans le lit au niveau de la banquette localisée la plus en amont.

## 10.6. INCIDENCES DU PROJET

### 10.6.1. SUR LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE

Les travaux programmés favorisent la circulation des espèces en agissant sur l'ouvrage à deux niveaux:

- abaissement de la ligne d'eau;
- aménagement d'un dispositif de franchissement piscicole (passe naturelle).

L'objectif est d'améliorer le franchissement piscicole.

#### *Circulation des espèces*

Les ouvrages dans le lit mineur d'un cours d'eau constituent des obstacles à la libre circulation des espèces aquatiques. Les actions engagées visent à rétablir la circulation des espèces pour permettre la réalisation dans les meilleures conditions possibles de l'ensemble de leur cycle biologique.

#### *Circulation des sédiments*

La plupart des ouvrages, quel que soit le type de cours d'eau, bloquent la plus grande partie de la charge alluviale grossière de fond (celle transportée par charriage). Cet effet de piégeage perdure en général jusqu'à ce que le seuil soit plein et devienne « transparent » au transport solide.

Cependant, même si l'amont de l'ouvrage est comblé par des sédiments, le seuil réduit la vitesse de transit des sédiments grossiers par :

- la pente hydraulique en amont est généralement très inférieure à la pente naturelle du cours d'eau,
- le remplissage du bief engendre une pente parallèle, plus haute que la pente naturelle.

Le remplissage du lit par les sédiments se traduit par une réduction de la capacité du lit et peut conduire à une augmentation de la fréquence des débordements en amont de l'ouvrage.

En aval, le déficit de transport solide engendre une reprise d'érosion pouvant conduire à la disparition des substrats les plus fins (sables et graviers notamment) et à l'incision du lit.

Les actions prévues dans le cadre du programme visent à améliorer le transport sédimentaire.

### 10.6.2. SUR LA LIGNE D'EAU

Les principales incidences sur le fonctionnement biologique et morphologique de la rivière vis-à-vis de ce scénario se traduisent sur la restauration d'écoulements naturels en relation avec l'abaissement de la ligne d'eau.

A la cote de 39.00 NGF, cette restauration sera surtout sensible sur la partie en amont de la confluence du Vendrenneau avec le retour d'écoulements alternés et des profondeurs comprises entre 20 et 50 cm sur près de 40% du linéaire. La réduction de la largeur du lit mouillé permettra également de favoriser la diversité des habitats rivulaires.

Il en va de même sur la partie basse du Vendrenneau en aval du pont.

En aval de cette confluence, les habitats seront tout de même plus diversifiés, notamment en bordure de berge, mais les écoulements resteront de type profond avec des fosses encore marquées à plus de 3 m pour les plus profondes.

Une zone de haut fond avec des chaos granitiques sera partiellement exondée entre les 2 passerelles avec un resserrement du lit à l'étiage et des banquettes latérales de graviers/cailloux.

### **10.6.3. SUR LE DEBIT**

Les dispositions du scénario impliquent un abaissement de la ligne d'eau qui va se traduire par une réduction du volume stocké en amont. Néanmoins, comme le montre le profil en long, une bonne part des fosses sera conservée avec des profondeurs jusqu'à 2.50 m, voire plus pour les plus profondes.

Cet effet plan d'eau sera toujours favorable au réchauffement des eaux et à l'évaporation.

Aucune modification ne sera perceptible par rapport au fonctionnement actuel.

### **10.6.4. SUR LE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA RIVIERE**

#### *Au niveau de l'ouvrage*

D'un point de vue hydraulique, comme présenté dans le projet, la chaussée ne sera plus déversante qu'en période hivernale (principalement au mois de janvier) et en période de crue. Sur l'année, cela correspond à environ 20% du temps vis-à-vis des débits classés.

Les écoulements seront favorisés vers le dispositif de franchissement.

#### *Impacts des travaux de restauration morphologique*

Les travaux proposés dans le cadre des projets ont un impact limité sur les conditions de fonctionnement hydraulique.

Les aménagements proposés ont un impact très limité en terme de hauteur d'eau puisqu'ils n'excèdent pas 15 cm de dénivelé par rapport à la ligne d'eau projetée. Le risque d'augmentation des inondations est donc très limité et très ponctuel d'autant que ces travaux sont proposés sur des secteurs où les travaux hydrauliques ont conduit à un surélargissement ou un surapprofondissement du lit du cours d'eau. D'autre part, le projet conduit à un abaissement de la ligne d'eau de -60 cm vis-à-vis de l'état initial.

L'impact hydraulique de ces aménagements est limité en période de crue puisque les plus fortes vitesses se concentrent sur la partie centrale du chenal d'écoulement et non sur le fond ou en berge où les frottements sont plus importants.

Sur les petites crues (de faible occurrence : durée de retour inférieure à 1 an), l'impact de ces aménagements sur les crues est faible.

Sur les crues plus fortes, la surélévation de la ligne d'eau est de l'ordre de quelques centimètres.

Les aménagements réalisés dans le lit mineur des cours d'eau vont permettre en période d'étiage de recentrer les écoulements suite à la diminution ponctuelle de la section d'écoulement.

#### **10.6.5. SUR LE LIT MINEUR**

##### *Impacts des travaux de restauration morphologique*

Les travaux de restauration morphologique du lit des cours d'eau permettent une amélioration considérable de la qualité physique et de la qualité biologique.

Seule la période de réalisation des travaux peut conduire à un léger risque de colmatage des substrats. Ce colmatage ne sera que ponctuel puisque le cours d'eau retrouvera, suite aux travaux, des caractéristiques physiques et dynamiques lui permettant de décolmater les substrats.

La restauration morphologique va donc permettre :

- La réapparition ou la dynamisation de certaines espèces animales ou végétales disparues suite à la banalisation d'un habitat originellement hétérogène et diversifié (modification du substrat, disparition des séquences mouilles/radiers, des zones de refuge et des frayères, etc.),
- L'augmentation des habitats aquatiques due à l'augmentation de la longueur développée du cours d'eau,
- L'amélioration du réseau trophique des cours d'eau par :
  - o La réapparition ou l'augmentation de la végétation aquatique et de la ripisylve permettant d'augmenter les apports exogènes (feuilles, débris végétaux, etc.) qui représentent une source essentielle de nourriture pour les organismes aquatiques,
  - o L'augmentation de la rugosité du lit qui favorise la rétention et l'accumulation de débris végétaux : pierres et blocs, branchages, zones mortes, etc., et constituent des structures de piégeage des débris à la base du réseau trophique.
- De contribuer à l'amélioration de la qualité physico-chimique des eaux en augmentant les teneurs en oxygène dissous par :
  - o l'augmentation de la surface de contact entre l'eau et l'air suite aux interventions de chenalisation,
  - o la diversification de la pente du cours d'eau,
  - o la diversification de la vitesse d'écoulement et l'augmentation des turbulences hydrauliques qui favorisent l'oxygénation de l'eau,
  - o la diminution du réchauffement de l'eau, facteur réduisant la quantité d'oxygène dissous disponible.

### **10.6.6. SUR LES ANNEXES**

#### *Fonctionnement associé des frayères*

A la cote régulière du plan d'eau tenue par la chaussée (position vanne fermée), soit 39.60 NGF, la profondeur maximale observée est de l'ordre de 30 cm. La cote de connexion entre la frayère et le bief est établie à environ 39.25 NGF.

La plage de fonctionnement de la frayère doit être calée entre les mois de janvier et mai, soit pour des débits moyens compris entre 3.5 et 0.65 m<sup>3</sup>/s.

En se basant sur un débit de 570 l/s, atteint 40% du temps au regard des débits classés, cela donne une hauteur d'eau de 57.5 cm dans la passe (à partir du fond de l'échancrure profonde 38.625 NGF).

Ce débit permet d'atteindre la cote actuelle de connexion de la frayère (39.25 NGF).

Au-delà d'un débit de 570 l/s, la hauteur d'eau dans la frayère sera plus importante.

Ainsi, pour atteindre la cote actuelle d'envoie de la frayère (39.60 au déversement de la chaussée) il faudra un débit de 2.41 m<sup>3</sup>/s environ.

Aussi, et afin de rendre le site fonctionnel, il convient de décaisser la frayère de 80 cm à son entrée, pour sa profondeur maximale et jusqu'à 20 cm dans ses parties amont et de ceinture.

Les cotes de terrassement s'établiraient donc entre 38.45 à l'aval et 39.05 au niveau de ses bordures.

La surface fonctionnelle de la frayère est à déterminer, on peut toutefois, au vu de la zone disponible, partir sur une surface de 2 000 m<sup>2</sup>.

En considérant cette surface, le volume à terrasser pour atteindre les profondeurs et pentes souhaités, est de l'ordre de 1 500 m<sup>3</sup>.

### **10.6.7. SUR LES USAGES**

L'amélioration des composantes physiques et dynamiques du cours d'eau permet de retrouver une structure physique permettant le développement d'une biocénose plus riche et plus diversifiée.

Ces travaux présentent donc un impact positif pour les riverains et les pêcheurs.

## 10.7. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Plusieurs interventions sont susceptibles d'être concernées par la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement.

### ○ Travaux de restauration des ouvrages et morphologiques

3. 1. 1. 0. Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant :

- 1° Un obstacle à l'écoulement des crues (A)

- 2° Un obstacle à la continuité écologique

a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (A) ;

b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (D).

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 (A)

- 2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D).

▪ 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 m<sup>2</sup> de frayères (Autorisation) ;

- 2° Dans les autres cas (D).

### ○ Travaux de terrassement de la frayère

3. 3. 1. 0. Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant :

- 1° Supérieure ou égale à 1 ha (A) ;

- 2° Supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha (D). Les travaux sont soumis à **déclaration (D)** au titre de cette rubrique.

Le régime auquel seront soumis les travaux sera défini par le service de Police d'eau de la DDTM.

## **10.8. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES – PHASAGE DES TRAVAUX**

### ***10.8.1. DELAI ET PERIODE DE REALISATION DES TRAVAUX***

Le souhait est de réaliser les travaux au cours de l'étiage 2015, entre les mois de juillet et octobre.

La période exacte des travaux sera précisée entre le pétitionnaire et l'entreprise, en accord avec les services de la Police de l'Eau (DDTM et ONEMA).

### ***10.8.2. MODIFICATION DES TRAVAUX***

Du fait des difficultés techniques, quelques modifications pourront être effectuées et décidées sur le terrain, (rajouts, annulations, modifications, adaptations) suivant un accord entre l'entreprise et les personnes en charge du suivi de chantier.

Dans ce cas, toute modification devra être préalablement signalée à la Police de l'Eau (DDTM et ONEMA).

### ***10.8.3. MISE EN ŒUVRE DES CHANTIERS ET POLLUTIONS***

Lors de travaux avec des engins mécaniques, il ne devra pas y avoir de fuites d'huile ni de fuite de gasoil sur le site.

L'entreprise devra limiter au maximum le nombre de passage d'engin dans le cours d'eau et le départ de sédiments dans le cours d'eau par la mise en place de dispositif spécifique.

L'entretien et la maintenance des engins devront se faire sur une zone « sécurisée » vis-à-vis des débordements accidentels de produits de nature à polluer l'eau (gasoil, lubrifiants...) à l'écart du cours d'eau.

Les terrains disponibles par le pétitionnaire en rive gauche au niveau du moulin serviront de zone de stockage et de dépôt du matériel.

## 10.9. CHIFFRAGE DU PROJET RETENU

Le tableau ci-dessous donne la répartition prévisionnelle des coûts du projet comprenant l'intervention au niveau de l'ouvrage et l'opération de restauration morphologique du lit mineur:

SACRE CŒUR					
N°	Intitulé du poste	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Montant € HT
<b>1</b>	<b>TRAVAUX PRELIMINAIRES ET DE REMISE EN ETAT</b>				
1,1	Installation, isolement, repli de chantier, accès	forfait	1	1 000,00	1 000,00
1,2	Protection du chantier et épousinage des fouilles	forfait	1	1 000,00	1 000,00
1,3	Aménagement d'une voie d'accès des engins au cours d'eau	forfait	1	600,00	600,00
1,4	Remise en état du site et des abords	forfait	1	1 500,00	1 500,00
<b>Total 1 : Travaux préliminaires</b>					<b>4 100,00</b>
<b>2</b>	<b>INTERVENTION SUR OUVRAGE</b>				
2,1	Création de la brèche dans l'emprise de la chaussée sur une largeur de 3.20 m comprenant l'évacuation des matériaux inertes et réutilisation éventuelle des pierres avec préparation du fond compacté	m <sup>3</sup>	25	200,00	5 000,00
2,2	Enrochement des berges internes de la passe à l'aide de blocs de grande taille Ø 400/700 comprenant la fourniture et la pose des blocs	m <sup>3</sup>	25	150,00	3 750,00
2,3	Enrochement de la partie externe rive droite de la passe, côté chaussée Ø 200/400, scellé dans un lit de béton pour reptation latérale anguille	m <sup>3</sup>	10	150,00	1 500,00
2,4	Fourniture et pose de blocs Ø 200/400 mm pour la réalisation des 3 seuils rustiques maçonnés avec échancrures	m <sup>3</sup>	6	500,00	3 000,00
2,5	Fourniture et pose d'un béton de liaison pour le scellement des blocs sur les seuils et à leur jonction avec les berges	m <sup>3</sup>	7,5	150,00	1 125,00
2,6	Fourniture et pose d'un mélange pierres/cailloux Ø 50/100 mm dans le fond dans l'emprise de la chaussée	m <sup>3</sup>	12	40,00	480,00
<b>Total 2 :</b>					<b>14 855,00</b>
<b>3</b>	<b>RESTAURATION MORPHOLOGIQUE DU LIT MINEUR</b>				
3,1	Implantation des aménagements et piquetage	forfait	1	200,00	200,00
3,2	Recharge granulométrique de matériaux diversifiés (graviers, pierres, cailloux) à dominante pierres (Ø 50 - 200) comprenant la fourniture et l'implantation des matériaux pour la création des banquettes	m <sup>3</sup>	550	40,00	22 000,00
3,3	Recharge granulométrique de matériaux diversifiés (graviers, pierres, cailloux) à dominante pierres (Ø 20 - 80) comprenant la fourniture et l'implantation des matériaux pour la réalisation des radiers	m <sup>3</sup>	26	40,00	1 040,00
3,4	Fourniture et pose de blocs (Ø 300 - 500) de manière aléatoire sur la partie amont de la zone de recharge	m <sup>3</sup>	6	40,00	240,00
<b>Total 3 :</b>					<b>23 480,00</b>
<b>4</b>	<b>TRAVAUX DE TERRASSEMENT DE LA FRAYERE</b>				
4,1	Travaux de terrassement de la frayère sur une profondeur de 20 cm 80 cm et export des déblais	m <sup>3</sup>	1500	10,00	15 000,00
4,2	Fourniture et pose de clôture électrique (1 fil) en bordure de la frayère	ml	250	3,00	750,00
<b>Total 4 :</b>					<b>15 750,00</b>
<b>5</b>	<b>TRAVAUX D'ETANCHEITE DE LA CHAUSSEE, VANNAGE ET DIVERS</b>				
5,1	Travaux d'étanchéité de la chaussée	forfait	1	20 000,00	20 000,00
5,2	Remplacement de la vanne usinière	forfait	1	6 000,00	6 000,00
5,3	Fourniture et pose d'une échelle limnimétrique graduée avec calage NGF	forfait	1	200,00	200,00
5,4	Plan de recolage après travaux	forfait	1	500,00	500,00
<b>Total 5 :</b>					<b>26 700,00</b>
<b>SOUS-TOTAL</b>					<b>84 885,00</b>
6	DIVERS ET IMPREVUS 10%				8 488,50
<b>Sous-total 6 :</b>					<b>93 373,50</b>
<b>TOTAL GENERAL € HT</b>					<b>93 373,50</b>
<b>TOTAL GENERAL € TTC (TVA 20 %)</b>					<b>112 048,20</b>

## 11. ANNEXES

### Fiche hydro Petite Maine

#### LA PETITE MAINE à SAINT-GEORGES-DE-MONTAIGU [FROMAGE]

Code station : M7433110 Bassin versant : 189 km<sup>2</sup>

Producteur : DREAL Pays-de-Loire E-mail : hydrometrie.dreal-pays-de-la-loire@developpement-durable.gouv.fr

**SYNTHESE : données hydrologiques de synthèse (1996 - 2013)**  
Calculées le 08/05/2013 - Intervalle de confiance : 95 %

écoulements mensuels (naturels)

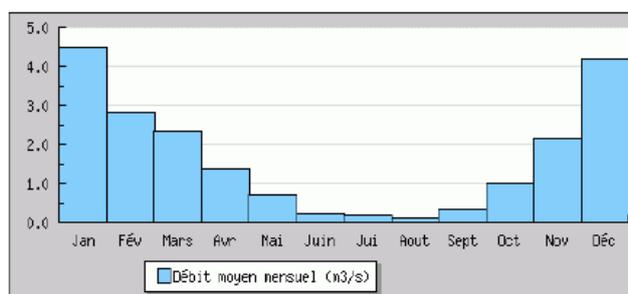
données calculées sur 18 ans

	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	Année
Débits (m3/s)	4.500	2.810	2.340	1.380	0.694	0.215 #	0.169 #	0.117 #	0.324 #	1.000 #	2.160	4.190 #	1.660
Qsp (l/s/km2)	23.8	14.9	12.4	7.3	3.7	1.1 #	0.9 #	0.6 #	1.7 #	5.3 #	11.4	22.2 #	8.8
Lame d'eau (mm)	63	37	33	18	9	2 #	2 #	1 #	4 #	14 #	29	59 #	277

Qsp : débits spécifiques

Codes de validité :

- (espace) : valeur bonne
- ! : valeur reconstituée par le gestionnaire et jugée bonne
- # : valeur estimée (mesurée ou reconstituée) que le gestionnaire juge incertaine



modules interannuels ( loi de Gauss - septembre à août )

données calculées sur 18 ans

module (moyenne)	fréquence	quinquennale sèche	médiane	quinquennale humide
1.660 [ 1.370;1.940 ]	débits (m3/s)	1.100 [ 0.710;1.400 ]	1.700 [ 1.100;2.700 ]	2.200 [ 1.900;2.600 ]

basses eaux ( loi de Galton - janvier à décembre )

données calculées sur 18 ans

fréquence	VCN3 (m3/s)	VCN10 (m3/s)	QMNA (m3/s)
biennale	0.003 [ 0.002;0.005 ]	0.005 [ 0.003;0.009 ]	0.015 [ 0.007;0.032 ]
quinquennale sèche	0.001 [ 0.001;0.002 ]	0.002 [ 0.001;0.003 ]	0.004 [ 0.001;0.008 ]

crues ( loi de Gumbel - septembre à août )

données calculées sur 14 ans

fréquence	QJ (m3/s)	QIX (m3/s)
biennale	31.00 [ 26.00;39.00 ]	46.00 [ 38.00;59.00 ]
quinquennale	47.00 [ 40.00;63.00 ]	72.00 [ 60.00;97.00 ]
décennale	58.00 [ 48.00;80.00 ]	89.00 [ 74.00;120.0 ]
vicennale	68.00 [ 56.00;96.00 ]	100.0 [ 87.00;150.0 ]
cinquantennale	non calculé	[ ;
centennale	non calculé	non calculé

maximums connus (par la banque HYDRO)

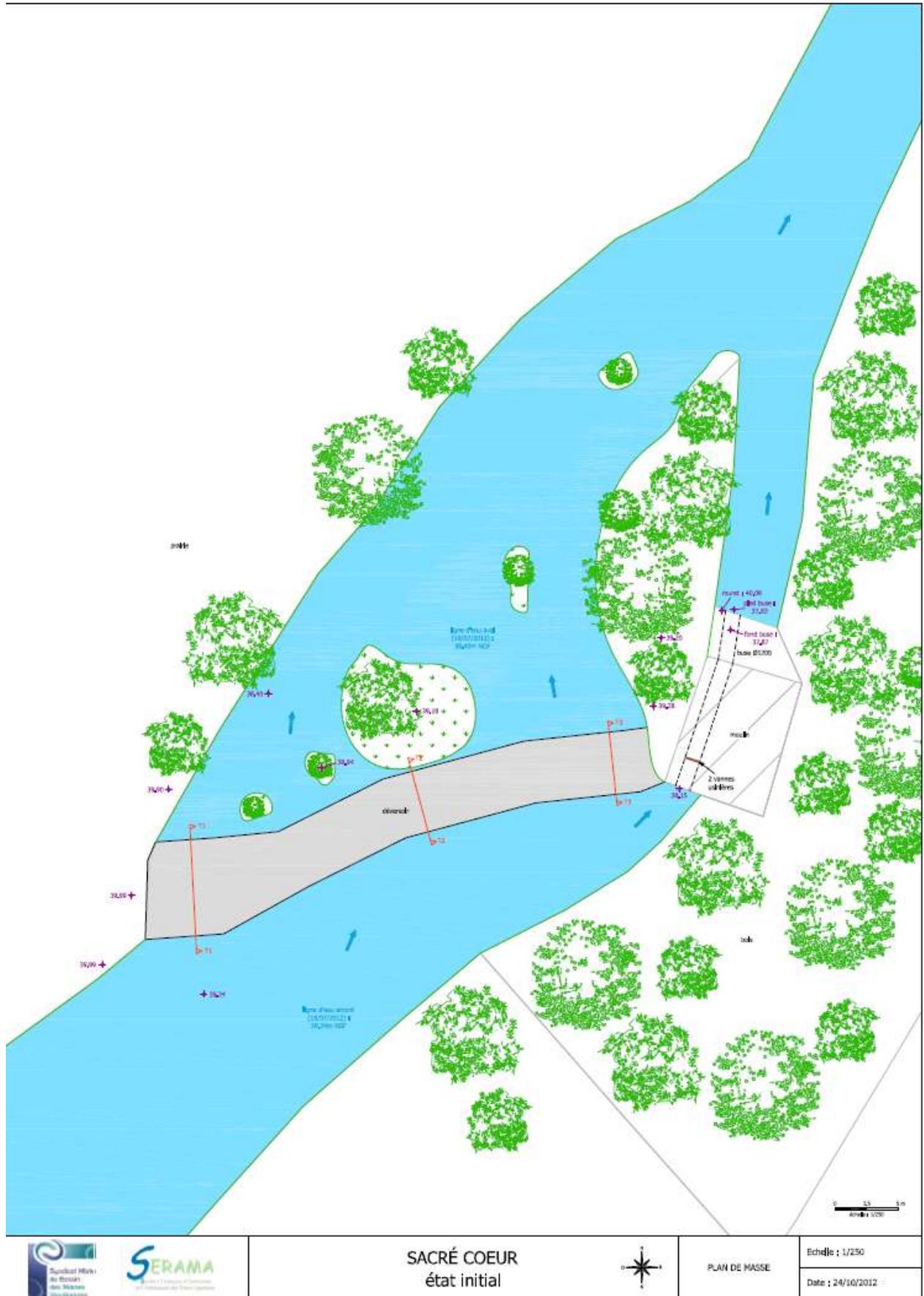
hauteur maximale instantanée (cm)	406	5 janvier 2001 14:20
débit instantané maximal (m3/s)	85.50	27 décembre 1999 23:41
débit journalier maximal (m3/s)	70.00	5 janvier 2001

débits classés

données calculées sur 6043 jours

fréquence	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
débit (m3/s)	22.20	14.90	7.660	4.060	1.790	1.090	0.692	0.415	0.234	0.125	0.051	0.010	0.003	0.001	0.000

Plans - Etat initial



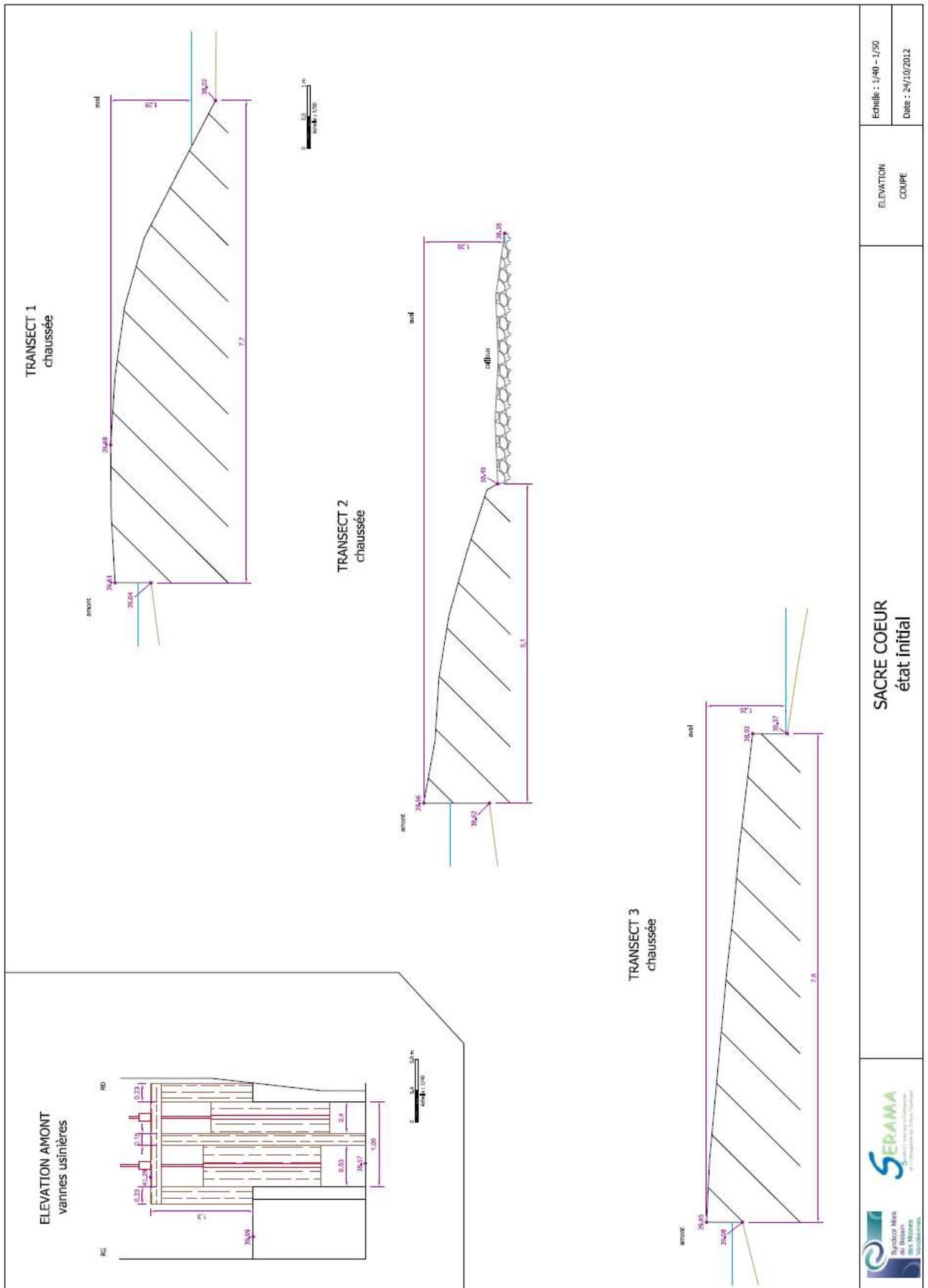
SACRÉ COEUR  
état initial



PLAN DE MASSE

Echelle : 1/250

Date : 24/10/2012



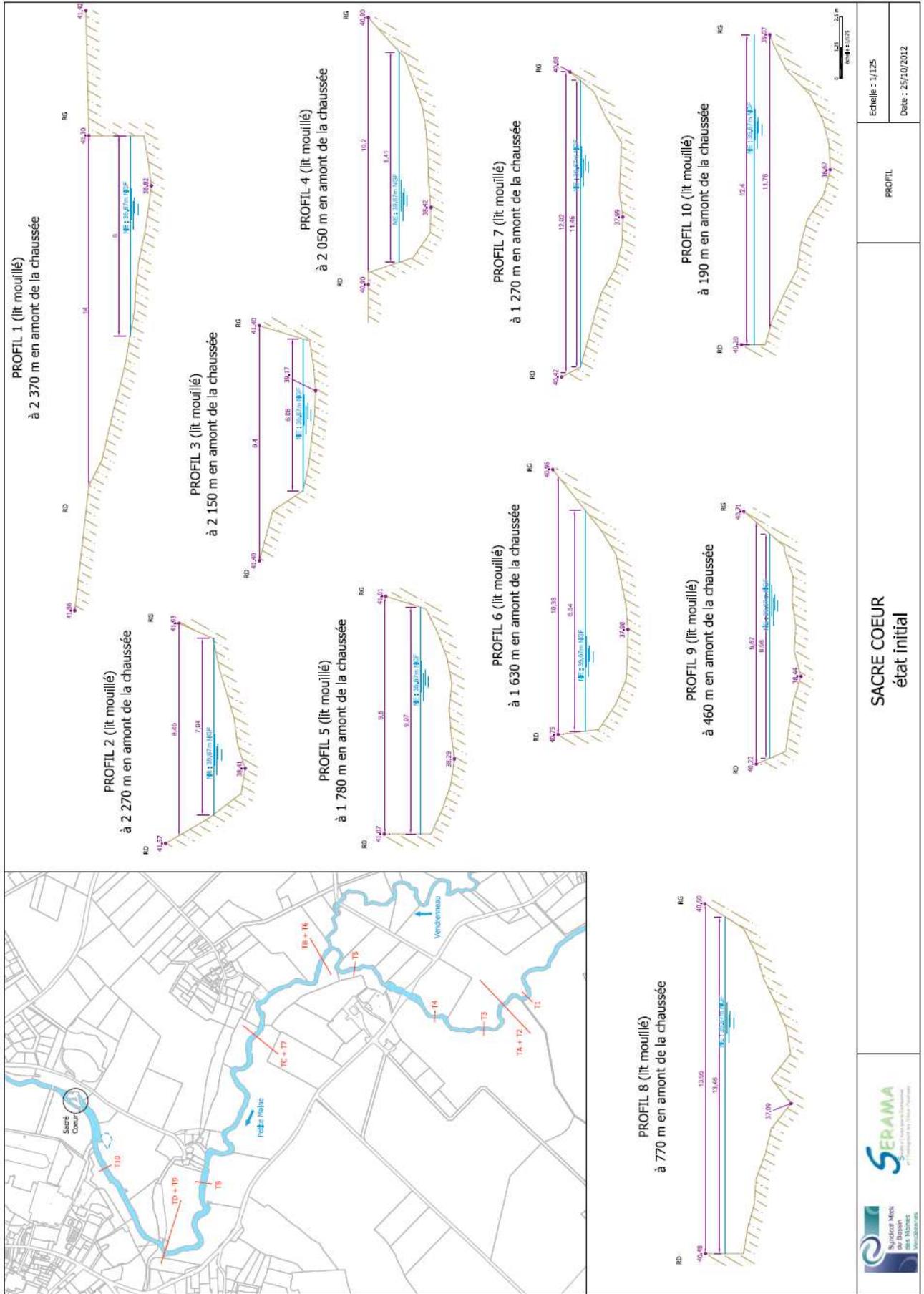
Echelle : 1/40 - 1/50  
 Date : 24/10/2012

ELEVATION  
 COUPE

SACRE COEUR  
 état initial







SACRE COEUR état initial	PROFIL	Echelle : 1/125
		Date : 25/10/2012

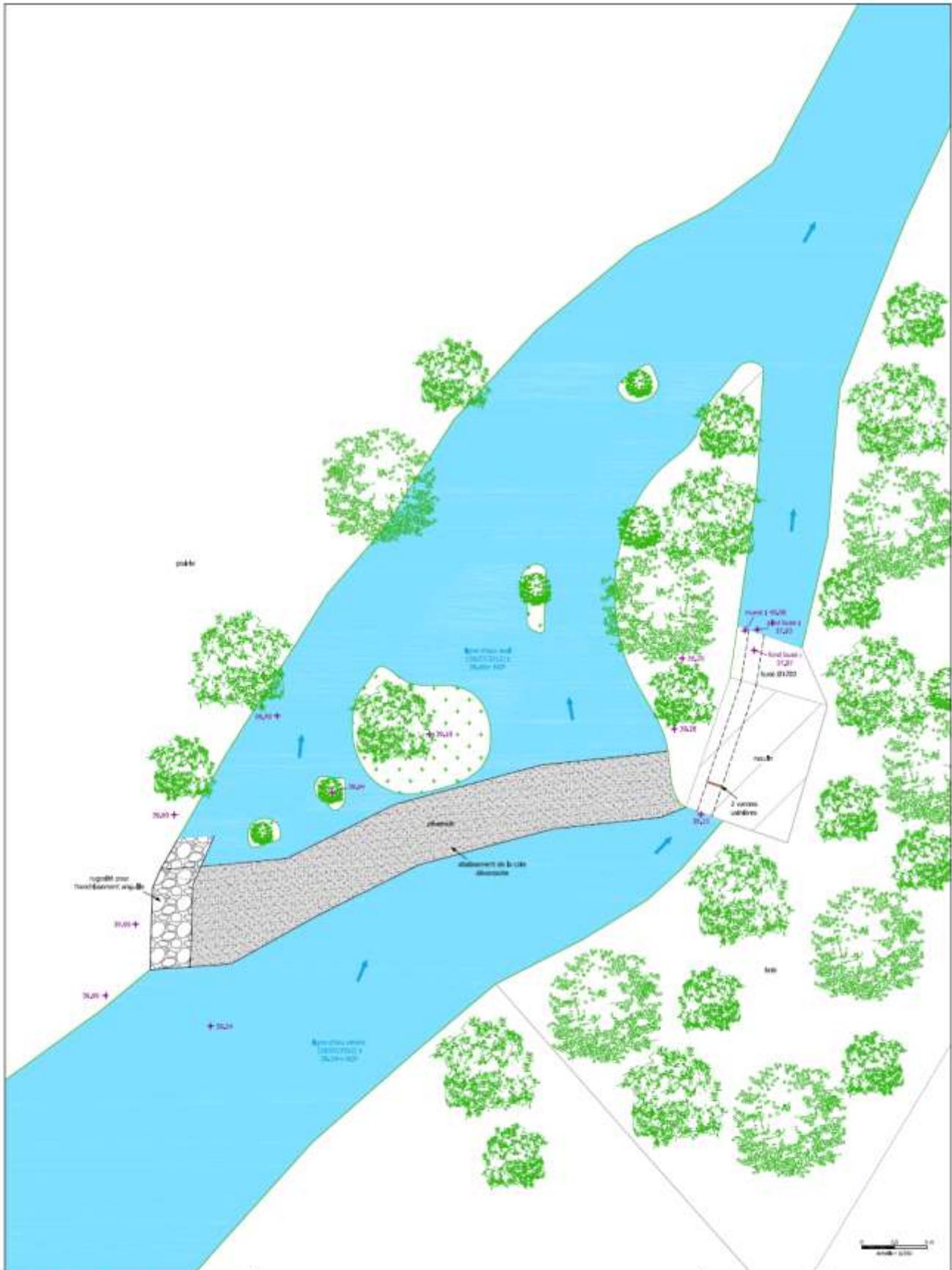




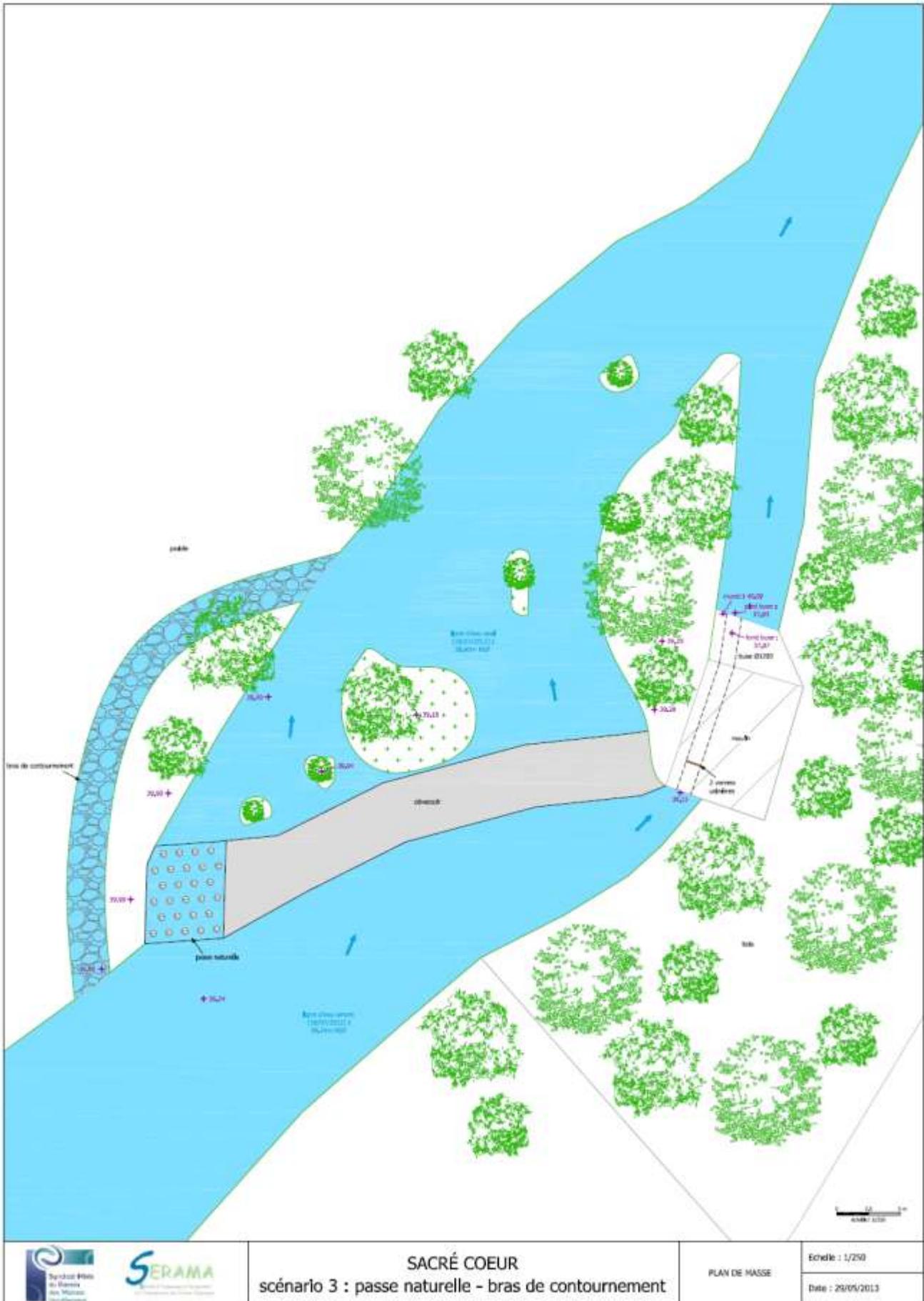






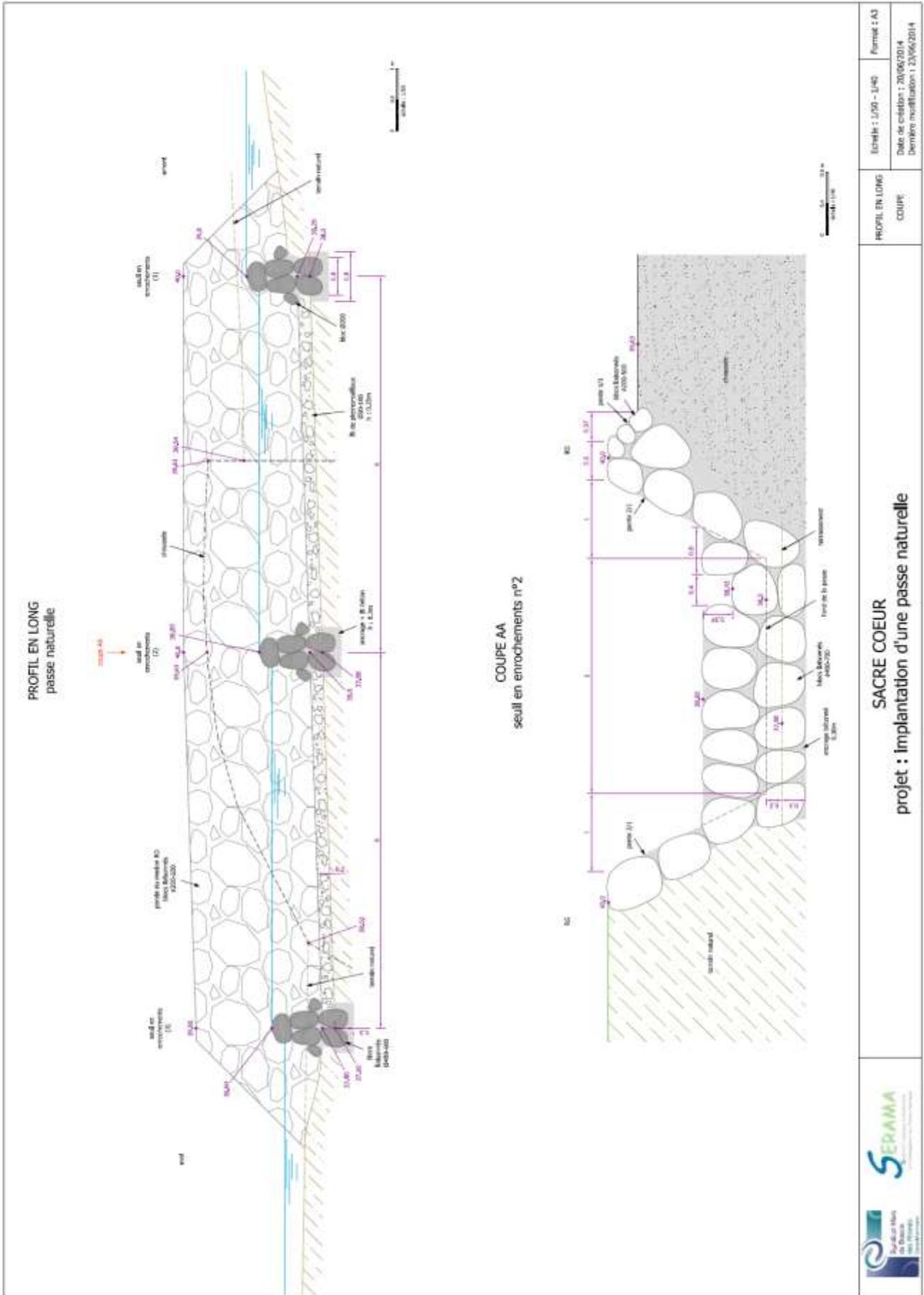


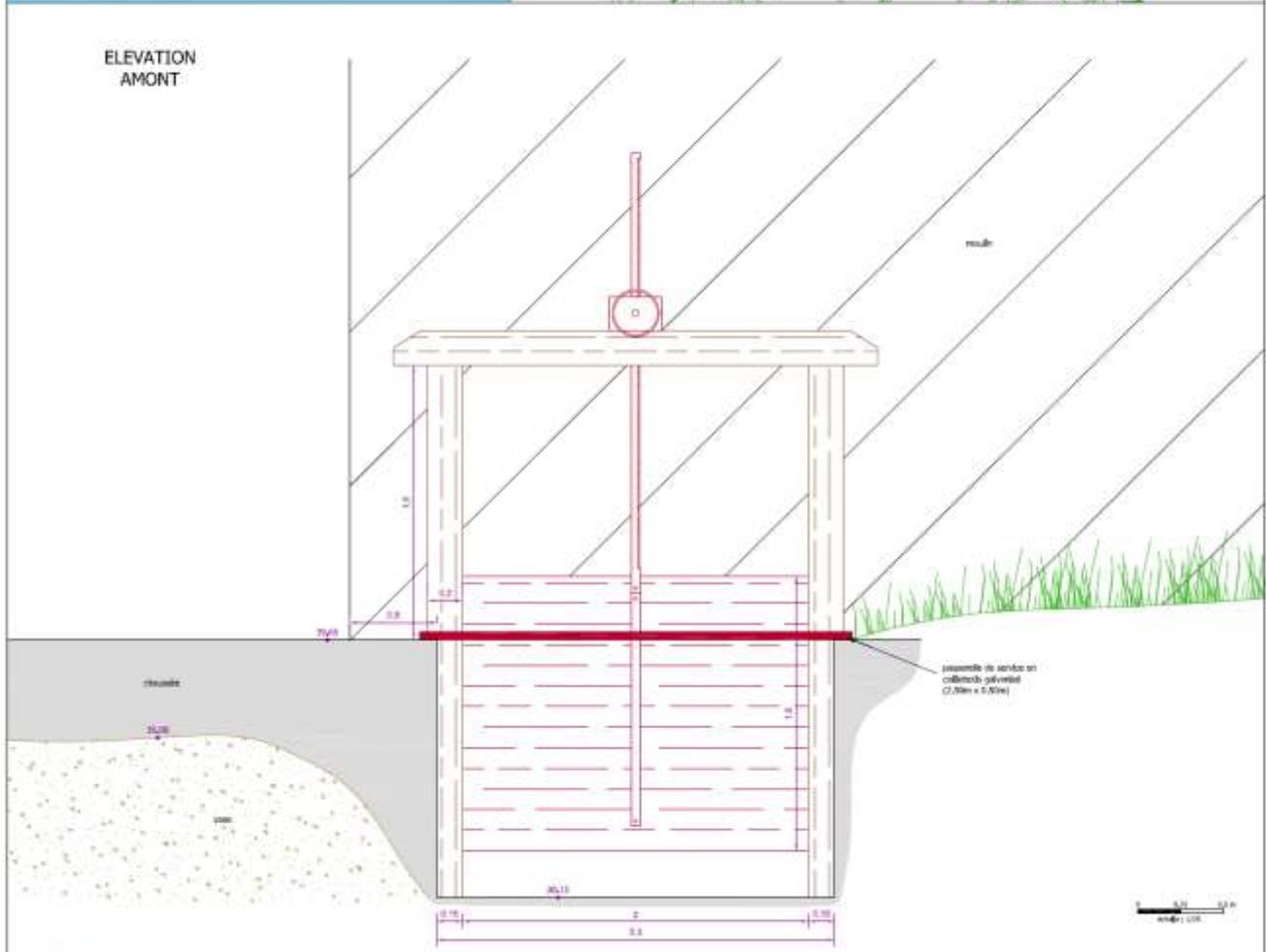
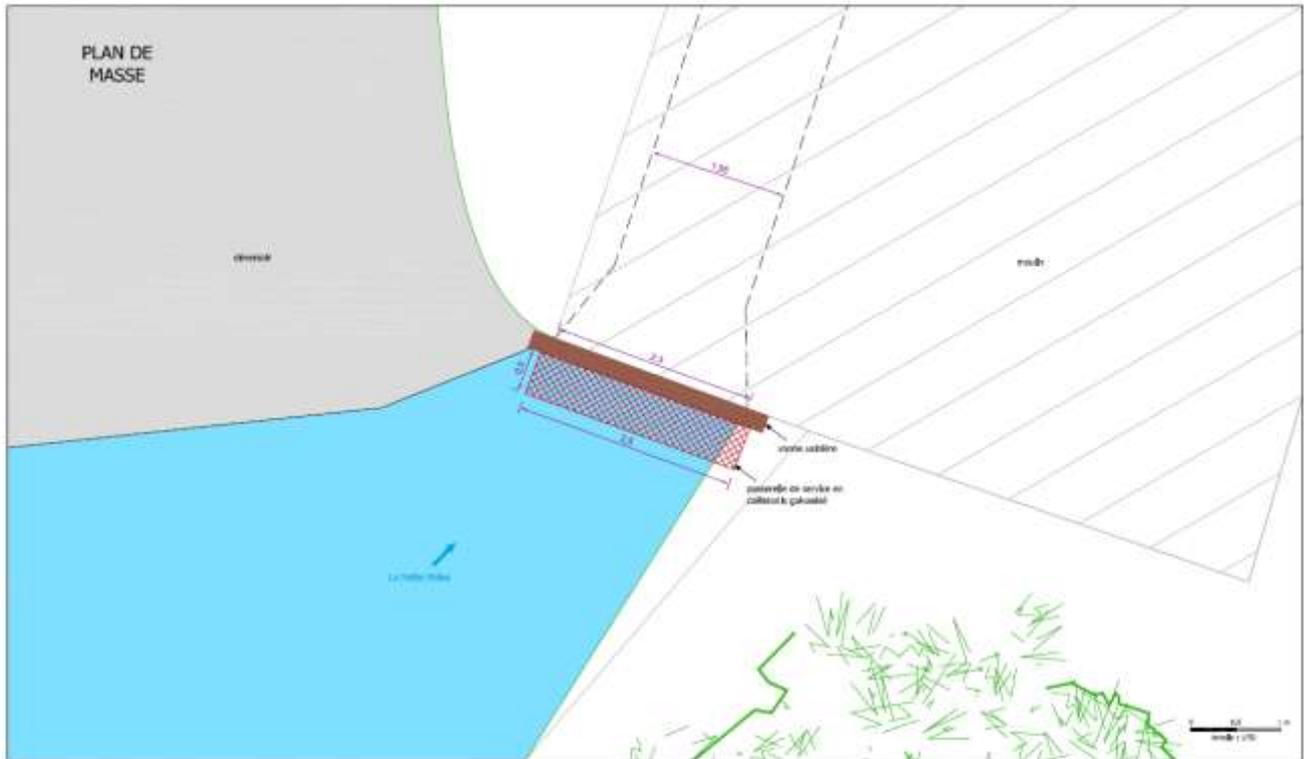
		<p>SACRÉ COEUR scénario 2 : arasement partiel</p>		<p>PLAN DE MASSE</p>	<p>Echelle : 1/250</p>
					<p>Date : 29/05/2013</p>











 	<p><b>SACRE COEUR</b> projet d'aménagement d'une vanne usinière</p>	PLAN DE MASSE	Echelle : 1/50 = 1/25	Format : A3
		ELEVATION	Date de création : 20/11/2014	Dernière modification : 20/11/2014